



# Diagnostic sur le phénomène d'eutrophisation excessive des masses d'eaux artificielles

---

**Le bon potentiel écologique vis-à-vis du phosphore :  
un objectif atteignable ?**

**Diagnostic et proposition d'actions**

Décembre 2014 – Septembre 2015

<b>CONTEXTE DE L'ETUDE.....</b>	<b>4</b>
<b>I. LE PHOSPHORE DANS L'ENVIRONNEMENT, L'EUTROPHISATION ET LA PROLIFERATION DES CYANOBACTERIES....</b>	<b>6</b>
1. LE PHOSPHORE DANS L'ENVIRONNEMENT : MECANISMES DE TRANSFERT .....	7
1.1. <i>Rôle et sources de phosphore</i> .....	7
Le phosphore : un élément qui s'accumule dans l'écosystème .....	7
Les sources de phosphore .....	7
1.2. <i>Le comportement du phosphore dans l'environnement</i> .....	12
Un comportement dynamique .....	12
Un régime hydraulique saisonnier qui contrôle les concentrations de phosphore dans les milieux aquatiques.....	13
Une remobilisation du phosphore dans les sédiments des cours d'eau et des retenues .....	15
1.3. <i>Les voies de transfert du phosphore vers le réseau hydrographique</i> .....	16
Ruissellement et érosion .....	16
Ecoulement de sub-surface .....	17
Transfert depuis les zones saturées de bas fond.....	18
Rejets ponctuels directs .....	18
2. L'EUTROPHISATION : QUAND EST-ELLE EXCESSIVE ? .....	19
2.1. <i>L'eutrophisation : définition</i> .....	19
2.1. <i>Comment évaluer l'eutrophisation ?</i> .....	20
2.2. <i>Que dit la réglementation ?</i> .....	21
2.3. <i>Quelle concentration en phosphore dans les cours d'eau alimentant les plans d'eau pour atteindre un « bon état »?</i> .....	22
3. LA PROLIFERATION DES CYANOBACTERIES.....	24
3.1. <i>L'écologie des cyanobactéries</i> .....	24
3.2. <i>Conditions optimales au développement des cyanobactéries</i> .....	24
3.3. <i>Capacités d'adaptation des cyanophycées aux facteurs biotiques et abiotiques</i> .....	26
3.4. <i>Un danger potentiel : les cyanotoxines</i> .....	26
<b>II. DIAGNOSTIC SUR LE TERRITOIRE DU SAGE .....</b>	<b>29</b>
1. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES DU BASSIN VERSANT .....	30
1.1. <i>Une problématique érosion des sols</i> .....	30
1.2. <i>Une forte densité de cours d'eau, de fortes variations de débits</i> .....	33
1.3. <i>Les retenues du territoire : des caractéristiques favorisant l'hyper-eutrophisation</i> .....	35
2. ACTIVITES SUR LE BASSIN VERSANT IMPACTANT LES TENEURS EN PHOSPHORE .....	38
2.1. <i>L'assainissement collectif, industriel et autonome</i> .....	38
Assainissement collectif et industriel .....	38
Assainissement autonome .....	39
2.2. <i>Une agriculture induisant des pressions en phosphore parfois élevées</i> .....	40
3. TENEURS EN PHOSPHORE, FLUX DE PHOSPHORE ET DENSITE DE CYANOBACTERIES.....	42
3.1. <i>Etat des cours d'eau vis-à-vis du phosphore</i> .....	42
Une fiabilité des résultats dépendante de la fréquence d'échantillonnage .....	42
Une chute des teneurs en phosphore de 1990 à 1996 .....	43
Une majorité de stations de mesure en qualité moyenne .....	44
Teneurs en phosphore à l'étiage .....	46
3.2. <i>Phosphore, niveau trophique et classe de qualité des retenues de Rophémel et Bois-Joli</i> .....	48
3.3. <i>Les quantités de phosphore transitant dans les cours d'eau : chiffrage des flux, origine des contributions</i> .....	50
Flux totaux de phosphore transitant dans les cours d'eau.....	50
Part des rejets provenant des stations d'épuration collectives .....	52
Part des rejets provenant des autres sources : sols agricoles, ruissellement urbain, ANC.....	54
3.4. <i>Les cyanobactéries : une présence récurrente mais variable</i> .....	56
Retenue de Rophémel .....	56
Rance fluviale – Plaine de Taden .....	57

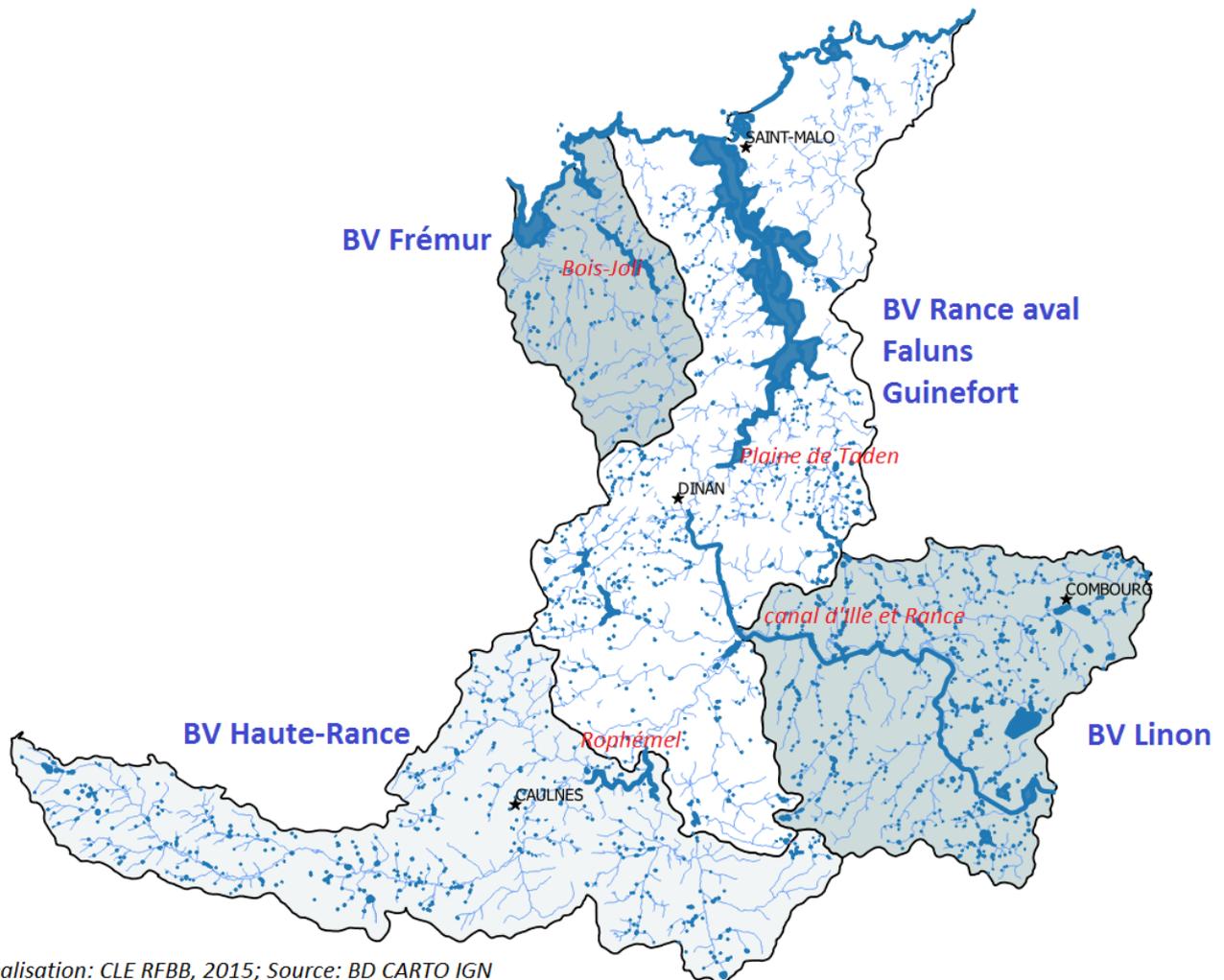
Retenue de Bois-Joli .....	58
4. QUEL OBJECTIF DE TENEUR EN PHOSPHORE EST ATTEIGNABLE ET ADAPTE AU CONTEXTE ? .....	60
<b>III. LEVIERS D’ACTIONS PRIORITAIRES .....</b>	<b>62</b>
1. REJETS DES STATIONS D’EPURATION.....	63
2. LUTTE CONTRE LE RUISSELLEMENT ET L’EROSION DES SOLS .....	65
2.1. <i>Adapter et vulgariser les bonnes pratiques : quel gage de succès ?</i> .....	65
2.2. <i>Aménagements pérennes : diagnostiquer des zones prioritaires, affiner à l’échelle de la parcelle</i> .....	67
En préambule, une carte plus précise de l’aléa érosif ? .....	67
Zones enherbées, dispositifs anti-érosifs, chemin d’écoulement de l’eau, fossés : diagnostic à l’échelle de la parcelle .....	67
3. DES POSSIBILITES D’ACTION DANS LES RETENUES ?.....	69
<b>IV. PROPOSITION D’AXES DE TRAVAIL COMPLEMENTAIRES .....</b>	<b>71</b>
1. REJETS DES ASSAINISSEMENTS NON COLLECTIFS (ANC).....	72
2. PROTOCOLE DE SUIVI DES COURS D’EAU VIS-A-VIS DU PHOSPHORE DANS LE PERIMETRE DU SAGE.....	72
3. GESTION DES FOSSES DE BORD DE ROUTE.....	74
<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>78</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>82</b>
ANNEXE 1 : PRESENTATIONS ET COMPTES RENDUS DES COMITE DE PILOTAGE .....	83
ANNEXE 2 : LETTRE DU SAGE .....	84
ANNEXE 3 : PHOSPHORE DES EAUX USEES : NOUVELLES DONNEES, CONSEQUENCES POUR L’EPURATION – CEMAGREF 2015 .....	85
ANNEXE 4 : DONNEES DETAILLEES DES REJETS EN PHOSPHORE DES STATIONS D’EPURATION DU PERIMETRE DU SAGE RFBB (22 ET 35)...	86
ANNEXE 5 : FICHES DE SYNTHESE DE L’ACTIVITE AGRICOLE DES 4 GRANDS BASSINS VERSANTS.....	87
ANNEXE 6 : DONNEES SUR LES POINTS DE MESURE DE LA QUALITE DE L’EAU UTILISEES POUR ILLUSTRER LES TENEURS EN PHOSPHORE ET LES FLUX ASSOCIES .....	98
ANNEXE 7 : METHODE DE CALCUL DU FLUX POL(F)LUX .....	99
ANNEXE 8 : METHODE D’EXTRAPOLATION DES FLUX DES REJETS DES STATIONS D’EPURATION .....	104
ANNEXE 9 : PRESENTATION DES PARTENAIRES POTENTIELS POUR LA LUTTE CONTRE L’EROSION DES SOLS .....	107
ANNEXE 10 : MODALITES DE GESTION DES RETENUES POUR LUTTER CONTRE L’EUTROPHISATION .....	110
ANNEXE 11 : PARTENAIRES A SOLLICITER.....	111

# Contexte de l'étude

« Rien ne sert de courir, il faut partir à point »

Jean de la Fontaine – Le Lièvre et la Tortue

Les masses d'eau artificielles de l'ensemble du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beausais sont affectées pas une eutrophisation excessive (« très bien nourri »). Cela concerne notamment les retenues, le canal d'Ille et Rance, le port de Dinan, la plaine de Taden.



Le phénomène d'eutrophisation, qui dégrade la qualité écologique de l'eau, est un processus d'enrichissement graduel en matières nutritives. En eau douce, l'élément nutritif le plus pénalisant est le phosphore. Cet enrichissement provoque une augmentation de la production biologique, notamment une plus grande abondance des algues microscopiques (le phytoplancton) et des plantes aquatiques, ainsi qu'une réduction de l'oxygène dans l'eau qui peut provoquer la mortalité des poissons. Cette eutrophisation s'accompagne, en période estivale, d'un développement excessif (on parle de « bloom » ou d'efflorescence) de cyanobactéries lorsque les conditions hydro-climatiques sont favorables (peu d'eau, températures élevées).

Les cyanobactéries posent un problème de santé publique du fait de leur potentialité à sécréter des toxines dangereuses. Dans le périmètre du SAGE des arrêtés sont ponctuellement émis pour interdire la baignade ou pour définir des précautions pour les activités de loisir nautique. Deux retenues sont des ressources essentielles pour l'eau potable de la région : Rophémel sur le bassin versant de la Haute-Rance et Bois-Joli sur le bassin versant du Frémur. La prolifération récurrente de cyanobactéries dans ces retenues gêne la potabilisation.

Dans ce contexte, la Commission Locale de l'Eau vise une réduction des flux de phosphore d'origine agricole et domestique pour les masses d'eau prioritaires « phosphore » qui sont les bassins versants en amont de ces deux retenues. La disposition n°40 du SAGE définit des objectifs auxquels cette étude est dédiée.

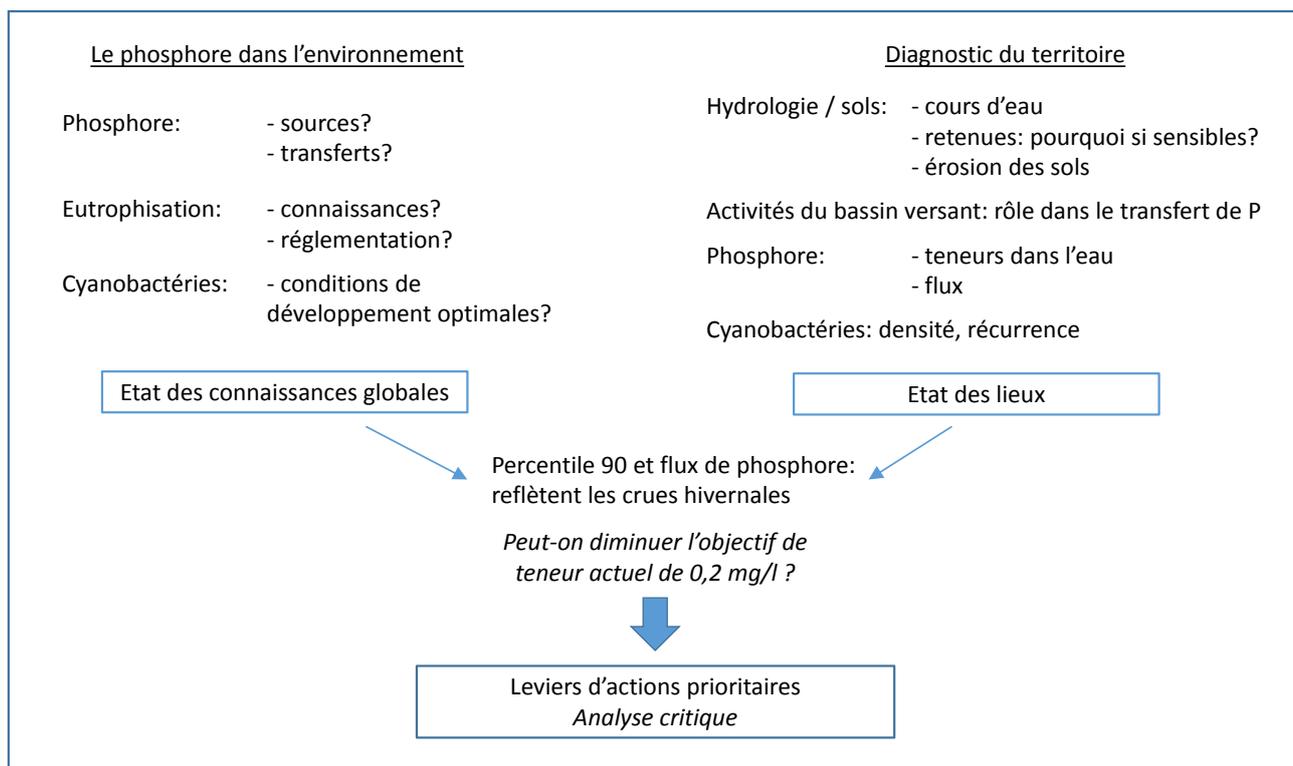
**Disposition n°40 : Fixer un objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes**

La CLE conduit les démarches nécessaires afin de préciser les objectifs de teneur en phosphore à fixer en amont direct des retenues de Rophémel et Bois-Joli, ainsi que les moyens, les coûts et le calendrier à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs.

**L'objectif actuel fixé par la CLE est de 0,2 mg/l de phosphore dans les cours d'eau en 2015 pour la valeur du percentile 90. Cette étude vise à bâtir un argumentaire pour fixer ou non un objectif plus bas pour tendre vers le bon état des plans d'eau.**

L'étude s'est appuyée sur un état des connaissances et des lieux le plus exhaustif possible. Une attention toute particulière a été portée à la concertation entre acteurs du territoire le long de l'étude. Un Comité de Pilotage a réuni représentants de la profession agricole, des collectivités, des services de l'Etat, des chercheurs, les gestionnaires des retenues d'eau potable. Il s'est réuni 4 fois durant l'étude. Un Comité technique traitant de questions plus précises s'est réuni 3 fois. Les avancées de l'étude ont été présentées à l'occasion de deux Commissions Agricoles (dont une consacrée à l'érosion des sols), d'une Commission Milieu Aquatique, des bureaux et des réunions plénières de CLE, de la Commission professionnelle Agricole du Bassin versant du Frémur. Les comptes rendus et les présentations sont présentés en ANNEXE 1. Une Lettre du SAGE a aussi été consacrée au sujet (ANNEXE 2).

La méthodologie employée pour répondre aux objectifs de l'étude est schématisée dans le diagramme suivant.



---

# **I. Le phosphore dans l'environnement, l'eutrophisation et la prolifération des cyanobactéries**

---

# 1. Le phosphore dans l'environnement : mécanismes de transfert

En eau douce, le phosphore est l'élément nutritif limitant et donc le facteur de contrôle de la production primaire algale. Ce phénomène est accentué dans les retenues et dans les cours d'eau à faible écoulement en période estivale. La maîtrise du transfert de phosphore vers les milieux aquatiques est donc le principal levier d'action sur lequel l'homme peut agir pour limiter les problèmes de dysfonctionnement de l'écosystème.

## 1.1. Rôle et sources de phosphore

### *Le phosphore : un élément qui s'accumule dans l'écosystème*

Le phosphore est le 11<sup>ème</sup> élément le plus abondant sur Terre et il est indispensable à la vie des organismes vivants. Il se retrouve dans les sols, les roches, les sédiments, les eaux et sous forme organique chez les végétaux et les animaux. Il intervient dans les chaînes métaboliques et améliore la croissance des végétaux.

Le cycle du phosphore décrit par la Figure 1 est à considérer seul car les échanges mis en jeu sont extrêmement lents. Le phosphore n'a pas de forme gazeuse (contrairement à l'azote), il s'accumule dans l'écosystème terrestre. Ce cycle a été modifié par l'homme par l'ajout important de phosphore dans les sols à travers le développement de l'agriculture (Lemerrier, 2006; Cseb, 2007).

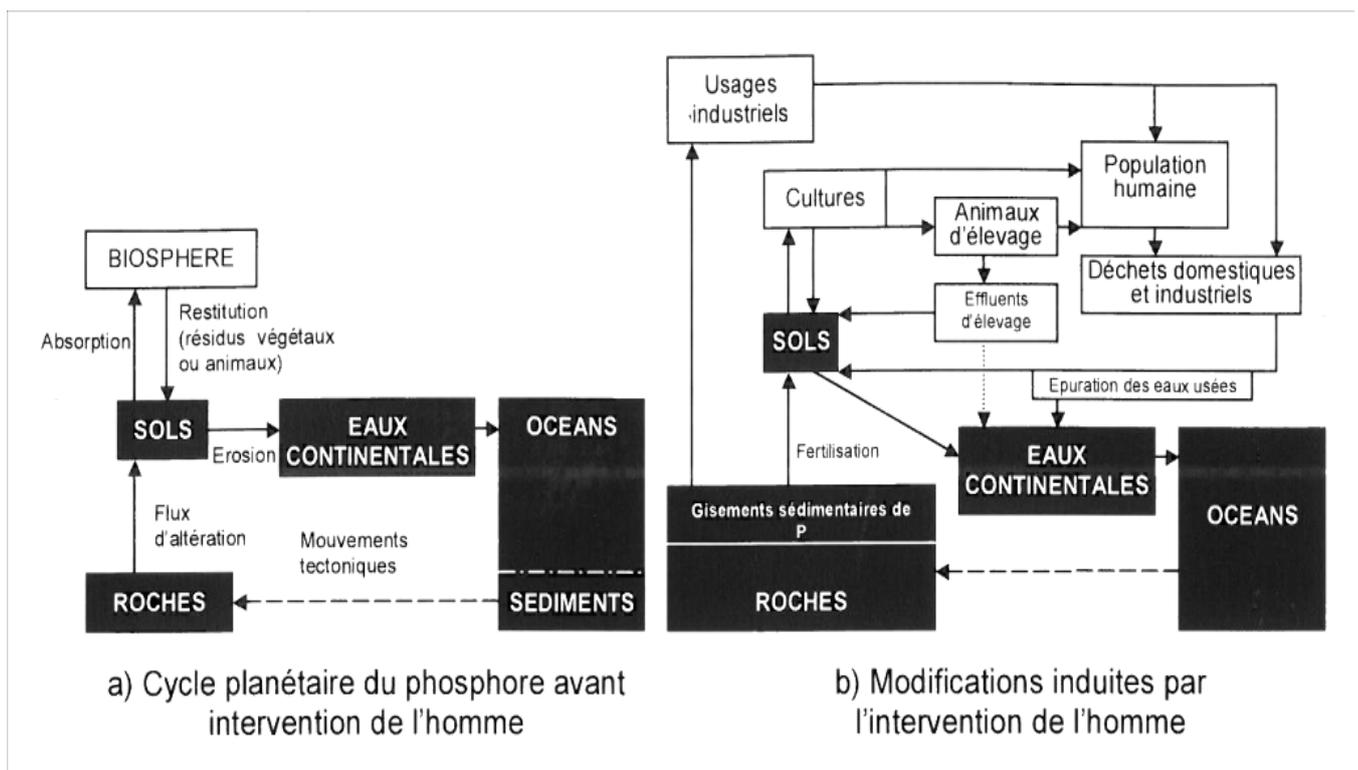


Figure 1: cycle du phosphore dans l'environnement (d'après Lemerrier, 2003 et CSEB, 2005)

### *Les sources de phosphore*

La quantification la plus récente, à l'échelle de la France, des quantités de phosphore qui seraient rejetées chaque année dans les eaux superficielles a été établie par Pellerin en 2005 dans une étude sur le bilan environnemental du phosphore (Pellerin, 2005). D'après ses chiffres, 71 000 tonnes de phosphore total sont

rejetées, dont 50 % d'origine agricole, 30 % d'origine urbaine et 20 % d'origine industrielle. Cependant deux raisons majeures expliquent une diminution progressive de la part du phosphore urbain et industriel au profit du phosphore d'origine agricole ces 10 dernières années :

- l'équipement quasi-systématique des stations d'épuration type boues activées en procédés de déphosphatation, ainsi que l'augmentation des filières d'épuration par filtres plantés de roseaux éventuellement complétés d'une saulaie qui limitent les rejets ponctuels vers les eaux superficielles.
- l'utilisation de détergents de moins en moins phosphatés (interdiction des lessives contenant des phosphates depuis 2007, diminution des phosphates dans les lessives pour lave-vaisselles - à 0.3 g/dose - à l'horizon 2017).

Une distinction est communément faite entre sources dites « ponctuelles » et sources « diffuses ». Le Tableau 1 énumère les principales origines du phosphore et les flux associés.

**Tableau 1: principales origines du phosphore et flux spécifiques associés**

Activité	Phosphore d'origine	
	ponctuelle	diffuse
Villes, villages et habitat dispersé	- rejets réseau hydrographique après traitement individuel (ANC)  - <b>rejets cours d'eau après traitement en station d'épuration collective</b> <i>(en moyenne 0.8 kg P/eq.habitant.an)</i>	- ruissellement urbain <i>(1 à 2.5 kg P/(ha.an))</i>
Agriculture	- fuites liées au stockage d'engrais de ferme <i>(pas de références)</i>  - rejets réseau hydrographique liés aux activités de transformation (eaux usées après traitement) <i>(pas de références.)</i>	- ruissellement sur les cours de ferme et les bâtiments <i>(pas de références)</i>  - <b>transfert de P des terres agricoles (ruissellement/érosion)</b> <i>(0.3 à 3 kg P/(ha.an))</i>
Industrie	- rejets réseau hydrographique (eaux usées après traitement) <i>(pas de références.)</i>	- ruissellement sur les infrastructures <i>(pas de références)</i>
Zone « naturelle »		- érosion et altération <i>(≤ 0.2 kg P/(ha.an))</i>  - érosion des berges des cours d'eau

Source des flux de phosphore cités dans le tableau : (Haygarth, 1998; Haygarth, Hepworth e Jarvis, 1998; Nemery, 2003; Dorioz, 2007)

## **Le phosphore provenant des eaux domestiques et industrielles**

Les rejets vers les cours d'eau, après passage dans les systèmes d'épuration, sont sous forme particulaire ou soluble. Il est à noter que, contrairement à une idée communément admise, la forme soluble n'est pas systématiquement majoritaire. Dans la présente étude, un chiffrage des rejets des systèmes épuratoires collectifs a été fait : la proportion de phosphore soluble par rapport au phosphore total oscille entre 2 et 72% avec une moyenne de 22% (écart type de 16%) sur 30 stations.

Les rejets issus de l'assainissement collectif sont assez bien connus grâce à des suivis réguliers des concentrations et des débits en sortie de stations d'épuration. La fréquence de suivi est fonction de la charge reçue par la station, identifiée par le paramètre DBO5 (demande biochimique en oxygène pendant 5 jours), présentée dans le Tableau 2 (arrêté du 22 juin 2007):

Tableau 2: fréquence minimale de mesure du phosphore (en jour par an) selon la capacité de traitement

	Capacité de traitement en kg/j de DBO5									
	< 30	≥ 30	≥ 60	≥120	≥ 600	≥ 1800	≥ 3000	≥ 6000	≥ 12 000	≥ 18 000
		< 60	< 120	< 600	< 1800	< 3000	< 6000	< 12 000	< 18 000	
Cas général	0.5	1	2	4	12	12	24	52	104	208
Zone sensible à l'eutrophisation	0.5	1	2	4	12	24	52	104	208	365

Enfin, la réglementation exige une teneur maximum des rejets de phosphore de 2 mg/l pour les stations recevant une charge organique de plus de 600 kg/j et de 1 mg/l pour celles de plus de 6000 kg/j.

Les quantités de phosphore produites par habitant et par jour sont actuellement estimées entre 1.2 et 2.1 g, avec une moyenne retenue de 1.7 g (voir document (Cemagref; Cemagreph) en ANNEXE 3).

### Le phosphore d'origine agricole

Les rejets de phosphore d'origine agricole sont moins bien connus que les rejets urbains ou industriels pour plusieurs raisons :

- La dispersion de l'activité agricole sur un vaste territoire donne un caractère diffus à ces rejets. Ils sont donc moins directement perceptibles. De plus, des mécanismes de rétention en limitent les effets.
- Les caractéristiques des transferts de phosphore varient en fonction de diverses variables du milieu comme la pluie, la saturation des sols en eau, l'occupation des sols...

A l'échelle de la Bretagne, les rejets agricoles sont plus importants que la moyenne nationale, compte-tenu d'un système intensif d'élevage, et représentaient en 2006 environ 70% des flux de phosphore à destination du réseau hydrographique (Cseb, 2007).

Les apports de phosphore agricole sur les sols bretons ont changé de nature au cours du temps. Les sols étaient tous carencés en cet élément à la fin de la seconde guerre mondiale. A partir des années 70, après les apports minéraux (scories de phosphatation, puis superphosphates et engrais starter 18.46), les déjections animales sont devenues la principale source de phosphore pour les sols. La part du phosphore minéral diminue régulièrement et assez fortement depuis plusieurs années grâce à un changement des pratiques agricoles et à une modification des engrais composés binaires ou ternaires proposés par l'industrie (Aurousseau, 2001). Cependant, en Bretagne comme dans d'autres zones à forte densité d'élevage (Pays-Bas, Danemark, Nord de l'Italie), l'augmentation des importations d'aliments du bétail a fait augmenter les entrées de phosphore plus vite que la réduction des engrais minéraux ne les a fait diminuer (Lemerrier, 2003).

### Des sols bretons riches en phosphore

L'exploitation statistique de la base de données des analyses de terre (Bdat) du groupement d'intérêt scientifique sur le sol (GIS Sol) permet d'illustrer les valeurs de phosphore agronomique (ces analyses sont majoritairement réalisées à la demande des agriculteurs pour raisonner leur fertilisation). En sols acides, comme dans le cas de la Bretagne, c'est l'analyse de phosphore dite Dyer qui est utilisée. La Figure 2 montre que la Bretagne se distingue par de fortes teneurs en phosphore Dyer. La valeur recommandée pour un bon potentiel agronomique est de l'ordre de 220-250 mg/kg de terre. La teneur a évolué de 150 mg/kg de terre dans les années 1960 à 500-1000 mg/kg de terre, avec des pics atteignant 2000 mg/kg (CSEB, 2005) La moyenne des médianes cantonales a augmenté de 27 mg P/kg entre les périodes 1980-1985 et 1995-1999 (Dorioz, 2007). Aucune diminution nette du stock de phosphore assimilable n'est visible entre 1990 et 2004 (Antoni, 2011).

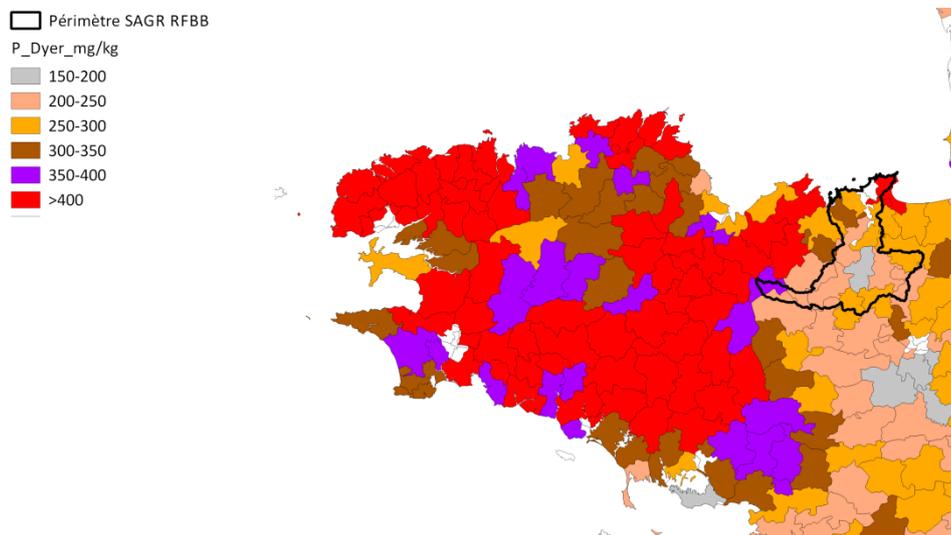


Figure 2: Teneur en phosphore Dyer dans l'horizon de surface dans les cantons bretons sur la période 2000-2004 (Source : base de données sur les analyses de terre)

Le raisonnement de la fertilisation par les engrais de ferme est habituellement dimensionné sur le paramètre azote (nutriment limitant pour la croissance et impact environnemental des nitrates). Les engrais de ferme ont des ratios  $P_2O_5/N$  différents selon le système et la filière d'élevage d'où ils proviennent. Par exemple, l'ordre de grandeur du ratio  $P_2O_5/N$  pour les lisiers issus d'élevages bovins est de 0,44 (Corpen, 2001), de 0,62 pour les élevages porcins (Corpen, 2003) et de 1,03 pour les volailles (Corpen, 2007). Par conséquent, un épandage équilibré pour l'azote peut provoquer une sur-fertilisation phosphorée notamment pour les déjections de volailles, mais aussi pour les lisiers de porc.

Une disposition spécifique aux bassins versants en amont de plans d'eau soumis au risque d'eutrophisation a été intégrée dans le SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015 : c'est la disposition 3B1 qui demande à ce que la fertilisation en phosphore soit à l'équilibre. Cette disposition concerne le bassin versant de la Haute-Rance en amont de Rophémel dans le SDAGE actuel. Il est prévu qu'elle soit étendue au bassin versant du Frémur en amont de Bois-Joli dans le prochain SDAGE.

Découlant notamment de cette disposition, depuis 2010, des règles régionales bretonnes s'appliquent aux élevages en Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation, afin d'encadrer les apports maximum de phosphore autorisés (Tableau 3). Un équilibre de fertilisation pour le phosphore est donc exigé avec toutefois une tolérance de +10 %.

Tableau 3: règles spécifiques régionales s'appliquant à l'épandage du phosphore des ICPE autorisation d'après la note préfectorale du 30 novembre 2010

	Installations produisant moins de 25 000 U d'azote	Installations produisant plus de 25 000 U d'azote et créations ex nihilo, a minima
Si « siège d'exploitation et/ou 3 ha de terres en propre situés en bassin versant 3B1 »	80 U de $P_2O_5$ (90 U de $P_2O_5$ si volailles) + diagnostic risque érosif et maillage bocager	Equilibre (+10%) + diagnostic risque érosif et maillage bocager
Sinon « hors bassin versant 3B1 »	85 U de $P_2O_5$ (95 U de $P_2O_5$ si volailles) + diagnostic risque érosif et maillage bocager	

A noter, que pour le département d'Ille et Vilaine, antérieurement à cette note, l'instruction des dossiers ICPE se faisait sur la base de l'équilibre de la fertilisation (depuis 2009). A ce jour, le département d'Ille et Vilaine continue cette pratique indépendamment de cette note : l'équilibre de fertilisation est demandé pour tous les plans d'épandage instruits. Au niveau national, les bovins contribuent aux deux tiers des rejets,

suivis des porcins et des volailles. En Bretagne la contribution des porcins et des volailles est nettement plus importante : les bovins contribuent à 40%, les porcins à 30% et les volailles à 25% (Giovanni, 2002).

#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le phosphore est un des constituants essentiels du milieu vivant. Le phosphore intervient dans la qualité et la précocité de la production végétale.
- Le phosphore n'a pas de phase gazeuse : il reste et s'accumule dans l'écosystème terrestre.
- Aujourd'hui en Bretagne, les rejets de phosphore dans le milieu aquatique sont principalement d'origine agricole, essentiellement dus à l'activité d'élevage. L'augmentation des importations d'aliments du bétail a fait augmenter les entrées de phosphore plus vite que la réduction des engrais minéraux ne les a fait diminuer.
- Ces transferts ont un caractère principalement diffus, ce qui rend la maîtrise des pollutions phosphatées d'origine agricole difficile.
- La part du phosphore d'origine domestique est très variable en fonction de la densité urbaine mais aussi de la présence ou de l'absence d'un procédé de déphosphatation.

## 1.2. Le comportement du phosphore dans l'environnement

Le phosphore se retrouve dans les eaux de surface sous forme particulaire ( $> 0,45 \mu\text{m}$ ) ou dissoute ( $< 0,45 \mu\text{m}$ ).

Le **phosphore particulaire** regroupe toutes les formes de phosphore, minérales ou organiques, associé à la charge solide (matières en suspension, argiles, lié au fer ou à l'aluminium, débris divers ou incorporé dans les organismes). La forme particulaire est la forme dominante dans les eaux de surface. Une part de ce phosphore est mobilisable par les plantes.

Pour l'essentiel, le **phosphore dissous** est constitué d'ions phosphates ou orthophosphates qui sont assimilables par les végétaux et qui, dans le réseau hydrographique, interviennent directement dans l'eutrophisation des eaux. Il peut provenir des rejets des systèmes épuratoires mais aussi des sols en faible quantité.

Les deux formes de phosphore ne se distinguent pas par leur source : ils peuvent provenir des rejets des systèmes épuratoires comme des sols agricoles. Contrairement à une idée communément admise, les systèmes épuratoires rejettent aussi du phosphore particulaire et les transferts de phosphore dissous des sols agricoles lors des épisodes de crue peuvent être significatifs (Dupas, 2015).

### Un comportement dynamique

Le phosphore est un élément qui peut se stocker dans le sol, dans l'eau et dans les sédiments des cours d'eau, plans d'eau et estuaires.

Dans le sol le phosphore est très majoritairement fixé aux particules du sol et présent dans la solution du sol en plus faible quantité.

Dans l'eau, le phosphore est présent sous forme soluble et particulaire. Son comportement est **dynamique** : en fonction des équilibres chimiques et de sa consommation par les organismes vivants il **change de forme** (Figure 3).

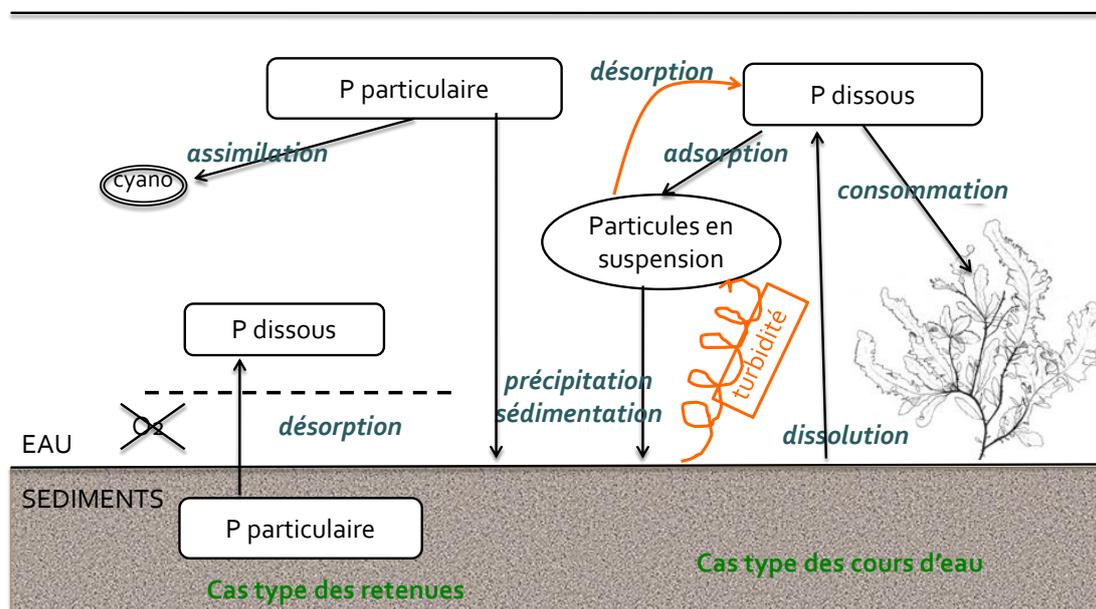


Figure 3: comportement du phosphore dans l'eau (d'après CSEB, 2005)

Le phosphore ayant une forte affinité avec les particules solides, il précipite et sédimente très facilement, créant ainsi un stock dans les sédiments des cours d'eau et des plans d'eau. Ce phosphore peut être « remis en circulation » (ou relargué) notamment lorsque des conditions d'anoxie s'établissent à l'interface eau-sédiment dans les retenues de profondeur suffisante. En effet, l'absence d'oxygène favorise la réduction du fer qui libère alors le phosphore sous la forme soluble.

## Un régime hydraulique saisonnier qui contrôle les concentrations de phosphore dans les milieux aquatiques

Au cours de l'année hydrologique les sources de transfert de phosphore vers les eaux superficielles varient. Par exemple, les sols agricoles transfèrent majoritairement du phosphore lors des épisodes de crue en hiver et participent peu aux transferts en été.

Le comportement chimique du phosphore est aussi contrôlé par les niveaux et les débits des cours d'eau.

En s'appuyant sur la bibliographie (Dorioz, 1997; Viaud, 2005), un schéma de principe des sources contribuant majoritairement au flux de phosphore dans les eaux peut être dégagé (Figure 4). Bien entendu des événements météorologiques extrêmes peuvent modifier ces grandes lignes.

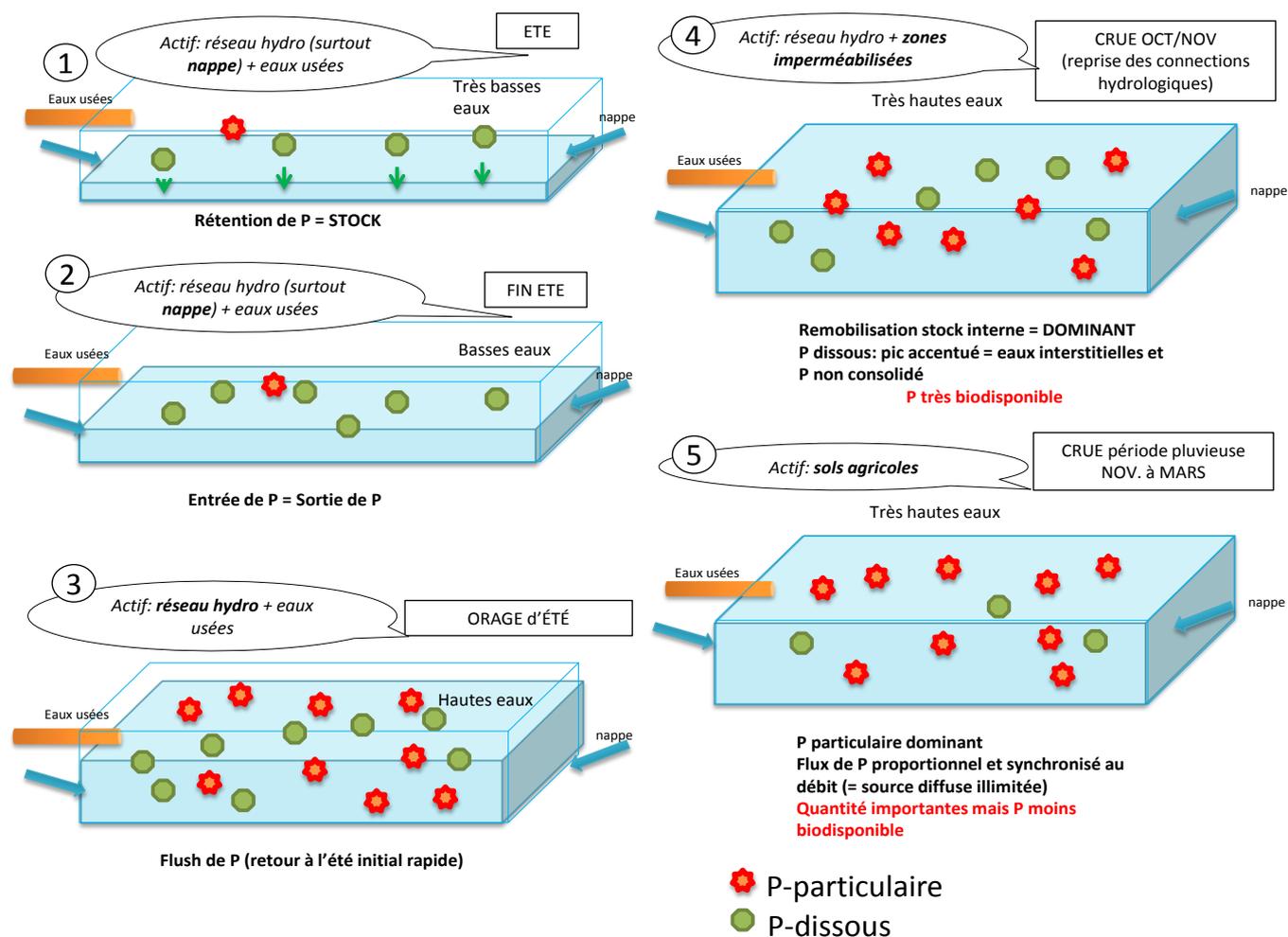


Figure 4: Contribution des sources de phosphore et comportement du phosphore dans le cours d'eau au cours des saisons

### Commentaires de la Figure 4

1. En été, en période d'étiage (la nappe alimente alors le cours d'eau), la majorité du phosphore provient de l'assainissement. Le mécanisme qui prédomine est le piégeage du phosphore dissous dans les sédiments du fait des très faibles débits.
2. La remontée progressive des eaux en fin d'été fait circuler majoritairement du phosphore dissous, les entrées étant environ égales aux sorties entre amont et aval. C'est ce qu'on appelle le « bruit de fond ».
3. Les orages d'été engendrent des « flush » de phosphore particulaire et dissous, mais le retour à l'état initial est rapide.

4. La remontée des eaux consécutive à la reprise des connections hydrologiques en octobre/novembre remobilise essentiellement le « stock interne » de phosphore qui s'est constitué dans le réseau hydrographique du bassin versant. Ceci est appuyé par le fait qu'il apparait un délai (effet retard) entre les niveaux d'eau (ou débits) et les teneurs en phosphore (Dorioz, 2007). Ce stock interne de phosphore « non consolidé » est très biodisponible. Dorioz estime que 30 à 40 % du phosphore transitant annuellement dans les cours d'eau est originaire de la remobilisation du stock interne des sédiments (Dorioz et al., 2006).

5. Enfin, lors des crues des périodes pluvieuses (de novembre à mars), le cours d'eau transporte d'importante quantité de phosphore particulaire. Les teneurs en phosphore (particulaire ou dissous) sont alors proportionnelles et synchronisées au débit. Ceci appuie la thèse que les sources actives sont les sols agricoles. La quantité transférée est importante mais son potentiel polluant relativement faible car moins biodisponible. Ce phosphore peut ensuite être exporté dans les retenues et piégé dans les sédiments profonds.

A titre d'illustration, une étude menée par les instituts de recherche associés au groupe GEPMO – groupe d'étude sur la pollution des eaux par les matières organiques – s'est intéressée aux teneurs en phosphore et débits associés dans les cours d'eau alimentant la retenue de Rophémel située dans le périmètre du SAGE (Gaury, 2008; Gaury e Gruau, 2008). Durant l'année hydrologique 2007-2008 ces données sont disponibles à un pas de temps journalier (Figure 5). Ces données sont précieuses pour comprendre le comportement du phosphore. Le graphe montre que globalement le phosphore « réagit » en suivant le schéma de principe explicité plus haut. Plusieurs faits remarquables sont à noter :

- En période hivernale, les pics de débits coïncident avec des teneurs en phosphore importantes. L'étude indique qu'en seulement 5 gros événements pluvieux en janvier 2008, 22 % du flux total de phosphore sur l'année est exporté vers le cours d'eau.
- En période d'étiage les teneurs en phosphore se stabilisent, en adéquation avec une contribution bien moins importante des sols agricoles.
- En période de « reprise hydrologique » vers octobre/novembre, des pics de teneurs en phosphore sont observés, suggérant, comme l'indique la bibliographie, une remobilisation des stocks de phosphore accumulés dans les sédiments du réseau hydrographique global du bassin versant. Notons que ces teneurs sont ici même supérieures à celles observées en période de crue.

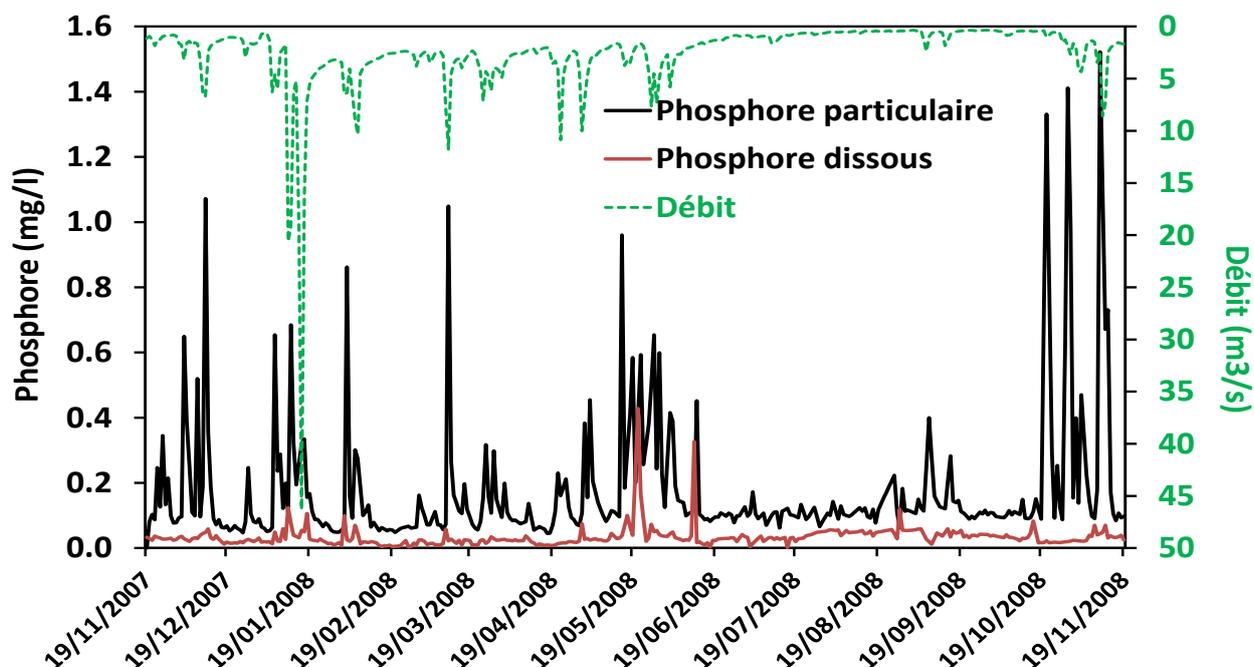


Figure 5: concentrations en phosphore dissous et particulaire et débit durant l'année hydrologique 2007-2008 dans le cours d'eau en amont de la retenue de Rophémel (St Jouan de l'Isle) périmètre du SAGE RFBB (Source : étude GEPMO)

## *Une remobilisation du phosphore dans les sédiments des cours d'eau et des retenues*

Les mesures directes de quantités de phosphore stocké dans les sédiments des cours d'eau sont rares dans la bibliographie. Les études sont focalisées sur les retenues, lacs et plaines alluviales (Nemery, 2003). Un travail important d'analyse et de compréhension a été fait sur la retenue de Rophémel (Gaury, 2008; Intergrad, 2012) et sera explicité dans le chapitre dédié au diagnostic des retenues du territoire du SAGE.

### Sédiments des cours d'eau

La rétention du phosphore dissous en basses eaux dans les rivières polluées et les dépôts de sédiments à la fin de chaque épisode de crue contribuent à la formation d'un stock de phosphore dans les sédiments des cours d'eau. Ces stocks internes sont remobilisés lors de la reprise hydrologique (en lien avec l'augmentation des débits, la température, le pH...) : le phosphore particulaire est partiellement re-dissous, le phosphore dissous interstitiel est libéré. Hors période de crue, l'enrichissement des eaux courantes en phosphore dissous par diffusion à partir des sédiments est théoriquement possible mais ne semble pas significatif au regard des autres processus (Wang, 2004).

### Sédiments des retenues

Dans les retenues, le « recyclage » du phosphore est plus significatif, du notamment à des modifications saisonnières de la quantité d'oxygène dans la colonne d'eau.

De manière simplifiée, l'absence d'oxygène favorise le relargage de phosphore provenant des sédiments (phosphore particulaire) vers l'eau (phosphore dissous) : la réduction du fer et de l'aluminium libère le phosphore. Les retenues profondes en climat breton sont stratifiées en été et un brassage de toute la colonne d'eau se produit en hiver. Au printemps la production des algues s'accélère (température, luminosité) et quand celles-ci meurent, au fur et à mesure qu'elles sédimentent, elles consomment de l'oxygène. Si la production algale non consommée par le zooplancton est forte, la dégradation de l'excès de matière organique peut provoquer l'anoxie totale (absence d'oxygène) au niveau du fond, contribuant ainsi au relargage de phosphore. A l'inverse, en hiver lors du brassage de la colonne d'eau, les eaux profondes sont ré-oxygénées et permettent le piégeage du phosphore dans les sédiments (oxydation du fer et de l'aluminium), contribuant ainsi à la constitution d'un stock.

#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- On distingue communément la forme dissoute de la forme particulaire du phosphore. Les deux se retrouvent dans les eaux.
- Le phosphore ayant une forte affinité avec les particules solides, il précipite et sédimente très facilement, créant ainsi un stock dans les sédiments des cours d'eau et des plans d'eau. Ce phosphore peut être remobilisé ultérieurement.
- Les végétaux et les bactéries absorbent directement le phosphore dissous mais sont aussi capables d'assimiler certaines formes de phosphore particulaire par interaction avec celui-ci.
- Au cours des saisons les sources de transfert de phosphore vers les eaux superficielles varient : en été les rejets des stations d'épuration dominant, alors qu'en hiver la contribution des sols agricoles est majoritaire.
- Le comportement chimique du phosphore est aussi contrôlé par les niveaux et les débits des cours d'eau.

### 1.3. Les voies de transfert du phosphore vers le réseau hydrographique

Le phosphore provient principalement des sols agricoles et des rejets de l'assainissement. Le flux moyen régional de phosphore vers le cours d'eau est estimé à 2 kg de P total/ha/an en Bretagne (Lemerrier, 2003) mais varierait de 0,3 à 2,5 kg de P/ha/an (Dorioz, 2007).

Plusieurs mécanismes de transfert existent et sont illustrés dans la Figure 6.

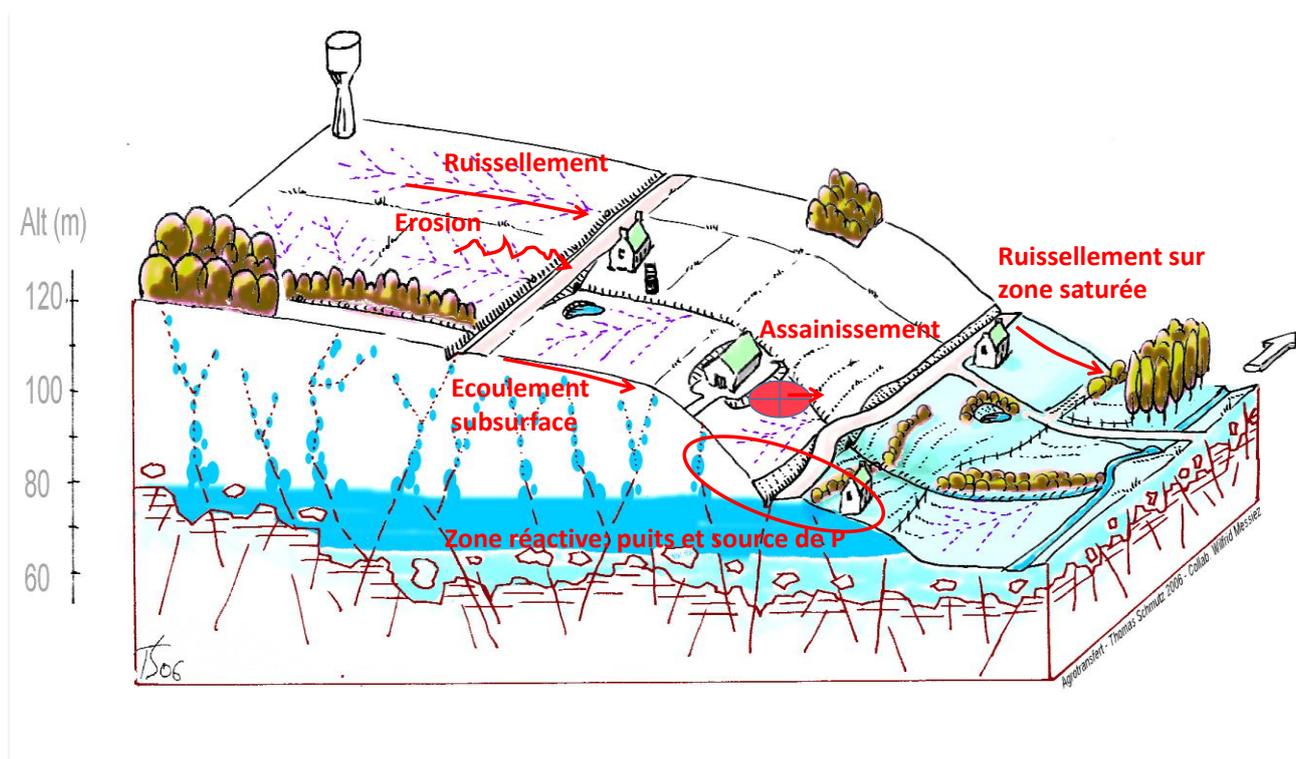


Figure 6: mécanismes de transfert du phosphore dans un bassin versant (d'après Territ'Eau)

#### Ruissellement et érosion

##### Les mécanismes

Les sols bretons sont majoritairement enrichis en phosphore contribuant à la constitution de stocks dans les sols, les sédiments du réseau hydrographique et des retenues, et les sédiments estuariens (Aurousseau, 2001). L'agriculture apporte le phosphore à travers les engrais de ferme épandus, la fertilisation minérale et les fuites des sièges d'exploitations. Une partie de cet apport agricole est stockée dans le sol, une autre est prélevée par les végétaux et le reste est transféré vers le réseau hydrographique principalement par les processus de **ruissellement et d'érosion** (sous forme particulaire et dissoute).

Le ruissellement intervient lorsque l'eau de pluie ne s'infiltré plus dans le sol, soit à cause d'une saturation du sol en eau, soit car la pluviométrie est plus importante que la capacité d'infiltration du sol (liée à son état de surface). L'eau entraîne des éléments solubles mais aussi des particules de sol : c'est le phénomène d'érosion (Merot, 2006). L'érosion est dite **diffuse** lorsqu'elle s'opère sur l'ensemble de la surface, que la pente est faible (< 3 %) et que la force du ruissellement



Haute-Rance 2015

permet d'arracher des particules de terre au sol mais de manière peu importante. Elle est directement liée à l'intensité des pluies et à la sensibilité du sol à la battance (Figure 7). Les gouttes de pluie, en tombant à la surface du sol, engendrent une dégradation de la structure qui engendre une croûte de battance (fermeture des pores, colmatage) favorable au ruissellement. Les sols sensibles à ce phénomène sont ceux riches en limons, pauvres en argiles et pauvres en matière organique. Le risque de battance d'un sol est estimé en modulant une sensibilité liée à la granulométrie de terre fine en fonction de la teneur en carbone organique.



Figure 7: phénomène de battance favorisé par l'action des gouttes de pluie sur un sol limoneux

L'érosion devient **concentrée** lorsque le ruissellement est lui-même concentré provoquant la formation de rigoles et de ravinements, notamment lors de pluies orageuses, dans les zones de collecte des eaux (talweg dans une grande parcelle de sol nu). L'absence d'obstacles aux écoulements et à l'érosion favorise les écoulements rapides (drainage, sols nus, transfert par les fossés).

La forme du phosphore transférée est variable en fonction de l'occupation du sol. D'après la bibliographie, sur prairie 70 à 90 % du phosphore transféré est sous forme dissoute (Haygarth, Hepworth e Jarvis, 1998) alors que sur sols cultivés 50 à 90 % du phosphore transféré est sous forme particulaire (Dorioz, 1997).

### **Des sols bretons sensibles à l'érosion**

L'érosion des terres en Bretagne existe, bien qu'elle soit en général diffuse et peu perceptible. L'érosion concentrée provoquant la formation de rigoles et de ravinements ne participe qu'à quelques pour cent du bilan annuel des écoulements dans le contexte breton et n'intervient qu'au cours de quelques averses par an. A l'inverse les sols bretons sont sensibles à l'érosion diffuse du fait de la prépondérance des limons sensibles à la battance. A l'échelle locale, l'érosion des berges, la connectivité des parcelles par les chemins, importante dans les secteurs d'élevage, peut jouer un rôle déterminant sur ce bilan. A l'échelle régionale, la faible teneur en matière organique du sol, donc sa faible stabilité structurale, est un facteur important. Cette érosion est très variable d'une année à l'autre, liée à la saisonnalité (érosion hivernale sur sols saturés) et à la présence d'évènements majeurs (érosion de printemps liée à des cultures recouvrant très peu le sol).

### **Écoulement de sub-surface**

Les mécanismes de stockage s'accompagnent d'une **augmentation de la mobilité du phosphore** due notamment à une perturbation du pouvoir fixateur du sol (Cachot, 2000; Lemerrier, 2006). Il en résulte une augmentation des transferts de phosphore soluble dans les eaux de sub-surface et de drainage. Ils se produisent une fois que l'eau a pénétré dans le sol. Ce sont des mouvements verticaux sur une faible distance qui atteignent très rapidement la nappe si celle-ci est située à faible profondeur (0-3 m). Une fois dans la nappe, les transferts sont latéraux liés à la pente locale ou à la présence de drains agricoles. Le drainage peut entraîner des pics de concentration en phosphore (observé en zone de montagne et dans les drainages agricoles de l'Ouest de la France)(Territ'eau). Les études ayant quantifié ce type de mécanisme de transfert sont rares. Le bureau d'Etudes Interfaces et Gradients a quantifié le flux de phosphore provenant des drains sur deux sous-bassins versant de la Vilaine amont. Les années sèches ou « normales » ne véhiculent pas des quantités significatives de phosphore via les drains. Par contre lors de l'hiver très humide de 2013-2014, des eaux colorées ont été observées en sortie de drain : la part des eaux de drainage au flux

total de phosphore de l'année est de l'ordre de 2%, soit dans ce contexte l'équivalent des rejets estimés des eaux domestiques.(Intergrad, août 2015)

### *Transfert depuis les zones saturées de bas fond*

Des recherches récentes (Dupas, 2015) montrent que la remobilisation de phosphore accumulé dans les bas-fonds peut contribuer de manière importante au transfert de phosphore vers les cours d'eau, notamment dans le contexte breton où les nappes sont majoritairement superficielles. En effet, les remontées de nappe viennent, en période de crue, re-solubiliser le phosphore (effet de lessivage combiné à des conditions anoxiques favorables à la forme soluble du phosphore). Des flushs de phosphore sont alors observés.



*Haute-Rance 2014*

### *Rejets ponctuels directs*

Du phosphore est déversé directement dans les cours d'eau en provenance des stations d'épuration communales, individuelles ou industrielles. Des fuites ponctuelles peuvent aussi occasionnellement provenir du stockage d'engrais de ferme.

#### **CE QU'IL FAUT RETENIR**

- Le phosphore provient principalement des apports agricoles (principalement diffus) et des rejets des stations d'épuration (ponctuels).
- Le transfert des terres agricoles se fait essentiellement par ruissellement et érosion.
- Les sols bretons sont sensibles à l'érosion diffuse du fait de la prépondérance des limons sensibles à la battance.

## 2. L'eutrophisation : quand est-elle excessive ?

### 2.1. L'eutrophisation : définition

Les lacs vieillissent naturellement et cette évolution se déroule sur une échelle de temps relativement longue (milliers d'années). Ce phénomène, que l'on nomme eutrophisation, est le processus d'enrichissement graduel d'un lac en matières nutritives, faisant passer son état d'oligotrophe (qui signifie peu nourri) à eutrophe (qui signifie bien nourri). Cet enrichissement provoque une augmentation de la production biologique, notamment une plus grande abondance des algues microscopiques (le phytoplancton) et des plantes aquatiques. Cette production accrue s'accompagne d'une transformation des caractéristiques du lac, qui se traduit notamment par une plus grande accumulation de sédiments et de matière organique, une réduction de l'oxygène dissous dans l'eau et le remplacement d'organismes par des espèces mieux adaptées aux nouvelles conditions.

L'eutrophisation est un phénomène qui peut être accéléré (dizaines d'années) par les activités humaines qui prennent place sur les rives et dans le bassin versant des lacs. Ces activités ont pour effet d'augmenter les apports en matières nutritives au lac. Le vieillissement prématuré est un des principaux problèmes qui affectent les lacs situés en milieu agricole et urbanisé.

En eau douce, l'élément nutritif le plus pénalisant est le phosphore. On dit qu'un écosystème est « eutrophisé » lorsqu'il est l'objet d'un dysfonctionnement manifeste (raréfaction de l'oxygène, prolifération de phytoplancton et/ou de macroalgues, mortalité de poissons...). Le développement excessif (on parle de « bloom » ou d'efflorescence) de cyanobactéries en est une conséquence visible.

La Figure 8 illustre le phénomène d'eutrophisation « excessive », appelé dystrophisation.

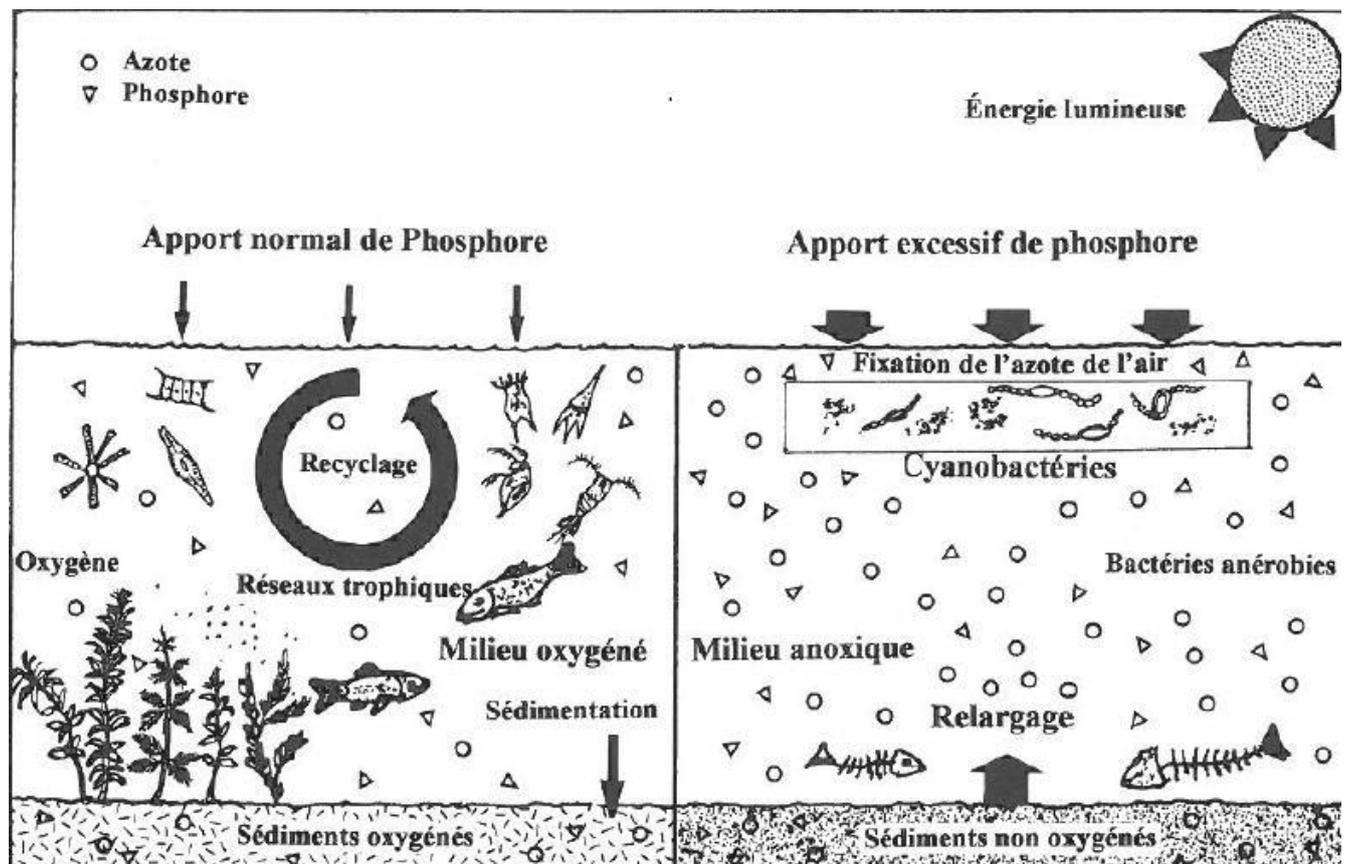


Figure 8: Dystrophisation d'un plan d'eau - impacts d'un apport excessif de phosphore (d'après Faurie et al, 1998)

## 2.1. Comment évaluer l'eutrophisation ?

L'évaluation du vieillissement des lacs s'effectue en mesurant la teneur des matières nutritives dans le lac et les changements dans la qualité de l'eau et les communautés biologiques. Les paramètres (descripteurs) les plus couramment utilisés sont :

- Le **phosphore total**, qui est l'élément nutritif dont la teneur limite favorise la croissance des algues et des plantes aquatiques. Il y a un lien entre la concentration de phosphore, la productivité du lac et son niveau trophique. Les lacs eutrophes ont une forte concentration de phosphore.
- La **chlorophylle *a*** qui est un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac. La concentration de chlorophylle *a* augmente avec la concentration des matières nutritives. Il y a un lien entre cette augmentation et le niveau trophique du lac. Les lacs eutrophes produisent une importante quantité d'algues.
- La **transparence de l'eau** qui est mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues dans le lac. Il y a un lien entre la transparence de l'eau et le niveau trophique. Les lacs eutrophes sont caractérisés par une faible transparence de leur eau.
- La **concentration d'oxygène dissous** dans la partie profonde du lac (l'hypolimnion), qui est un indicateur du métabolisme du lac. Une faible concentration en oxygène dissous est souvent liée à une forte décomposition de la matière organique provenant d'une biomasse élevée d'algues et de plantes aquatiques. Les lacs eutrophes sont souvent en manque d'oxygène dans l'hypolimnion.
- L'**abondance des plantes aquatiques** dans les zones peu profondes du lac. L'accumulation de sédiments et l'enrichissement du lac en matières nutritives favorisent la croissance des plantes aquatiques et il y a une augmentation de leur étendue et de leur densité avec le changement de niveau trophique. Les lacs eutrophes sont souvent caractérisés par une forte abondance de plantes aquatiques.
- L'**abondance du périphyton**. Le périphyton désigne les algues microscopiques vivant à la surface des objets submergés (roches, branches, piliers de quai, etc.). La présence et l'abondance du périphyton augmentent avec l'enrichissement du lac par les matières nutritives.

L'évaluation de l'état trophique d'un lac se fait de deux façons. La première consiste à comparer les résultats du suivi effectué avec des valeurs de référence, c'est-à-dire des valeurs guides servant à interpréter les données. La deuxième approche suit l'évolution de ces mesures dans le temps pour détecter des signes de vieillissement du lac.

Les niveaux trophiques servent à classer les lacs selon leur degré de productivité biologique, leur état pouvant varier de très oligotrophe à très eutrophe. L'évolution d'un lac sur l'échelle des niveaux trophiques ne se fait pas brusquement. Il s'agit plutôt d'un processus de vieillissement qui est graduel et dont les changements se manifestent au fur et à mesure de l'eutrophisation. La détermination du niveau trophique d'un lac vise à positionner ce lac sur l'échelle trophique. Le classement est réalisé en utilisant des valeurs de référence élaborées par l'OCDE (130px *et al.*, 2006; Carvalho, 2006) pour la concentration du phosphore, la concentration en chlorophylle *a* et la transparence de l'eau : voir Tableau 4.

Le niveau trophique qualifié d'hyper-eutrophe est pénalisant. Il signifie que le fonctionnement de la retenue est perturbé : très forte biomasse, potentiel d'efflorescence de cyanobactéries très important, sursaturation à anoxie complète des couches supérieures et inférieures de la colonne d'eau.

Tableau 4: Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total, de chlorophylle *a* et de

## transparence de l'eau

Classes trophiques		Phosphore total (µg/l)	Chlorophylle <i>a</i> (µg/l)	Transparence (m)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne estivale	Moyenne estivale	Moyenne estivale
Ultra-oligotrophe		< 4	< 1	> 12
Oligotrophe		4 - 10	1 - 3	12 - 5
	Oligo- mésotrophe	7 - 13	2,5 - 3,5	6 - 4
Mésotrophe		10 - 30	3 - 8	5 - 2,5
	Méso-eutrophe	20 - 35	6,5 - 10	3 - 2
Eutrophe		30 - 100	8 - 25	2,5 - 1
Hyper-eutrophe		> 100	> 25	< 1

Les changements observés dans les paramètres qui servent à la classification des lacs ne sont pas uniformes d'un lac à l'autre, en raison notamment des différences dans les caractéristiques physiques et morphologiques des plans d'eau. Il y a des variations dans les manifestations de l'eutrophisation entre les lacs. Le classement d'un lac dans un niveau trophique donné doit donc être interprété comme une probabilité que le lac se trouve à ce niveau, mais pas comme une certitude absolue. Cette possibilité est cependant forte lorsque les trois paramètres mesurés se situent, par exemple, nettement au centre d'une classe principale. C'est surtout aux stades transitoires entre les grandes classes que l'évaluation de l'état trophique des lacs s'avère plus incertaine. Des classes intermédiaires oligo-mésotrophe et méso-eutrophe sont parfois utilisées pour tenir compte de cette réalité et exprimer davantage la gradation dans la réaction des lacs à l'enrichissement par les matières nutritives. Le système retenu illustre bien que l'eutrophisation est un phénomène qui progresse graduellement et qu'il n'y a pas de classe absolue de niveau trophique.

Ces valeurs guides, particulièrement pour les classes intermédiaires, ne sont pas nécessairement définitives puisque l'étude du phénomène de l'eutrophisation évolue. Il est à noter qu'au moment où ce rapport est rédigé (septembre 2015), une étude d'Expertise Scientifique Collective, commanditée par les Ministères de l'Ecologie et de l'Agriculture, débute pour permettre de mieux définir le rôle que jouent les apports de nutriments et leur interaction avec d'autres facteurs dans le phénomène d'eutrophisation.

## 2.2. Que dit la réglementation ?

L'arrêté du 27 juillet 2015 (2015; Arrêté) dicte la réglementation relative à l'évaluation de l'état écologique, chimique et du potentiel écologique des eaux de surfaces en France. Il fait une distinction entre masses d'eau douces : les cours d'eau, les lacs et les masses d'eau fortement modifiées et artificielles. Le problème de l'eutrophisation se pose essentiellement dans ces dernières, id des retenues artificielles, des canaux, des ports, des biefs.

Les valeurs seuils du paramètre phosphore à prendre en compte pour définir les classes d'état de la qualité de l'eau dans les cours d'eau et les plans d'eau sont présentées dans le Tableau 5. Il faut noter que ces concentrations sont bien plus faibles dans les plans d'eau en lien avec le comportement du phosphore dans des eaux stagnantes où une part importante sédimente ou est consommée par la biomasse (voir chapitre 1.2 sur le comportement du phosphore). Les seuils de phosphore sont dépendants de la profondeur moyenne du plan d'eau, donc sont ici présentés les seuils applicables aux retenues de Rophémel (profondeur moyenne de 7 mètres) et Bois-Joli (profondeur moyenne de 7,8 mètres) (Source Agence de l'Eau LB).

Le phosphore étant le nutriment essentiellement contributeur au développement phytoplanctonique, l'état du plan d'eau vis-à-vis du phytoplancton reflète aussi l'état trophique du plan d'eau. Il est évalué par l'indice phytoplanctonique lacustre (IPLAC) qui permet de rendre compte de la biomasse phytoplanctonique totale (chlorophylle *a*) et de l'abondance et de la composition taxonomique (voir Tableau 5 pour les valeurs seuils).

Tableau 5: phosphore total en mg/L et IPLAC qui définissent les seuils de classes de qualité

	Limites des classes d'état				
	très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
Cours d'eau : p90 phosphore total en mg/L	0.05	0.2	0.5	1	> 1
Rophémel : phosphore total médiane en mg/L	0.024	0.034	0.047	0.067	> 0.067
Bois-Joli : phosphore total médiane en mg/L	0.023	0.033	0.046	0.065	> 0.065
Retenues : Indice biologique phytoplanctonique (IPLAC)	0.8	0.6	0.4	0.2	> 0.2

Actuellement il n'est pas fait de distinction quant aux limites de classe d'état (de très bon à mauvais), pour le paramètre phosphore ou l'IPLAC, entre masses d'eau du type lac et celles modifiées ou artificialisées du type retenues. L'objectif vis-à-vis de l'état écologique est différent : il est question de bon état écologique pour les premières et de bon potentiel écologique pour les secondes.

La méthodologie d'attribution d'un potentiel écologique pour les masses d'eau fortement modifiées ou artificialisées n'est pas strictement formalisée. L'article mentionne que « les valeurs [...] ne dépassent pas les valeurs établies pour assurer le fonctionnement de l'écosystème ». Cette indication rappelle que l'évolution des connaissances sur les phénomènes d'eutrophisation est vouée à faire évoluer les critères et les seuils à prendre en compte pour évaluer l'état écologique des masses d'eau fortement modifiées ou artificialisées.

### 2.3. Quelle concentration en phosphore dans les cours d'eau alimentant les plans d'eau pour atteindre un « bon état »?

Il faut noter que les paramètres qui servent à la classification ne sont pas uniformes d'un lac à l'autre, en raison notamment des différences dans les caractéristiques physiques et morphologiques des plans d'eau (Ministère Du Développement Durable). Par conséquent, il n'est pas possible d'afficher avec précision une concentration en phosphore à ne pas dépasser dans les cours d'eau, qui serait susceptible de ne pas engendrer une dégradation du niveau trophique du plan d'eau en aval. En effet chaque plan d'eau à un taux de sédiments variable et surtout un temps de séjour des eaux variable. D'autres nutriments comme l'azote peuvent aussi influencer le niveau trophique (notamment le rapport azote/phosphore), ainsi que le biotope spécifique au plan d'eau (notamment la chaîne de compétition alimentaire des végétaux et animaux).

Toutefois, la classe de qualité définissant le « bon état » d'un cours d'eau définissant une concentration de 0,2 mg/l de phosphore total à ne pas dépasser (au sens du percentile 90) peut être considérée comme une valeur de référence car basée sur l'état des connaissances scientifiques actuelles.

**Par conséquent, pour répondre à cette question de concentration en phosphore souhaitable dans le territoire du SAGE RFBB, la présente étude fait le choix pragmatique de se baser sur un état des lieux le plus exhaustif possible de :**

(1) la qualité actuelle des eaux vis-à-vis des classes de qualité énoncées par la Directive Cadre sur l'Eau.

(2) la contribution des différentes sources de phosphore

Le constat (voir plus loin Chapitre II) indique que les cours d'eau du périmètre véhiculent des flux importants de phosphore, associés à des teneurs en phosphore relativement importantes.

Sur cette base, l'étude définit les leviers d'actions efficaces permettant d'atteindre des objectifs adaptés au contexte local, c'est à dire en tenant compte de l'économie locale et des spécificités hydrologiques du territoire.

### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le processus d'eutrophisation est l'enrichissement graduel d'un lac en éléments nutritifs – dont le plus pénalisant est le phosphore - qui provoque une grande abondance de phytoplancton et de plantes aquatiques induisant un déséquilibre global de l'écosystème.
- Définir une « concentration idéale » en phosphore susceptible de ne pas engendrer une dégradation du niveau trophique du plan d'eau en aval se confronte au principe de réalité : les teneurs et flux de phosphore sont élevés dans les cours d'eau du territoire (voir diagnostic plus loin).
- Sur la base du diagnostic de territoire (Chapitre II), l'approche utilisée dans cette étude se base sur un état des lieux de la qualité actuelle des eaux vis-à-vis des classes de qualité dérivant de la DCE et de la contribution des différentes sources de phosphore.
- Sur cette base, l'étude définit les leviers d'actions efficaces permettant d'atteindre des objectifs adaptés au contexte local, c'est à dire en tenant compte de l'économie locale et des spécificités hydrologiques du territoire.

## 3. La prolifération des cyanobactéries

### 3.1. L'écologie des cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des bactéries particulières puisqu'elles sont capables d'effectuer la photosynthèse. A cet égard, elles sont similaires aux plantes supérieures et aux algues eucaryotes. Le terme « cyano- », dérivé du grec, découle de la présence de pigments photosynthétiques qui confèrent un aspect bleuté aux cyanobactéries. Le terme algue bleue ou bleu-vert est d'ailleurs utilisé dans le langage courant, bien que ces organismes appartiennent au règne des bactéries (Cseb, 2015).

Les cyanobactéries peuvent être unicellulaires ou pluricellulaires. Leur taille est comprise entre 0.5 et 60  $\mu\text{m}$ . Leur reproduction est végétative : par bourgeonnement, division binaire ou divisions multiples. Selon les espèces et les conditions environnementales, la durée de multiplication varie de quelques heures à quelques jours (Chorus, 1999). Elles peuvent supporter de grandes variations de température et de pH. Leur mode de vie peut être benthique, planctonique ou encore méroplanctonique comme *Microcystis* (Misson, 2011). Dans les rivières lenticques ou les lacs, les cyanobactéries planctoniques sont majoritaires. Elles ont tendance à préférer la zone d'épilimnion favorable au développement des phytoplanctons mais peuvent migrer verticalement dans la colonne d'eau, être poussées par le vent ou les courants, former des couches denses de biomasse à des profondeurs variables (Figure 9). On les retrouve principalement dans des milieux eutrophes.

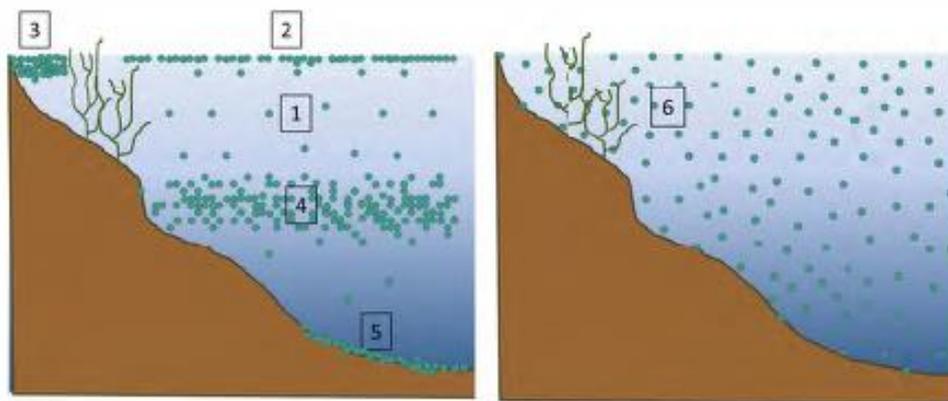


Figure 9: Répartition possible des cyanobactéries dans la colonne d'eau d'un lac stratifié. Gauche: pendant la saison de stratification (été). Droite: pendant la période de mélange. D'après CSEB, 2015.

### 3.2. Conditions optimales au développement des cyanobactéries

En présence de cyanobactéries, l'eau prend une couleur verte, bleue voire rouge en fonction des espèces. La surface de l'eau se recouvre d'une fine pellicule appelée écume ou bien encore « fleur d'eau » lorsque leur prolifération est intense. Généralement, les fleurs d'eau apparaissent au printemps, à l'été ou à l'automne, lorsque les conditions météorologiques sont douces.

De nombreux facteurs interviennent dans le déclenchement et l'amplification des proliférations des cyanobactéries. D'après le rapport de l'AFSSA (Afssa, 2006), ces micro-algues peuvent se développer correctement lorsque les concentrations en nutriments sont supérieures à **0,02 mg/l pour le phosphore** (qui constitue le principal facteur limitant en eau douce). Elles nécessitent aussi la présence de dioxyde de carbone et de lumière (Chorus, 1999) ainsi que d'une **stabilité élevée de la colonne d'eau** (faible débit, peu de brassage) (Berthon, 1996). La température et le pH sont des facteurs abiotiques influençant le développement des cyanobactéries. Leurs valeurs optimales sont comprises respectivement entre 20°C et

25°C et 6 et 9 (Afssa, 2006). La profondeur est, elle aussi, un facteur influençant les processus de développement des cyanobactéries. En effet, elle intervient sur la disponibilité en nutriment (importance du ratio N/P) et en énergie lumineuse (Berthon, 1996). Les cyanobactéries ont un avantage compétitif majeur par leur capacité de migration verticale (cf Figure 9).

### *L'apparition de bloom de cyanobactéries est contrôlée par des paramètres autres que la qualité de l'eau : la météorologie en est le principal.*

Les efflorescences de cyanobactéries apparaissent soit de manière régulière (tous les étés) ou épisodiquement dans un écosystème aquatique. Les conditions d'apparition ne sont pas précisément prédictibles : un printemps doux et pluvieux, suivi d'un été précocement et durablement chaud sera plus à risque qu'un été doux et pluvieux (Cseb, 2015).

D'autre part, l'effet du réchauffement climatique sur la dynamique des cyanobactéries est un enjeu majeur car des études suggèrent qu'il peut induire une augmentation de la fréquence, de la durée et de l'amplitude des efflorescences, ainsi qu'une augmentation des souches toxiques (Cseb, 2015).

Les populations de cyanobactéries apparaissent largement dépendantes des paramètres météorologiques qui subissent des évolutions significatives depuis les trente dernières années. Pour illustration, le bureau d'étude Interfaces et Gradients a examiné l'évolution des températures de 1971 à 2011 (Gradients, 2012) à la station de St Jacques à Rennes. L'augmentation est de 1.8°C/siècle. Cette augmentation est irrégulièrement répartie sur l'année avec un maxima en avril-mai de + 5.5°C/siècle. En termes de rayonnement, une augmentation est aussi mise en évidence, notamment en avril, mai et juin (+14%/siècle). L'étude tente de mettre en perspectives l'évolution des facteurs climatiques et la fréquence et la typologie des épisodes à cyanobactéries sur la retenue de Rophémel. Ces conclusions sont les suivantes :

- Pas de corrélation entre densité cellulaire des espèces principales de cyanobactéries et les paramètres physico-chimiques (dont la teneur en phosphore)
- Une corrélation positive entre phosphore particulaire et le taux de croissance de l'espèce *Microcystis aeruginosas* (ce qui n'est pas le cas avec les autres espèces présentes)
- Aucune relation directe et significative entre apparition de bloom et caractéristiques des débits entrants
- Evaluer l'impact des facteurs météorologiques est délicate car les séries de données sont courtes, parfois lacunaires et peu représentatives (par exemple les prélèvements ne sont pas fait dans la zone euphotique). Des corrélations sont statistiquement significatives mais avec des coefficients de corrélation faibles, impliquant des relations de dépendances multifactorielles.
- Toutefois, une tendance apparaît : les évolutions climatiques paraissent favorables à la prolifération de l'ordre des *Chroococcales* dont font partie les *Microsystis*. En revanche elles paraissent défavorables aux *Oscillatoriales* et aux *Nostocales*.
- Une diminution de la probabilité des blooms ne signifie aucunement que les densités cellulaires seront plus faibles (le taux de croissance étant dépendant des nutriments).
- L'évolution des mi-saisons vers des conditions plus favorables pourrait se traduire par un élargissement de la période où la croissance des cyanobactéries est possible, vers les mois d'avril-mai et octobre-novembre. Mais des réactions en chaîne non maîtrisées aujourd'hui rendent ce genre de prévisions très aléatoires.

### 3.3. Capacités d'adaptation des cyanophycées aux facteurs biotiques et abiotiques

Les cyanobactéries sont soumises à un contrôle "bottom-up" - par voie ascendante – pour l'accès à l'énergie fournie par la lumière et aux nutriments, ainsi qu'un contrôle "top-down" - par voie descendante - par les prédateurs et les parasites (Chorus, 1999). Elles vont ainsi chercher à s'adapter à ces facteurs.

#### *Capacités d'adaptation aux facteurs abiotiques*

En Bretagne, les cyanobactéries ont tendance à apparaître selon le rythme des saisons, principalement entre mai et septembre. Cependant, elles peuvent être présentes durant l'automne voire même durant l'hiver. Nous observons régulièrement la succession suivante : diatomées, chlorophycées et cyanobactéries (Brient, 2001b). Certaines espèces de cyanobactéries (comme *Microcystis aeruginosa*) ont un cycle biologique qui suit les variations saisonnières afin d'optimiser leur survie en fonction des conditions environnementales.

Les déplacements verticaux constituent un caractère adaptatif apparu chez certaines espèces afin d'optimiser les ressources nutritives et lumineuses et peuvent se dérouler de manière journalière ou saisonnière. En effet, les cyanobactéries vont migrer vers la surface afin d'atteindre la zone euphotique. A cet endroit, l'intensité lumineuse y est plus forte (au minimum 1% de la lumière incidente) et la température de l'eau y est plus élevée. Ainsi, leur développement est facilité par les conditions environnementales et elles intensifient leur photosynthèse. Lorsqu'elles redescendent en profondeur, elles recherchent des nutriments de type phosphore et azote. Elles peuvent aussi périr et se déposer dans le fond pour passer un ou plusieurs hivers (capacité de dormance).

#### *Capacités d'adaptation aux facteurs biotiques*

Face aux prédateurs, les cyanobactéries savent se défendre efficacement. Leur morphologie en filament ou en colonie, les rend impropres à la consommation par la plupart des organismes brouteurs comme le zooplancton (Levi, 2006). Ces algues bleues doivent être également compétitrices vis-à-vis des autres organismes phytoplanctoniques. Pour cela, elles possèdent certains avantages écologiques comme la possibilité de synthétiser des substances allélopathiques qui viendront perturber le cycle de vie de ses congénères. La possible influence des toxines sur les chlorophycées ou autres diatomées n'a pas encore été démontrée. De plus, lorsque les cyanobactéries prolifèrent jusqu'à former un bloom phytoplanctonique, elles limitent l'espace disponible pour les autres organismes phytoplanctoniques et augmentent la turbidité de l'eau empêchant alors la pénétration de la lumière. Dans ces conditions, les diatomées et les chlorophycées restantes meurent et précipitent dans le fond du lac (Levi, 2006).

### 3.4. Un danger potentiel : les cyanotoxines

Certaines cyanobactéries (près de 200 espèces dans le monde) appartenant à différents genres sont capables de produire des toxines impliquées dans des incidents sanitaires parfois graves. Ces toxines s'accumulent aussi le long de la chaîne alimentaire, ce qui est aujourd'hui une source d'inquiétude. Une étude a par exemple démontré une intoxication aux microcystines de 50% des anguilles prélevées dans le bassin versant du Frémur, affectant leurs conditions physiologiques avant la période de migration (Acou, 2008).

Ces toxines sont synthétisées pendant la croissance de la cyanobactérie et diffusées dans l'environnement lors de la sénescence (vieillesse) et de destruction cellulaire naturelle ou non (Chorus, 1999). Elles sont considérées comme un moyen de défense face aux prédateurs et aux compétiteurs phytoplanctoniques.

Il existe 3 catégories de toxines : les dermatotoxines qui irritent la peau, les hépatotoxines qui s'attaquent au système hépatique (comme les microcystines, la nodularine et la cylindrospermopsine) et les neurotoxines qui endommagent le système nerveux. Parmi ces dernières, nous retrouvons les saxitoxines et les anatoxines qui peuvent être mortelles (Chorus, 1999; Leitao, 2005). Il existe près de 40 espèces de cyanobactéries toxiques connues.

Les raisons pour lesquelles certaines cyanobactéries ont la capacité de synthétiser des toxines restent encore inconnues. Par ailleurs, il existe différentes souches d'une même espèce qui peuvent être toxiques ou non.

Or, lors de comptage cellulaire, il est impossible de différencier les clones toxiques des clones non toxiques. Une cyanobactérie peut aussi produire par moments une toxine alors qu'à d'autres, elle sera inoffensive. Le paramètre « nombre de cellules/ml » ne suffit donc pas seul à évaluer le risque sanitaire. La toxicité des blooms annuels reste imprévisible (Levi, 2006; Misson, 2011).

### *Recommandation et réglementation sur les cyanobactéries*

#### **Eaux de baignade**

En l'absence de recommandations communautaires spécifiques à la surveillance et la gestion du risque lié à la prolifération de cyanobactéries dans les eaux de baignade, certains états membres, dont la France, ont établi leurs propres recommandations. Ainsi en 2003, 2004 et 2005 des recommandations de surveillance et de gestion de phénomènes de prolifération de cyanobactéries dans des eaux de baignade ont été publiées par la Direction générale de la santé (circulaires DGS/SD7A 2003/270(34), 2004/364(35), 2005/304(36)) sur la base d'un avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (avis du CSHPF du 6 mai 2003). Cet avis reprend l'avis de l'OMS de 1999 qui prévoit trois niveaux d'alerte relatifs aux cyanobactéries et les mesures à prendre pour chaque niveau.

Les gestionnaires de sites ou le maire concerné doivent mettre en place de manière quotidienne un système de surveillance renforcée pour les sites à risque (sensibles à l'eutrophisation, ayant déjà présenté des proliférations de cyanobactéries ou présentant une forte fréquentation) et un système de surveillance visuelle pour les autres sites. La surveillance renforcée passe par une observation visuelle du site (recherche d'efflorescences, d'écumes, coloration de l'eau) et par la mesure de la turbidité ou transparence et du pH. En cas de situation jugée anormale, le gestionnaire du site et les services de la DDASS doivent procéder à des prélèvements d'eau pour observation microscopique dans le but de rechercher la présence de cyanobactéries. Si les cyanobactéries sont présentes et majoritaires le dispositif de suivi de niveau 1 est déclenché et des dénombrements et des identifications cyanobactériennes doivent être effectués. Le dispositif de suivi de niveau 2 est déclenché si le comptage est supérieur à 100 000 cellules/mL : la concentration en microcystine est analysée. La baignade doit être interdite dès que la concentration en microcystine dépasse les 25 µg/L.

#### **Valeur guide pour l'eau destinée à la consommation humaine**

A ce jour, les données toxicologiques sont jugées insuffisantes pour établir une valeur guide de cyanotoxines autre que la microcystine-LR. Ainsi l'OMS a retenu une valeur guide de 1 µg/L de microcystine-LR totale (toxine intra et extracellulaire) en considérant pour un individu de 60 kg, une consommation quotidienne de 2 L d'eau pendant la vie entière.

#### Seuils d'alerte

L'OMS a également établi en 1999 des seuils d'alerte pour l'eau destinée à la consommation humaine en considérant la biomasse cyanobactérienne présente dans l'eau brute. A chaque seuil sont associées des actions à entreprendre par les gestionnaires des stations de potabilisation, cependant ces actions doivent être adaptées à chaque ressource et aux possibilités analytiques et de traitement de l'eau.

- Seuil de vigilance (environ 200 cell/mL) : ce seuil correspond à la détection dans 1 mL d'eau brute d'une colonie ou de filaments de cyanobactéries. Quand ce seuil est atteint, il est conseillé d'augmenter la fréquence d'échantillonnage à au moins une fois par semaine, de façon à observer un changement rapide de la biomasse cyanobactérienne.

- Seuil 1 d'alerte (2 000 cell/mL) : ce seuil indique la possibilité de dépasser la valeur guide établie par l'OMS pour l'eau de boisson, et nécessite d'évaluer l'efficacité de la filière de traitement de potabilisation à éliminer les cyanotoxines ou la possibilité d'avoir recours à un captage de secours présentant une eau moins chargées en cyanobactéries. Un tel niveau de biomasse nécessite de s'entretenir avec les autorités sanitaires et de poursuivre la surveillance des eaux brutes avec une fréquence au moins hebdomadaire. Une identification des genres ou espèces cyanobactériennes doit être réalisée afin de déterminer les cyanotoxines pouvant être potentiellement produites. Des analyses cyanotoxines sur l'eau distribuée

peuvent également être envisagées. Si celles-ci sont négatives mais que la biomasse reste supérieure au seuil d'alerte 1, la surveillance des cyanobactéries dans l'eau brute doit être maintenue.

- Seuil 2 d'alerte (100 000 cell/mL) : une telle concentration témoigne d'un risque accru d'effets néfastes sur la santé à court terme si aucun traitement n'est en place ou si la filière de potabilisation n'est pas assez efficace en termes d'élimination de cyanobactéries et de cyanotoxines. En l'absence d'étape de traitement comprenant du charbon actif ou une autre technologie avancée afin d'éliminer les cyanotoxines, il convient d'envisager la mise en place d'un plan d'urgence pour garantir la distribution de l'eau d'alimentation. Une surveillance de la prolifération s'impose pour déterminer le retour à une situation de fonctionnement normal.

#### **CE QU'IL FAUT RETENIR**

- Les cyanobactéries sont des bactéries particulières capables d'effectuer la photosynthèse.
- En Bretagne, les cyanobactéries ont tendance à apparaître entre juin et octobre.
- Les cyanobactéries apparaissent soit de manière régulière (tous les étés) ou épisodiquement en fonction des conditions environnementales.
- De nombreux facteurs interviennent dans le déclenchement et l'amplification des proliférations des cyanobactéries : température, luminosité, stabilité et profondeur de la colonne d'eau.
- Elles n'ont besoin que d'une très faible teneur en phosphore (0,02 mg/l) pour se développer.
- Elles ont des capacités d'adaptation, des avantages morphologiques et écologiques qui les rendent très compétitives vis-à-vis des autres espèces.
- Certaines cyanobactéries produisent des toxines dangereuses pour la santé.

---

## **II. Diagnostic sur le territoire du SAGE**

---

# 1. Caractéristiques géologiques et hydrologiques du bassin versant

## 1.1. Une problématique érosion des sols

*La nature des sols du périmètre conditionne leur état de surface et donc leur sensibilité au ruissellement*

Le bassin versant est majoritairement localisé sur un sous-sol globalement peu perméable de formations schisteuses et granitiques (voir Figure 10).

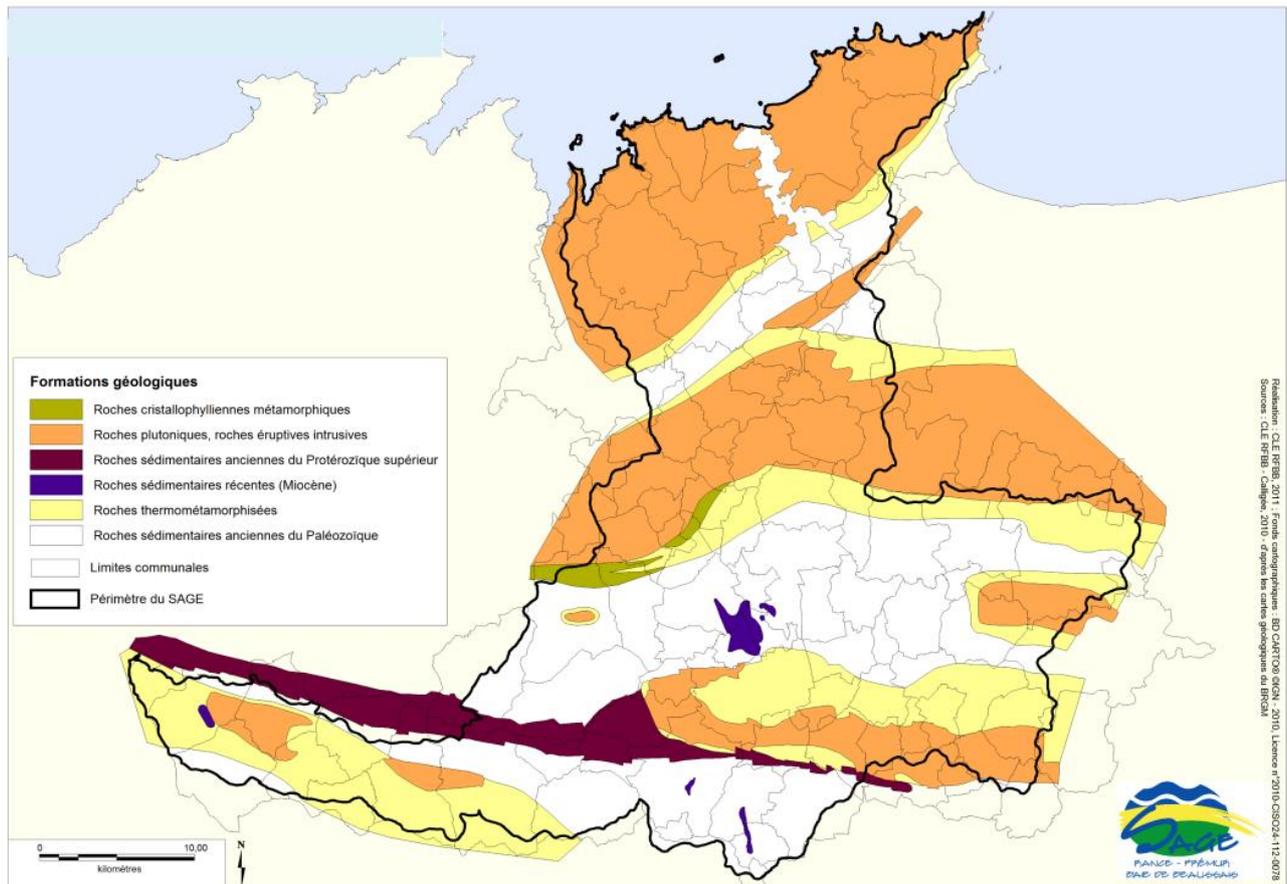


Figure 10: Carte géologique sur le périmètre du SAGE d'après CALLIGEE adapté des cartes géologiques du BRGM

Trois types de sol dominant sur le territoire (voir Figure 11):

- Les sols « sur granite » (dans les tons verts sur la carte) : sols globalement peu profonds, filtrants, à tendance acide. Leur potentiel agronomique est faible du fait d'une activité biologique ralentie (acidité) et d'une réserve utile généralement faible. Ils sont par conséquent riches en matière organique (minéralisation ralentie).
- Les sols « sur schiste » (dans les tons jaune-orangers sur la carte): sols globalement peu filtrants et plus neutres. Ils ont un meilleur potentiel agronomique et on donc subit plus d'amendement. Par conséquent ils sont moins riches en matière organique (minéralisation) ce qui augmente leur sensibilité à la battance. Ce sont donc des sols plus fertiles mais aussi plus fragiles.

- Les limons éoliens (rose sur la carte) : ils ont des caractéristiques proches des sols sur schiste, sont profonds et ont une réserve utile très élevée. Par contre ils sont très sensibles au tassement et donc très favorables à la battance et au ruissellement.

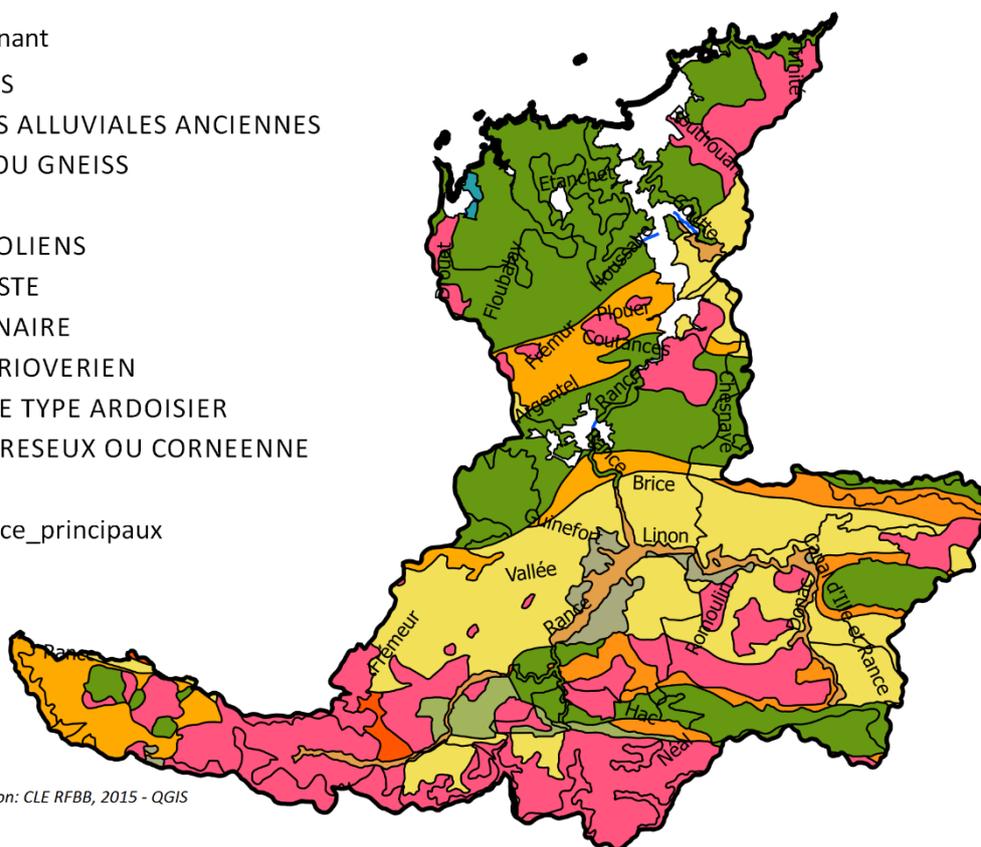
La lecture de cette carte doit se faire avec précaution vis-à-vis du risque érosif important des limons éoliens, car elle illustre le « matériau parental dominant à partir duquel s'est formé le sol » (à une échelle de 1/250 000). L'état de surface limoneux des sols est en réalité plus étendu que ne le suggère la carte. En effet, par dire des techniciens connaissant bien les sols du secteur (Chambre d'Agriculture, syndicats de bassin versant...), un « plaquage » de limons existe au-delà des zones roses de la carte : il se concentre dans la Haute-Rance, le bassin versant du Guinefort et le bassin versant du Frémur. Autrement dit, pour avoir accès à cette finesse dans l'information une vérification de terrain est nécessaire.

Les animateurs de bassin-versant, techniciens agricoles, et globalement tous ceux qui sont quotidiennement sur le terrain sont unanimes : des phénomènes d'érosion des terres sont visibles sur l'ensemble du territoire du SAGE. Lors des épisodes de crues hivernales et quand les aléas érosifs se combinent (faible couvert végétal notamment) des déplacements de sédiments vers les bas-fonds et les cours d'eau sont visibles et récurrents. A titre d'exemple, la Figure 12 illustre des phénomènes érosifs sur le territoire.

## Légende

Matériaux dominant

-  ALLUVIONS
-  TERRASSES ALLUVIALES ANCIENNES
-  GRANITE OU GNEISS
-  GRES
-  LIMONS EOLIENS
-  MICASCHISTE
-  SABLE DUNAIRE
-  SCHISTE BRIOVERIEN
-  SCHISTE DE TYPE ARDOISIER
-  SCHISTE GRESEUX OU CORNEENNE
-  SAGE
-  sage\_rfbb\_ce\_principaux



Réalisation: CLE RFBB, 2015 - QGIS

Figure 11: matériau parental dominant à partir duquel s'est formé le sol (QGIS d'après la couche Unité Cartographique des Sols au 1/250 000 - UMR 1069 SAS INRA - Agrocampus Ouest)



Figure 12: Illustration du phénomène érosif sur le territoire

L'Agrocampus de Rennes, dans son Unité Mixte de Recherche Sols Agro et Hydrosystème Spatialisation, a élaboré une carte de l'aléa érosif à l'échelle de la Bretagne. La Figure 13 illustre l'aléa érosif sur le périmètre du SAGE. En superposant cet aléa érosif à la carte pédologique il apparaît que le paramètre qui domine dans l'estimation du risque est la texture limoneuse du sol. Les autres paramètres rentrant dans l'équation de l'aléa érosif que sont la pente, l'occupation des sols et la pluviométrie sont moins discriminants sur le territoire.

Autrement dit, concernant la sensibilité à l'érosion, la nature de la surface est très importante dans notre secteur car elle conditionne le ruissellement. Le ruissellement est aussi favorisé par la nature du sous-sol globalement peu perméable. Pour autant, il faut rappeler les mêmes limites que précédemment : les zones d'extension des limons sont sous-estimées par la carte pédologique utilisée. D'autre part, l'occupation des sols est basée sur une résolution de 250 mètres (UMR LETG 6554 COSTEL) qui différencie les terres arables des prairies et pâturages par exemple, mais n'entre pas dans le détail des rotations annuelles. C'est une illustration de l'aléa donc du risque et non du potentiel érosif d'une année précise. Les « experts de terrain » s'accordent à dire que le type de culture (entre maïs et blé notamment) et la qualité du couvert végétal conditionnent aussi grandement les fuites d'eau et de sédiments de la parcelle.

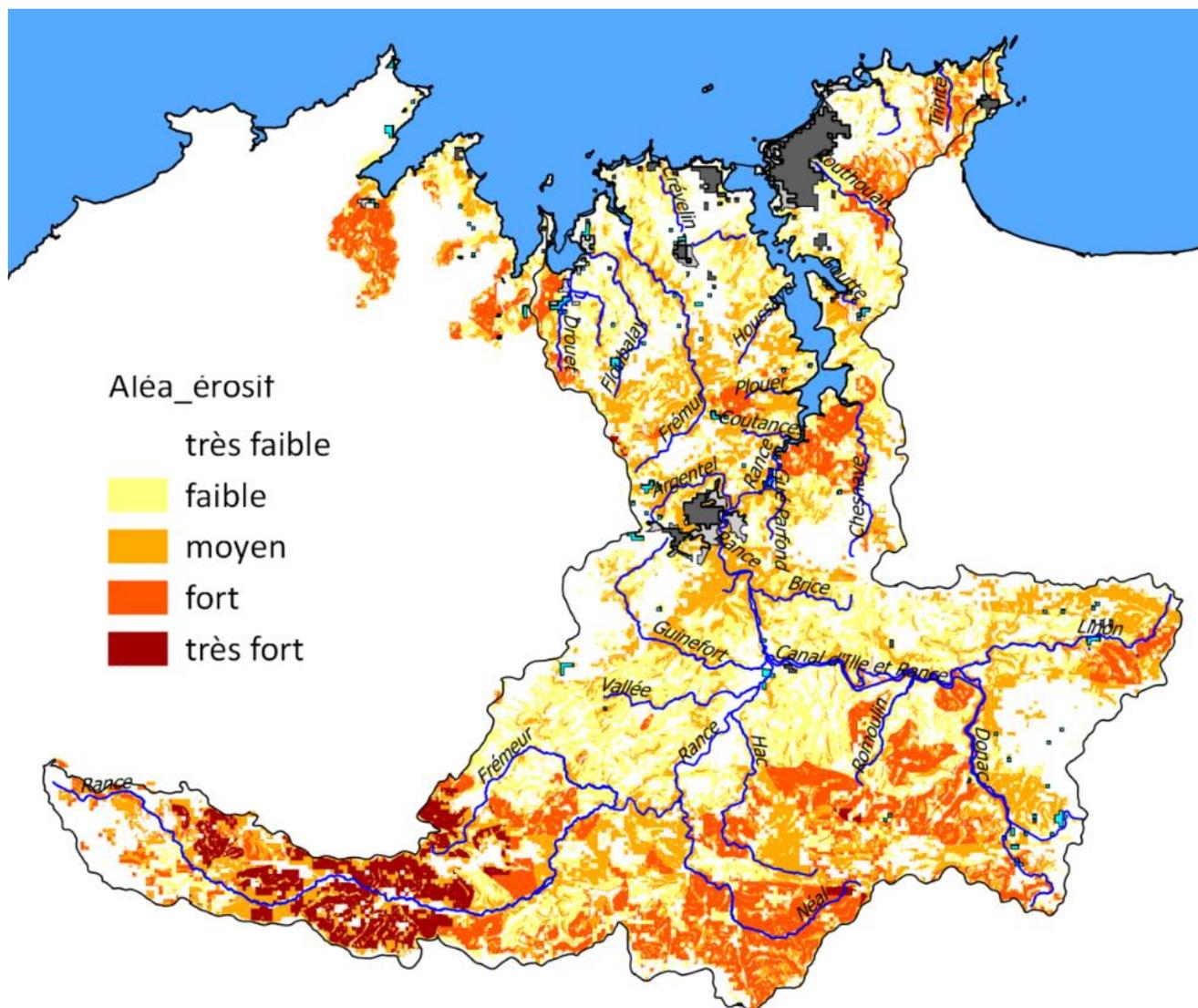


Figure 13: carte illustrant l'aléa érosif par la méthode de l'UMR SAS Agrocampus Rennes en 2015

## 1.2. Une forte densité de cours d'eau, de fortes variations de débits

Les caractéristiques hydrologiques générales du bassin versant sont décrites dans le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux approuvé le 9 décembre 2013. Une étude sur les eaux souterraines du périmètre a aussi été réalisée en 2011 (Calligee, 2011). Nous nous contenterons ici de reprendre les éléments essentiels à la compréhension du phénomène d'eutrophisation.

L'essentiel des nappes souterraines sont du type « fracturé-hétérogène », ont une capacité de stockage d'eau limitée et sont peu contributives aux débits des cours d'eau. Cette nature du sous-sol a des conséquences majeures sur les cours d'eau :

- les débits des cours d'eau sont peu soutenus par la nappe, d'où des étiages sévères, des débits spécifiques (relativement à la surface du bassin versant) faibles et fortement dépendants de la pluviométrie (d'où des débits irréguliers, on parle de forte réactivité hydrologique).
- les teneurs en phosphore dans les cours d'eau sont affectés par ce fonctionnement hydrologique à deux niveaux : pas d'effet de dilution par des eaux de nappe, des temps de transferts rapides des polluants et des pics accentués lors des épisodes de ruissellement.

- des écoulements superficiels favorisés qui génèrent un réseau hydrographique dense (voir Figure 14) : il en résulte une connectivité forte entre parcelles agricoles et réseau hydrographique. Par conséquent, le transfert de phosphore est facilité.

Toutefois, sont très localement présentes des roches sédimentaires calcaires : les faluns (en violet sur la carte Figure 10 : la région de Le Quiou Tréfumel Saint-Juvat Evran pour le bassin le plus étendu, à Médréac, à Landujan/La Chapelle-du-Lou). Cette formation a une bonne perméabilité et héberge des aquifères par ailleurs exploités pour l'eau potable. Ces formations plus poreuses sont propices à réduire les pics de débits dans les cours d'eau et à soutenir des débits d'étiage plus élevés. Vis-à-vis du phosphore cela devrait théoriquement réduire les teneurs en période d'étiage par effet de dilution. Ce pourrait être le cas du petit segment de la Rance (3 km environ) qui draine la nappe entre Saint Juvat et le Quiou (Calligee, 2011).

Le territoire du SAGE Rance Frémur baie de Beausse se découpe en 4 sous-bassins versants hydrologiques : la Haute-Rance, le Linon, la Rance aval Faluns Guinefort et le Frémur (voir Figure 14). L'hydrologie du bassin versant est marquée par une forte artificialisation (retenues, plans d'eau, canal ; voir Figure 14) qui induit des écoulements ralentis associés à d'importants processus de sédimentation : le stockage de phosphore dans les sédiments est donc favorisé ainsi que les conditions environnementales propices au développement des cyanobactéries.

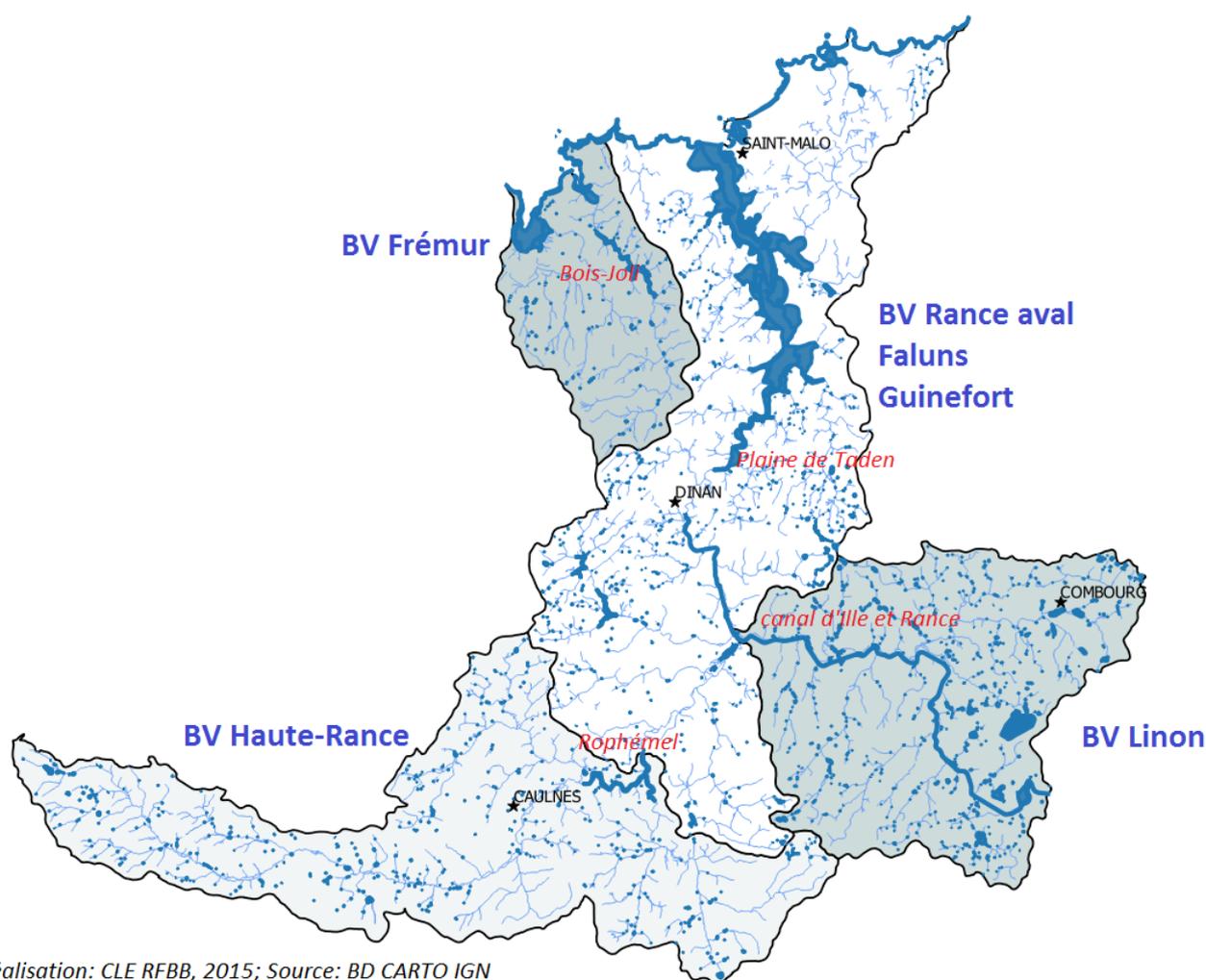


Figure 14: importante densité de cours d'eaux et plans d'eau dans le périmètre du SAGE (Source : base de données de la CLE inventaires communaux de cours d'eau 2015 ; plans d'eau DDTM)

Les débits des 3 cours d'eau équipés d'un débitmètre que sont la Rance, le Néal et le Frémur, révèlent une forte variabilité et des étiages sévères (Figure 15). Par ailleurs, les débits, surtout de la Rance et du Néal, sont très variables selon les années hydrologiques (Intergrad, 2012).

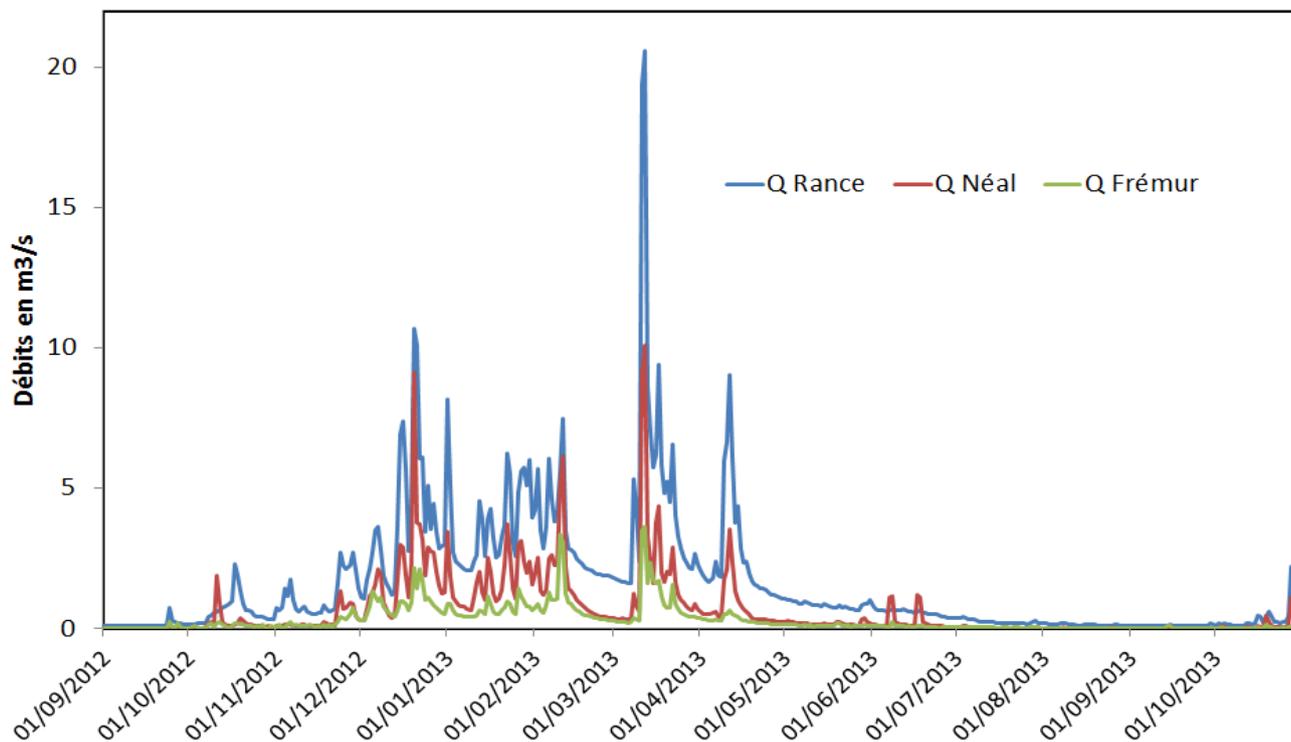


Figure 15: évolution des débits des trois cours d'eau du périmètre équipés d'une station de mesure de débits (année hydrologique 2012-2013) Source : DREAL Bretagne

### 1.3. Les retenues du territoire : des caractéristiques favorisant l'hyper-eutrophisation

Deux grandes retenues, utilisées pour l'eau potable, sont présentes sur le territoire et révèlent une dégradation de leur niveau trophique : des proliférations de cyanobactéries y sont récurrentes et gênent la production d'eau potable. Il s'agit de la retenue de Rophémel, à l'exutoire du bassin versant de la Haute-Rance, et du complexe de Bois-Joli sur le bassin versant du Frémur (voir Figure 14).

Les photographies aériennes des deux retenues sont illustrées dans la Figure 16.



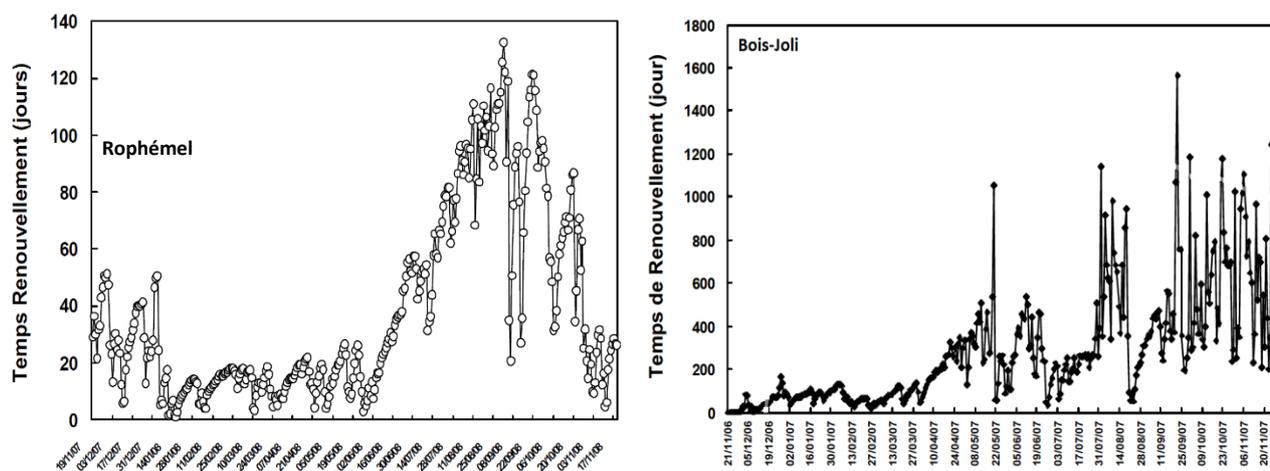
Figure 16: photo aérienne des retenues de Rophémel (à gauche) et de Bois-Joli (à droite) (Orthophoto IGN)

Compte tenu des spécificités des cours d'eau alimentant ces retenues, pour pouvoir stocker des volumes d'eau suffisants, l'eau est faiblement renouvelée en période d'étiage. Un autre facteur favorisant l'émergence de bloom est la relative longueur des queues de retenues (en entrée de retenue) peu profondes.

Le Tableau 6 synthétise les caractéristiques morphologiques, les volumes et les débits en jeu dans les deux retenues. Sur la base de ces critères, les deux retenues se distinguent fortement. La retenue de Rophémel est alimentée par un bassin versant 10 fois plus grand que celui de Bois-Joli. A Rophémel le temps de séjour de l'eau dans la retenue est environ 10 fois inférieur à celui de Bois-Joli (respectivement 130 jours et 1000 jours au maximum en été (voir Figure 17)). Ces caractéristiques impliquent que le volume d'eau prélevé pour l'alimentation en eau potable par rapport à la ressource disponible est très différent : à Rophémel de 10 à 22% du volume total entrant sont prélevés; à Bois-Joli 30 à 86 %. Ces différences impliquent que les résultats à attendre des leviers d'action pour améliorer la qualité de l'eau vis-à-vis du phosphore ne seront pas nécessairement similaires sur les deux sites.

**Tableau 6: caractéristiques principales des retenues de Rophémel et Bois-Joli**  
(d'après (Intergrad, 2012) (Gaury, 2008), Eau du Bassin Rennais et Eau du Pays de St Malo; AELB)

	<b>Rophémel</b>	<b>Bois-Joli</b>
<b>Bassin versant contributif</b>	383 km <sup>2</sup>	38 km <sup>2</sup>
<b>Surface du plan d'eau</b>	81 ha	55 ha
<b>Morphologie (profondeur, longueur)</b>	7 m de profondeur en moyenne; profondeur maximale de 22 m	7.8 m de profondeur en moyenne ; profondeur maximale de 12 m
<b>Volume d'eau</b>	5 Mm <sup>3</sup>	3 Mm <sup>3</sup>
<b>Débit d'entrée</b>	41 à 85 Mm <sup>3</sup> (entre 2001 et 2014) donc du simple au double en fonction des années	3.5 à 10 Mm <sup>3</sup> (entre 2001 et 2014) donc du simple au triple en fonction des années
<b>Prélèvement AEP</b>	9 Mm <sup>3</sup> /an	2.5 à 3 Mm <sup>3</sup>
<b>Temps de renouvellement Hiver</b>	10 j	50-100 j
<b>Eté</b>	Croissant de 40 à 130 j	270 j en moyenne
<b>Automne</b>	Décroissant de 50 à 30 j	550 j en moyenne
<b>Remarques</b>	Pas de lâcher d'eau de mai à novembre (hydro-électricité). Existence d'un bardeau « piège à sédiments »	Existence d'une pré-retenu « piège à sédiment »



**Figure 17: Temps de séjour des eaux durant une année hydrologique dans les retenues de Rophémel et Bois-Joli. Les temps de séjour à Bois-Joli sont bien plus élevés. Source: études GEPMO 2008 et 2009**

### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le territoire est sensible à l'érosion des sols, du fait de la présence de limons éoliens. Aucun bassin versant n'est épargné mais les plus sensibles à priori sont : la Haute-Rance, le Guinefort, localement le Linon, le Frémur et la zone de Pleudihen / la Vicomté-sur-Rance.
- Les données permettent aujourd'hui de produire des cartes d'aléa érosif, mais leurs précisions (échelle) restent insuffisantes. Elles ne sont pas adaptées à l'échelle de la parcelle agricole.
- Les débits des cours d'eau sont peu soutenus par la nappe d'où des étiages sévères et des débits irréguliers. Les teneurs en phosphore dans les cours d'eau sont affectées par ce fonctionnement hydrologique à deux niveaux : pas d'effet de dilution par des eaux de nappe et accentuation des pics de concentrations lors des épisodes de ruissellement.
- Le réseau hydrographique du périmètre du SAGE est très dense, impliquant un fort chevelu en tête des bassins versants : il en résulte donc une connectivité forte entre parcelles agricoles et réseau hydrographique, favorable au transfert de phosphore.
- L'hydrologie du bassin versant est marquée par une forte artificialisation (retenues, plans d'eau, canal) qui induit des écoulements ralentis associés à d'importants processus de sédimentation : le stockage de phosphore dans les sédiments est donc favorisé ainsi que les conditions environnementales propices au développement des cyanobactéries.
- Les deux principales retenues utilisées pour l'alimentation en eau potable (Rophémel et Bois-Joli) ont des caractéristiques hydrologiques différentes mais présentent toutes deux des efflorescences de cyanobactéries.

## 2. Activités sur le bassin versant impactant les teneurs en phosphore

L'occupation du sol, la population et les principales activités économiques du bassin versant sont décrites dans le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux approuvé le 9 décembre 2013. Nous nous contenterons ici de faire un rappel des éléments essentiels à retenir en lien avec l'enjeu phosphore et l'eutrophisation.

Rappelons qu'il existe plusieurs sources de phosphore (voir Tableau 1 dans le Chapitre I) : le ruissellement urbain, le ruissellement sur les cours de ferme, l'assainissement domestique, industriel, de transformation agro-alimentaire, les fuites liées au stockage de fumiers ou lisiers, le ruissellement et l'érosion des sols agricoles, les transferts par remontée de nappe depuis les bas-fonds, l'altération des « zones naturelles » (berges de cours d'eau, érosion des sols). Toutefois les deux contributeurs principaux dans le contexte local sont l'assainissement (domestique et industriel) et le ruissellement et l'érosion des sols agricoles. Ces deux contributeurs sont développés ici.

### 2.1. L'assainissement collectif, industriel et autonome

La population du bassin versant est estimée en 2008 à 188 500 habitants et à plus de 335 000 personnes en pointe estivale. La population se concentre principalement sur la frange littorale, le long du bassin maritime et autour de Dinan. En dehors de ce secteur la densité de population est bien moindre, de l'ordre de 10 à 150 habitants/km<sup>2</sup>.

#### *Assainissement collectif et industriel*

La présente étude a inventorié et mis à jour les connaissances sur les rejets de l'assainissement collectif et industriel sur le périmètre du SAGE. Les résultats de rejets en phosphore sont présentés dans la section 3.3.

On dénombre 69 stations d'épuration collectives rejetant leurs eaux traitées dans le périmètre du SAGE, pour une capacité totale d'environ 364 535 équivalents-habitants (Eq-hab.) (voir Figure 18).

Les stations d'épuration sont réparties sur le territoire du SAGE selon un gradient sud-nord, répondant à une densité de population plus importante au niveau du bassin maritime de la Rance et sur le linéaire côtier. Environ 10% de la capacité nominale épuratoire totale est assurée par des systèmes de lagunage alors que 88% des Eq-hab. sont concernés par des stations à boues activées. Les trois seules communes de St Malo, Dinard et Dinan représentent 62% de la capacité nominale traitée. Le traitement spécifique du phosphore est réalisé sur 20 stations. Le détail, station par station, est présenté en ANNEXE 4. Ces dix dernières années, la rénovation de tout ou partie des stations se fait à une cadence soutenue. Rien que pour les années 2011 à 2015 (y compris travaux en cours à la date de la rédaction de ce rapport) 14 stations ont rénové leur filière. Il faut aussi noter que les services d'appui aux stations d'épuration du Conseil Général du 35 et du 22 réalisent un travail d'identification des réseaux défectueux et appuient la rénovation de ceux-ci. Ainsi, notamment ces 5 dernières années, la rénovation des réseaux a pris de l'ampleur mais beaucoup de travail reste à accomplir. Concernant le phosphore, ces travaux sont bienvenus car, en limitant les surcharges hydrauliques (notamment en cas d'orage), le rendement des stations est amélioré.

Les stations industrielles non raccordées aux stations collectives sont au nombre de 6 (Figure 18). Deux industriels ont des rejets relativement conséquents : les abattoirs de Kermené en Haute-Rance et la Laiterie de St Malo.

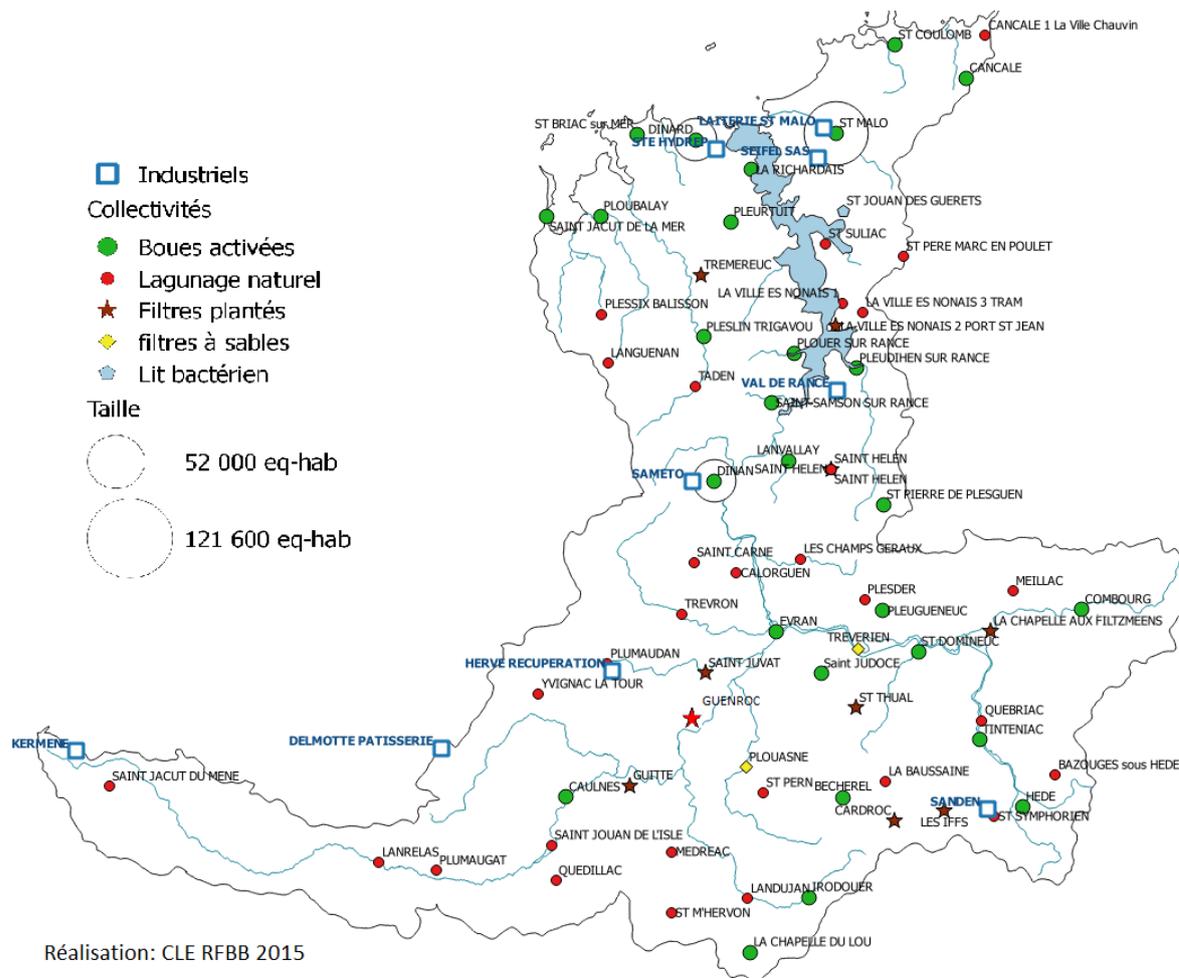


Figure 18: Répartition de l'assainissement collectif et industriel en 2015. Source : AELB, SATESE 22, MAJE 35, DDTM

### Assainissement autonome

Il faut noter que l'assainissement autonome n'a pas fait l'objet d'un chiffrage des rejets, malgré une contribution certaine dans un territoire où l'habitat diffus est très important. Il y a un manque de références pour pouvoir correctement chiffrer la contribution des assainissements non collectifs (ANC), contrairement aux stations d'épuration collectives qui font l'objet de mesure des rejets en sortie et qui rejettent directement dans les cours d'eau. Il est possible de chiffrer la production de phosphore des habitants non raccordés au collectif (un habitant rejette en moyenne 1.7 g de phosphore par jour (Cemagref)) mais pas le phosphore transféré vers le réseau hydrographique. Deux critères principaux rentrent en compte : la connexion effective ou pas au réseau hydrographique et le rendement épuratoire du phosphore qui dépend notamment du type de dispositif d'assainissement. Peu de références existent sur leurs rendements épuratoires. Des études qui ont tenté de chiffrer ces rejets donnent des résultats très discordants. Vu la forte incertitude sur les données, le choix a été fait ici de ne pas chiffrer cette contribution, tout en rappelant qu'elle existe évidemment. Dans le chapitre V il est souligné la nécessité d'avoir une méthodologie validée pour permettre de chiffrer ultérieurement la contribution des ANC aux rejets totaux de phosphore. Notons le travail récent (publié à la date de rédaction de ce rapport) du bureau d'Etude Interfaces et Gradients (Intergrad, août 2015) qui a élaboré une méthodologie « maison ». Dans deux sous-bassins versants de la Vilaine amont (la Valière et la Haute-Vilaine), la contribution des ANC est estimée comme environ équivalente à celle de l'assainissement collectif.

## 2.2. Une agriculture induisant des pressions en phosphore parfois élevées

L'activité du territoire est dominée par la filière agricole et agro-alimentaire. Sur le bassin versant de la Haute-Rance et du Guinefort les élevages hors-sol sont majoritaires (porcs et volailles). Ailleurs l'activité laitière est dominante. Les productions végétales sont fortement dominées par les cultures fourragères destinées à l'alimentation du bétail (maïs fourrage, céréales ensilées, prairies...).

Des fiches descriptives de l'activité agricole dans les 4 grands bassins versants du SAGE sont présentées en ANNEXE 5.

La balance globale phosphorée a été calculée pour chaque bassin versant dans le cadre des enquêtes sur les pratiques agricoles réalisées en 2011 et synthétisées par la DRAAF Bretagne (Draaf, 2011). Par définition, elle tient compte de manière exhaustive du phosphore importé et exporté et est ramenée à une valeur par hectare de surface agricole utile (SAU). La Figure 19 illustre la balance phosphorée par sous-bassins versants du périmètre du SAGE Rance Frémur. Les bassins versants où la balance est excédentaire sont la Haute-Rance, le Guinefort et la Rance intermédiaire.

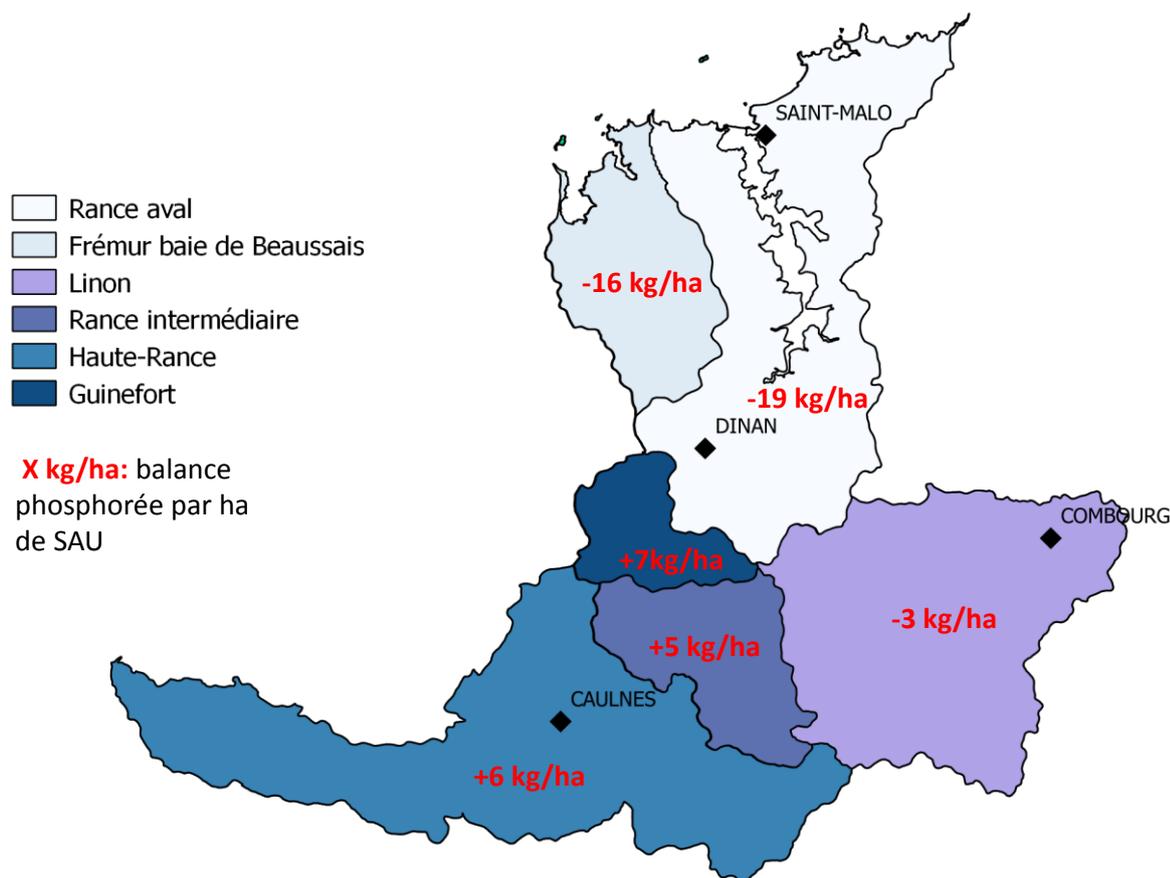


Figure 19: Balance phosphorée en kg de phosphore par hectare de SAU par sous-bassins versants (pratiques agricoles 2011(Draaf, 2011))

La surface en prairie est aussi un paramètre important dans l'estimation de l'aléaérosif car la prairie maintient mieux le sol en surface et limite donc l'érosion. Les surfaces toujours en herbe varient de 6,4 % de la SAU dans le Linon à 3,2 % dans le sous-bassin du Guinefort, en passant par 4,1 % en Haute-Rance. Il est à

noter que les surfaces déclarées sont en diminution par rapport à l'année 2000, de l'ordre de – 11 % dans la Haute-Rance, le Guinefort et la Rance aval et de – 4 % dans le bassin versant du Frémur ou du Linon. Ce « signal négatif » est partiellement compensé par le maintien, voire une légère hausse, des prairies temporaires ( inférieur à 5 ans).

#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les capacités épuratoires des stations d'épurations sont concentrées sur la Rance maritime et le linéaire côtier. Parmi les 69 stations du territoire, environ 10 % de la capacité épuratoire est assurée par des lagunes.
- Les stations industrielles non raccordées aux stations collectives sont au nombre de 6 sur le territoire. Deux stations ont une taille conséquente : les abattoirs de Kermené et la Laiterie de St Malo.
- L'amélioration conséquente des rendements épuratoires des stations date des années 1995. Ces 10 dernières années des rénovations importantes des réseaux et des stations ont été réalisées.
- L'élevage intensif et hors-sol génère une balance phosphorée excédentaire dans trois bassins versants : La Haute-Rance, le Guinefort et le sous bassin situé entre l'aval de Rophémel et Evran.

## 3. Teneurs en phosphore, flux de phosphore et densité de cyanobactéries

### 3.1. Etat des cours d'eau vis-à-vis du phosphore

Dans cette étude les **teneurs en phosphore total** de 19 points de mesure ont été utilisées, de 2008 à 2014. Ces données ne sont pas toujours homogènes et sont variables d'un bassin versant à l'autre, selon l'objectif des différents suivis mis en place. Le nombre d'échantillon moyen par année varie de 12 à 30. La Figure 20 localise les points de mesure. Les données détaillées sont présentées en ANNEXE 6.

#### *Une fiabilité des résultats dépendante de la fréquence d'échantillonnage*

En préambule de l'analyse des résultats, il faut souligner l'importance d'une bonne fréquence d'échantillonnage.

En effet, cette fréquence est parfois trop faible pour avoir un résultat réellement significatif. Etant donné que les teneurs en phosphore sont fortement variables au cours de l'année (notamment en hiver en raison des phénomènes de crues qui transfèrent les plus fortes quantités de phosphore vers le cours d'eau), une donnée mensuelle à date fixe ne « capte » pas le signal réel des teneurs en phosphore.

C'est pourquoi le Protocole régional de suivi de la qualité de l'eau en Bretagne (Bretagne, 2015) préconise un protocole de suivis plus adapté. Par exemple un protocole donnant des résultats fiables est réalisé par un suivi calendaire mensuel à date fixe + un suivi pluie à raison de 12 suivis de crue dans l'année.

Dans les chroniques de données disponibles dans cette étude, les fréquences d'échantillonnage ne sont que rarement optimales. Il faut donc, dans l'interprétation des résultats, garder cette limite à l'esprit.

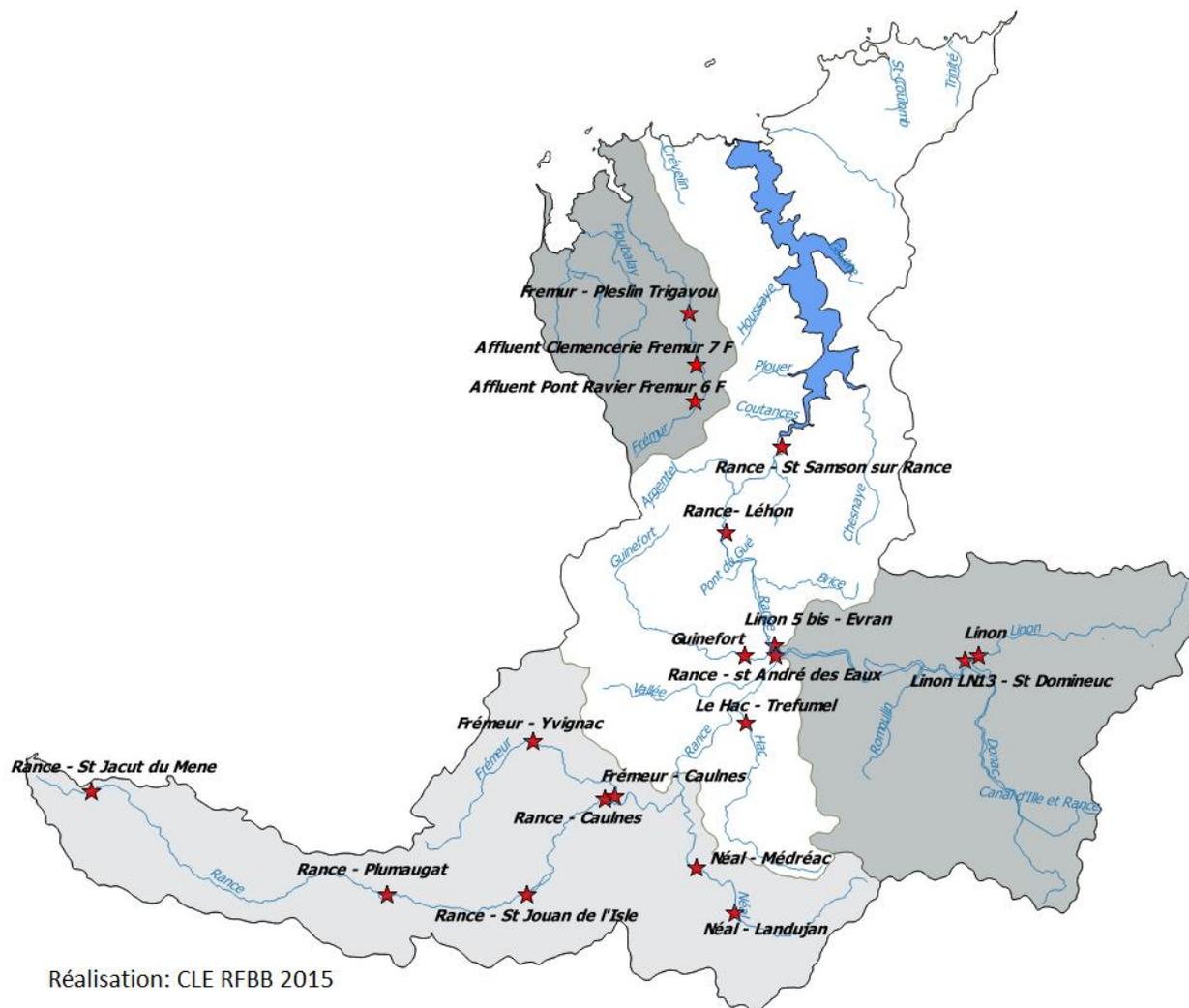
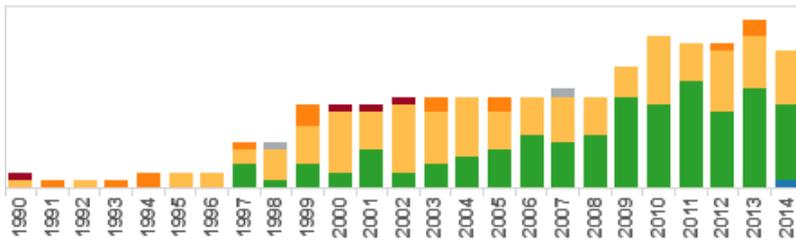


Figure 20: localisation des points de mesure de la qualité de l'eau (détails en ANNEXE 6)

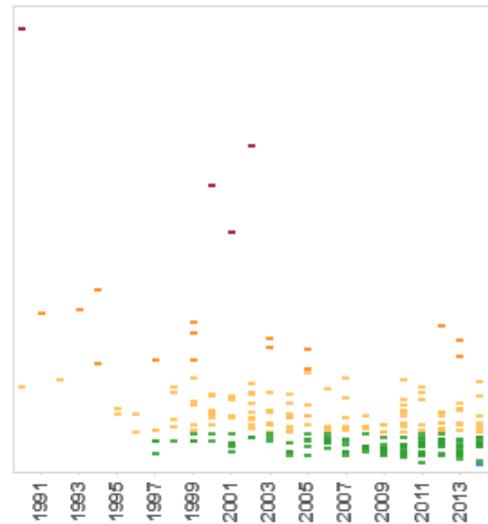
### *Une chute des teneurs en phosphore de 1990 à 1996*

Avant de s'intéresser à ces 6 dernières années, on peut noter la tendance générale de l'évolution des teneurs en phosphore sur le périmètre du SAGE. Des chroniques de données sont disponibles depuis 1990. L'analyse de l'évolution doit être faite avec précaution car il existait peu de points de mesure jusqu'en 1998. Les données sont consignées par l'Observatoire de l'Eau en Bretagne et visibles via le lien du site web (Bretagne). La Figure 21 est un extrait de cette page web : on observe que les teneurs en phosphore étaient de l'ordre du mg/l au début des années 1990 et ont chuté jusqu'en 1995 pour atteindre une valeur relativement stable jusqu'à aujourd'hui (autour de 0,2 mg/l). Cette chute est attribuée à une amélioration de l'épuration des stations d'épuration. Les données de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne montrent un pic de réalisation ou de rénovation de stations d'épuration à cette période.

Evolution du nombre de stations et répartition par classes de qualité



Q90 : Répartition par stations



Evolution du Q90 moyen (mg/l)

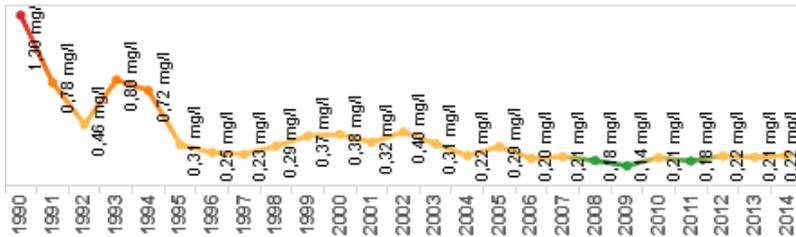


Figure 21: évolution des teneurs en phosphore sur le périmètre du SAGE (Q90 : moyenne des données sur les stations)  
(Source : extrait du site web Observatoire de l'Eau en Bretagne)

### Une majorité de stations de mesure en qualité moyenne

Les 19 points de mesures, de 2008 à 2014, sont analysées en calculant le percentile 90 pour chaque année. Il permet de définir un seuil d'acceptation dans une série de valeurs et correspond à la valeur non dépassée par 90 % des résultats. C'est une méthode de calcul utilisée pour définir le seuil de bon état des masses d'eau au titre de la DCE.

Les résultats montrent une variabilité des teneurs en phosphore d'une année sur l'autre, à corrélérer avec les conditions climatiques (voir chapitre I sur les mécanismes de transfert du phosphore). Ils sont illustrés pour trois périodes : (1) une vision moyennée des teneurs en phosphore de 2008 à 2014 - Figure 22 (lissage des données qui permet de faire abstraction de la variabilité inter-annuelle ; cette moyenne est statistiquement significative car la variabilité des données est inférieure à 10 % de la moyenne) (2) une année « sèche » : 2011 - (3) une année « humide » : 2014.

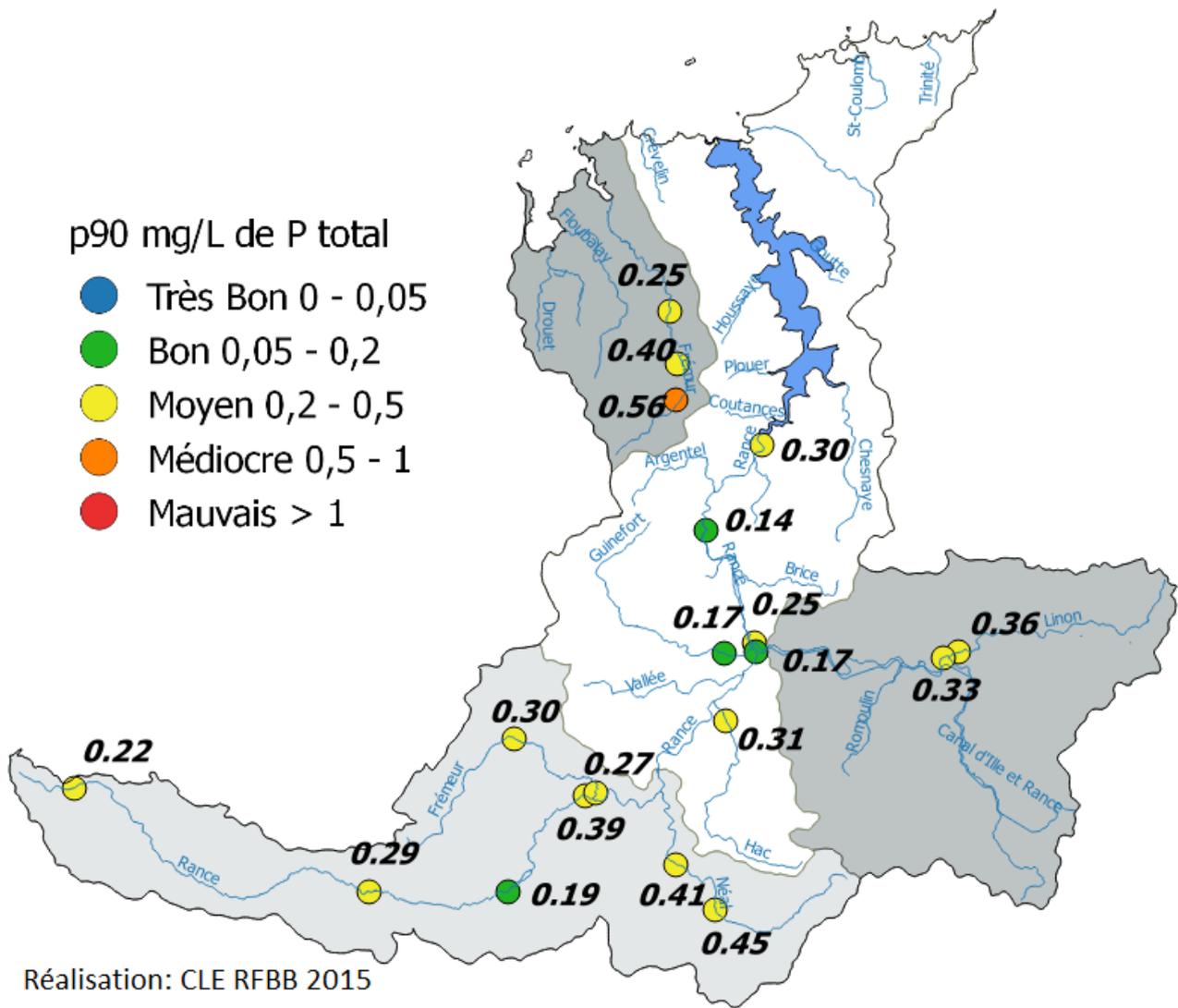


Figure 22: teneurs moyennes en phosphore de 2008 à 2014 (exprimées par le percentile 90)

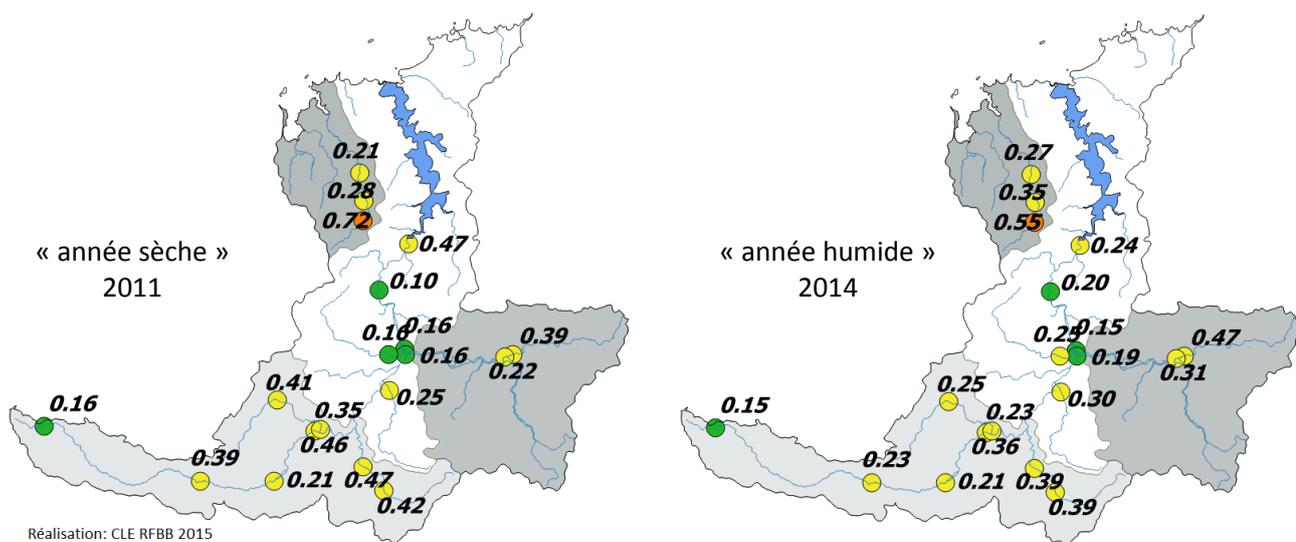


Figure 23: comparaison des teneurs en phosphore pour une année "sèche" et une année "humide" (exprimées en p90)

L'analyse des cartes met en évidence que:

- Une majorité de stations de mesure est en « **état moyen** » au titre des critères de classement dérivant de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).
- Sur la série de données moyennées de 2008 à 2014, les percentile 90 varient de 0,14 mg/l à 0,56 mg/l, avec une **moyenne de 0,31 mg/l** et un écart type de 0,08 mg/l.
- Comme introduit plus haut, la fréquence d'échantillonnage a un impact sur le résultat du classement: les 4 points de mesure classés en « état bon » ont aussi une fréquence d'échantillonnage faible (12/an).
- L'impact d'une année sèche versus une année humide est notable sans être disproportionnée: globalement en année humide comme 2014, les teneurs en phosphore sont plus faibles (de l'ordre de 18 % sur la série de donnée en diminution) suggérant un effet de dilution. Une exception notable semble être sur le bassin versant du Linon où sur 2 stations l'inverse est constaté, mais ce biais pourrait-être dû à la faiblesse de la fréquence de mesure. **Ce point est à souligner car il met en évidence que la seule observation des teneurs en phosphore laisserait à supposer que 2014 est une année « à faible phosphore ».** On verra plus loin que les flux sont au contraire très élevés cette année-là: l'hiver 2014, où ont eu lieu de fortes crues, a permis un transfert très important de phosphore vers les cours d'eau. A noter aussi que lors de l'été qui a suivi de très importantes proliférations de cyanobactéries ont eu lieu.

L'interprétation point par point nécessite de croiser les teneurs avec les flux totaux de phosphore transitant dans le cours d'eau et les rejets des stations d'épuration (voir section 3.3). Toutefois, en première analyse il peut être relevé que :

- Les teneurs les plus élevées sont systématiquement mesurées sur un affluent du Frémur: Pont Ravier 6F. L'interprétation est difficile: il n'y a pas de station d'épuration en amont de ce point (en complément, les teneurs en phosphore dissous sont en moyenne de 0,04 mg de P/l sur toute la chronique de données, il n'y a pas de teneurs élevées). Les teneurs élevées sont observables en février/mars et mai/juin et correspondent généralement à des débits du cours d'eau relativement élevés, ce qui suggère que le mécanisme de ruissellement/érosion est prépondérant. Toutefois la fréquence d'échantillonnage est limitée (environ 15/an) ce qui ne permet pas de consolider cette interprétation. Il faut aussi noter que ce cours d'eau est régulièrement à sec en été.
- Des valeurs élevées sont observées sur le bassin versant de la Haute-Rance, globalement sur le Néal mais aussi sur la Rance à Caulnes et sur le Linon avant la confluence avec la Donac. Ici aussi les comparaisons avec les rejets des stations d'épuration (voir chapitre 3.3) et les débits des cours d'eau suggèrent que le mécanisme dominant est le ruissellement/érosion.
- Des valeurs assez élevées sont notables à l'exutoire de la Rance à St-Samson-sur-Rance. A priori la station d'épuration de Dinan pourrait avoir un rôle, mais cela reste à vérifier (voir chapitre 3.3).
- Des valeurs relativement faibles en aval des abattoirs de Kermené (voir plus loin le chiffrage des flux de la station).
- Des valeurs relativement faibles en aval de Rophémel ce qui suggère un « piégeage » d'une partie du phosphore dans la retenue (comme démontré dans les études d'Interfaces et Gradients et GEPMO (Intergrad, 2012) (Gaury, 2008)).

### *Teneurs en phosphore à l'étiage*

Les chroniques de données les plus complètes dont nous disposons, tant spatialement que temporellement, sont sur le paramètre phosphore total (dissous + particulaire). Le phosphore dissous n'est pas systématiquement analysé dans les cours d'eau et aussi rarement analysé dans les rejets des stations d'épurations (non exigé par la réglementation). Les cartes et les résultats précédents sont donc uniquement exprimés pour le paramètre phosphore total.

Pourtant il est intéressant d'analyser l'évolution comparée du phosphore dissous et particulaire. Rappelons que le phosphore dissous est un élément directement biodisponible et donc important à considérer en période d'étiage où la croissance de la biomasse végétale est optimale (dont les cyanobactéries).

Nous disposons de données journalières de concentrations en phosphore dissous (et particulaire) en entrée de Rophémel et à la prise d'eau pour l'année hydrologique 2007-2008, issues d'un projet de Recherche scientifique du groupe GEPMO (Gaury, 2008). Les dynamiques des concentrations en phosphore dissous et

particulaire dans la retenue (au niveau de la prise d'eau) et à l'entrée de la retenue sont présentées dans la Figure 24.

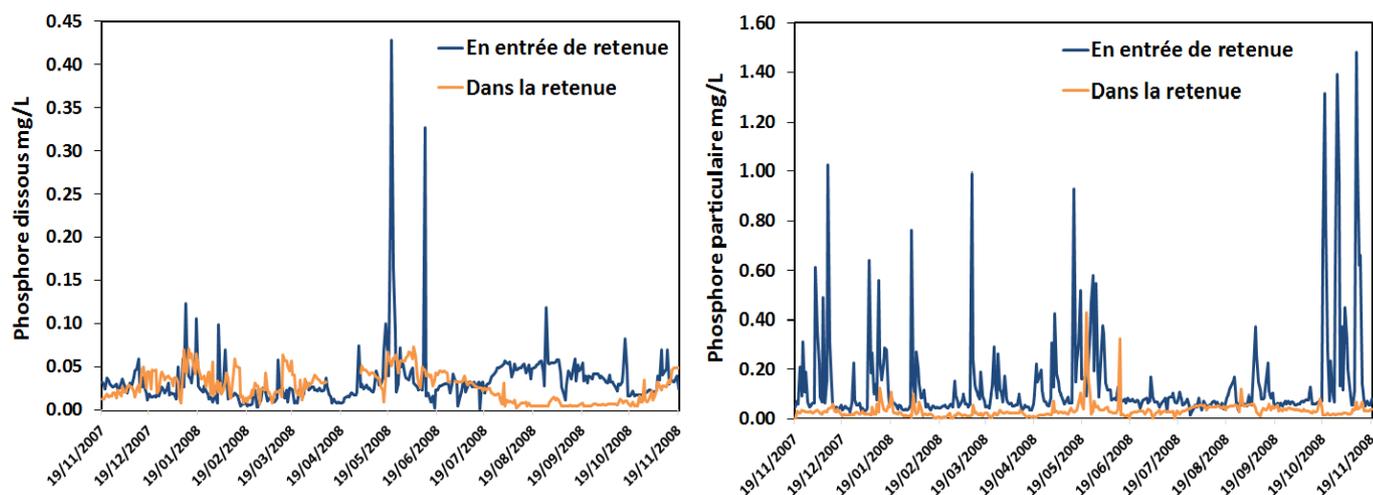


Figure 24. Dynamique comparée du P dissous (à gauche) et du P particulaire (à droite) en entrée et dans la retenue.  
Source : GEPMO 2008.

D'après cette étude, plusieurs faits remarquables sont à noter :

- Les eaux de recharge de la retenue sont riches en phosphore particulaire et dissous. Les apports en phosphore se font principalement sous forme particulaire (87 % du flux total pendant l'année hydrologique d'étude) majoritairement en période de crue, comme déjà évoqué dans le chapitre I, section 1.2 (comportement du phosphore).
- La concentration moyenne en entrée de retenue - en période d'étiage de juin à fin septembre - est de 0,04 mg/l en phosphore dissous et 0,13 mg/l en phosphore total. Ces teneurs sont relativement fortes, étant donné qu'à cette période la contribution des sols agricoles est théoriquement faible. Ceci suggère qu'avant 2008 la contribution de l'assainissement est relativement importante. Notons qu'en 2009, la station d'épuration de Caulnes a été rénovée. Le percentile 90 sur toute l'année hydrologique 2007-2008 est de 0.35 mg/l (état moyen).
- La concentration en phosphore dissous dans la retenue chute vers la mi-juillet, **suggérant que le phosphore est consommé par la biomasse algale**. Sa concentration moyenne en période d'étiage est de 0,01 mg/l, comparée au 0,04 mg/l en entrée de retenue : environ  $\frac{1}{4}$  du phosphore dissous est consommé. Notons que ce phosphore est ultérieurement conservé dans la retenue à la mort de la biomasse (sédimentation). En dehors de la période de croissance végétale, le phosphore dissous « sort comme il rentre » (on dit qu'il est conservatif).
- La concentration en phosphore particulaire est systématiquement plus basse dans la retenue comparée à celle entrant par le cours d'eau. **Ceci suggère qu'environ 50 % du phosphore particulaire sédimente dans la retenue, contribuant ainsi à la création d'un stock**. L'autre moitié ressort en aval de la retenue.

Des données plus récentes pour le phosphore dissous sont disponibles en entrée de Rophémel et Bois-Joli, mais beaucoup moins précises (de 4 à 10 analyses en fonction des années). Nous reviendrons sur ces données dans le chapitre dédié à la contribution des stations d'épuration (section 3.3).

## CE QU'IL FAUT RETENIR

- Une chute des teneurs en phosphore dans les cours d'eau est observée entre 1990 et 1995 : elle est imputable à la mise en service et la rénovation de stations d'épuration.
- 19 points de mesure de la qualité de l'eau dans les cours d'eau ont été analysés dans cette étude de 2008 à 2014: sur les données les plus exhaustives disponibles, la grande majorité des cours d'eau est classée en « état moyen ». La moyenne du percentile 90 est de 0,31 mg/l sur l'ensemble des mesures (écart type de 0,08 mg/l).
- La seule observation des teneurs en phosphore n'est pas suffisante pour avoir une juste idée des quantités de phosphore en jeux. Il faut combiner les teneurs avec les flux.
- Une étude scientifique sur la retenue de Rophémel (GEPMO 2008) met en évidence que 50% du phosphore particulaire sédimente dans la retenue tout au long de l'année. Le phosphore dissous transite dans la retenue sans être modifié, excepté durant la période estivale où  $\frac{3}{4}$  est consommé par la biomasse.

### 3.2. Phosphore, niveau trophique et classe de qualité des retenues de Rophémel et Bois-Joli

Comme expliqué précédemment, le plan d'eau « tamponne » les teneurs en phosphore : à Rophémel l'étude GEPMO a montré qu'environ la moitié du phosphore particulaire sédimente dans la retenue alors qu'environ  $\frac{3}{4}$  du phosphore dissous est consommé par la biomasse en période estivale.

Le niveau trophique des retenues de Rophémel et Bois-Joli est estimé conformément aux critères OCDE explicités dans le premier chapitre, section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, Tableau 4. A noter que es données sur la transparence de l'eau ne sont pas disponibles. Les moyennes des teneurs en phosphore total et chlorophylle *a*, pendant la période estivale (juin à fin septembre en Bretagne) au niveau de la zone euphotique de Rophémel (station Rophémel ZE) et de Bois-Joli (station 5F), sur les périodes 2012-2013-2014, sont illustrées dans le Tableau 7. La retenue de Rophémel est classée comme eutrophe alors que la retenue de Bois-Joli est classée comme hyper-eutrophe.

Tableau 7: estimation du niveau trophique des retenues de Rophémel et Bois-Joli

	Phosphore total moyenne estivale (mg/l)				Chlorophylle <i>a</i> moyenne estivale ( $\mu$ g/l)		
	2008 (GEPMO)	2012	2013	2014	2012	2013	2014
<b>Rophémel</b>	0.06	0.057	0.055	0.046	23	23	62
<i>Niveau trophique</i>	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe	Hyper-eutrophe
<b>Bois-Joli</b>		0.122	0.32	0.34	32.4	39.7	39
<i>Niveau trophique</i>		Hyper-eutrophe	Hyper-eutrophe	Hyper-eutrophe	Hyper-eutrophe	Hyper-eutrophe	Hyper-eutrophe

La classe d'état, au sens de la réglementation vis-à-vis du phosphore et de l'IPLAC, est estimée conformément aux critères de l'arrêté en vigueur (voir section 2.2 du chapitre II). Le classement et les données proviennent de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et servent de base pour fixer des objectifs d'atteinte de bon état dans le SDAGE 2016-2021 (voir Tableau 8).

**Tableau 8: Classe de qualité des retenues de Rophémel et Bois-Joli sur le paramètre phosphore et paramètre IPLAC**  
(Source : données Agence de l'Eau LB)

	Phosphore total médiane (mg/l)	IPLAC
<b>Rophémel</b>	0.04	0.37
<i>Classe de qualité</i>	moyen	médiocre
<b>Bois-Joli</b>	0.045	0.23
<i>Classe de qualité</i>	moyen	médiocre

Pour conclure, les deux méthodes de classement (état trophique et état de qualité) coïncident bien. Rappelons que la chlorophylle *a* reflète la richesse en nutriments. Deux faits majeurs sont à retenir:

- Les deux retenues ont un degré d'eutrophisation important.
- La retenue de Bois-Joli se distingue par un état trophique plus dégradé, mettant en évidence le caractère très pénalisant d'un temps de séjour des eaux long (voir Figure 17). Rappelons que la classe hyper-eutrophe signifie que le fonctionnement de la retenue est perturbé : très forte biomasse, potentiel d'efflorescence de cyanobactéries très important, sursaturation à anoxie complète en période estivale.

#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les retenues de Rophémel et Bois-Joli sont dans un état trophique dégradé : eutrophe pour la première et hyper-eutrophe pour la seconde.
- Les deux retenues sont classées en « état moyen » pour le phosphore et en « état médiocre » pour l'indice phytoplanctonique (classement Agence de l'Eau Loire-Bretagne).

### 3.3. Les quantités de phosphore transitant dans les cours d'eau : chiffrage des flux, origine des contributions

Le chiffrage des flux permet d'estimer l'ordre de grandeur des quantités de phosphore qui transitent par les cours d'eau. Sa finalité est surtout de pouvoir comparer les flux provenant des stations d'épuration collectives et industrielles aux flux totaux, et ainsi de faire la part de leurs contributions. Rappelons que les rejets des stations d'épuration sont chiffrables, par conséquent la part de leur contribution est fiable. Par déduction le reste du flux est imputable aux autres origines : les sols agricoles, les assainissements autonomes, le ruissellement urbain, les fuites des cours de ferme ou des stockages de lisiers et fumiers... (voir Tableau 1 dans le Chapitre I).

#### *Flux totaux de phosphore transitant dans les cours d'eau*

Le flux correspond à la quantité de phosphore transitant en un point donné du cours d'eau pendant un temps donné (une année par exemple).

---

$$FLUX \text{ en } T/\text{an} = \text{SOMME (Débit} \times \text{Concentration) sur la période voulue}$$

---

Les données de débit sont disponibles en continu alors que les données de concentration ne sont disponibles qu'à des pas de temps variables en fonction du protocole d'échantillonnage. Il en résulte qu'une méthode mathématique d'interpolation entre débit et concentration est nécessaire. In fine, le flux est calculé sur la série de données complète: mathématiquement cela revient à faire une intégration.

Une limite certaine de l'exercice est le nombre limité de stations de mesure du débit : elles sont au nombre de 3, localisées sur la Figure 25. Une extrapolation des débits en chaque point de mesure est donc réalisée : le principe est d'affecter un cours d'eau à l'un des trois cours d'eau où existent un débitmètre (en fonction de caractéristiques proches) et de recalculer le débit en fonction de la surface d'alimentation du bassin versant.

Dans cette étude nous avons utilisé le logiciel de calcul Pol(F)lux développé par l'Université de Tours avec l'aimable contribution de Florentina Moatar et Oriane Prost (Moatar, 2013). Des détails sur les principes et méthodes de calculs utilisés dans ce logiciel sont à retrouver en ANNEXE 7.

Les résultats sont illustrés sur le même principe que pour les teneurs : en moyenne sur les 6 dernières années (Figure 25), en année « sèche » et en année « humide » (Figure 26).

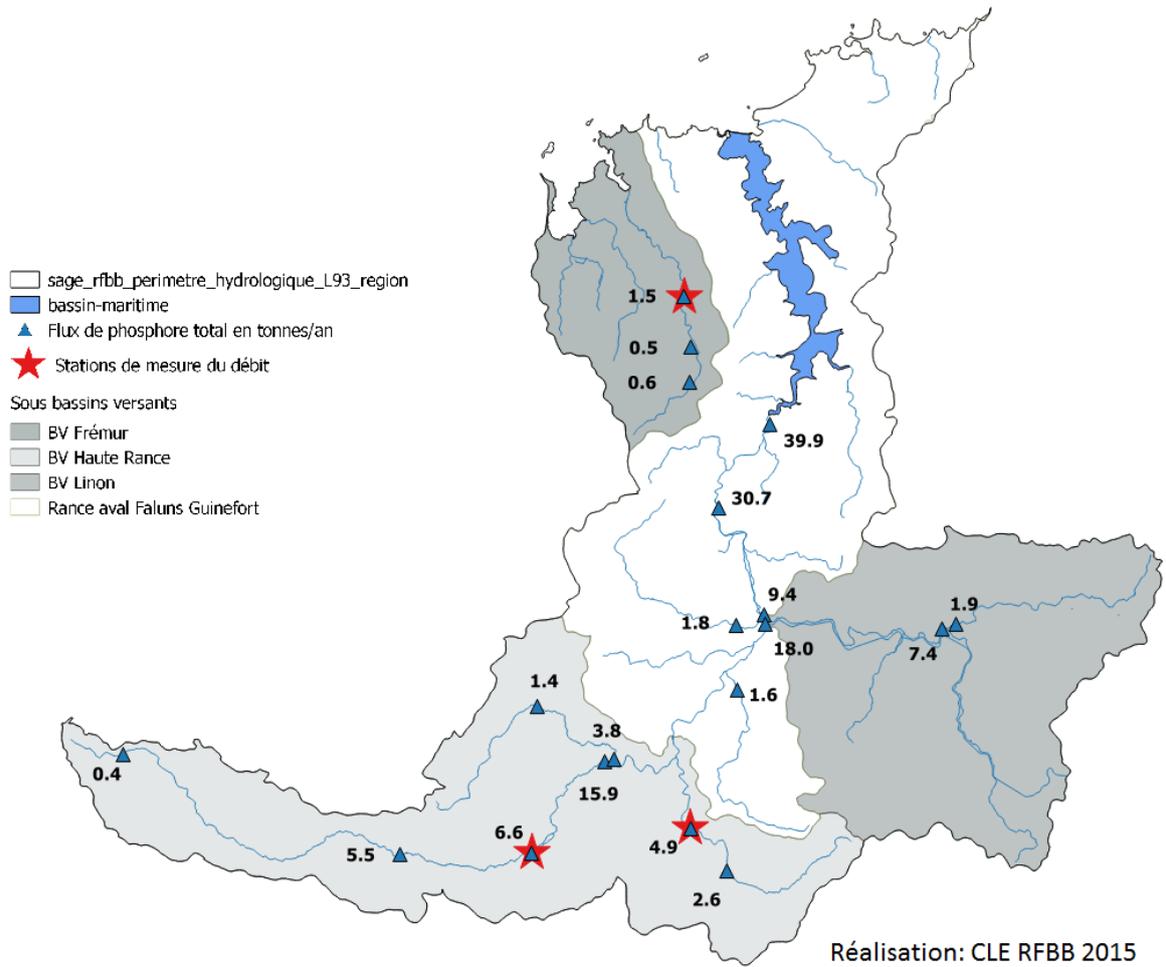


Figure 25: flux de phosphore en tonnes/an moyenné sur la période 2008-2014. Logiciel Pol(F)lux, Moatar 2013

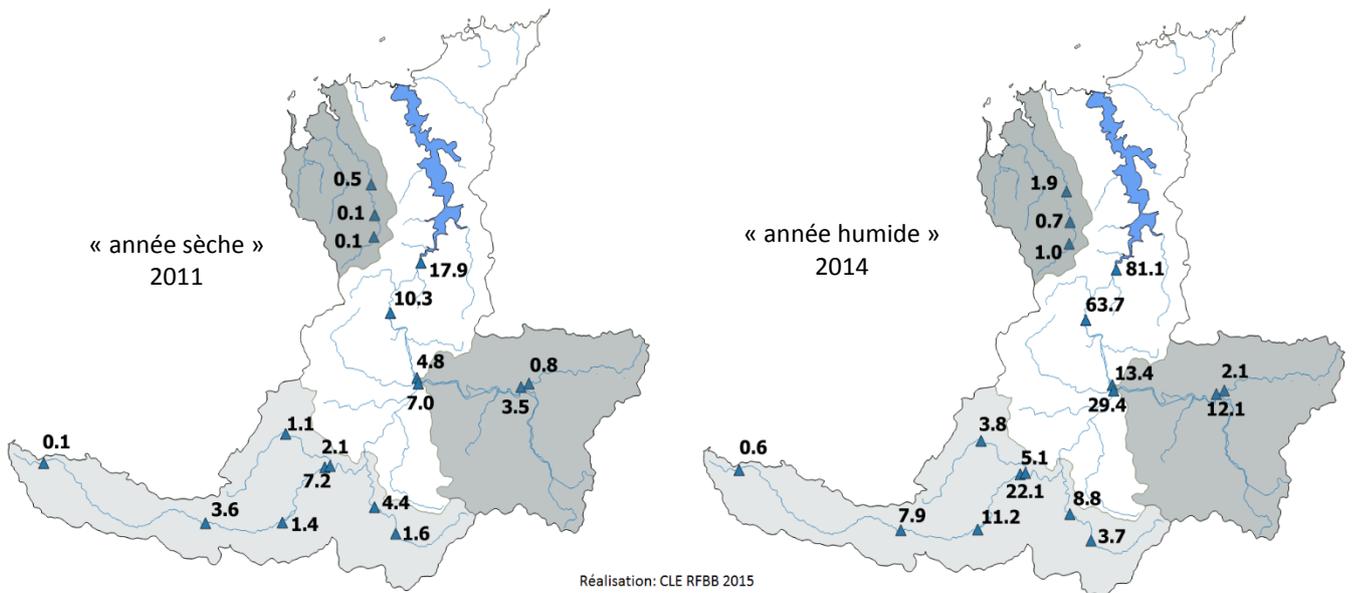


Figure 26: comparaison entre les flux induits par une année sèche et une année humide en tonnes/an. Logiciel Pol(F)lux, Moatar 2013

L'analyse des flux met en évidence que :

- Au fur et à mesure du trajet du cours d'eau de l'amont vers l'aval, le flux de phosphore transitant dans le cours d'eau augmente jusqu'à atteindre un maximum à l'exutoire de la Rance à St Samson sur Rance. Ceci traduit bien qu'une augmentation progressive du débit du cours d'eau se traduit par une augmentation progressive des quantités de phosphore qui s'exportent de l'amont vers l'aval.
- L'unité de grandeur des flux de phosphore se compte en tonnes par an. En moyenne, le flux de phosphore est : à l'entrée de la retenue de Rophémel de 25 t/an ; à l'exutoire du bassin versant du Linon de 9.4 t/an ; à l'exutoire du bassin versant Rance aval Faluns Guinefort à St André des Eaux de 40 t/an ; à l'entrée de la retenue de Bois-Joli de 1.5 t/an.
- Une année humide exporte environ 3 fois plus de phosphore qu'une année sèche.

### *Part des rejets provenant des stations d'épuration collectives*

Les données des 69 stations d'épuration collectives et des 6 stations industrielles ayant un point de rejet sur le territoire ont été collectées auprès des services d'appui aux stations d'épuration des Conseils Généraux (SATESE 35 et MAJE 22) et auprès de l'Agence de l'Eau LB pour les années 2012, 2013 et 2014. La localisation des points de rejets est illustrée dans la Figure 18 du chapitre 2.1.

Le calcul des flux a nécessité une mise au point méthodologique afin d'extrapoler le plus justement possible les données le long de l'année (voir détails en ANNEXE 8). C'est notamment le cas pour les lagunages naturels qui n'ont la plupart du temps qu'un seul point de mesure de rejet dans l'année.

Les résultats sont illustrés dans la Figure 27. Les détails station par station sont présentés en ANNEXE 4.

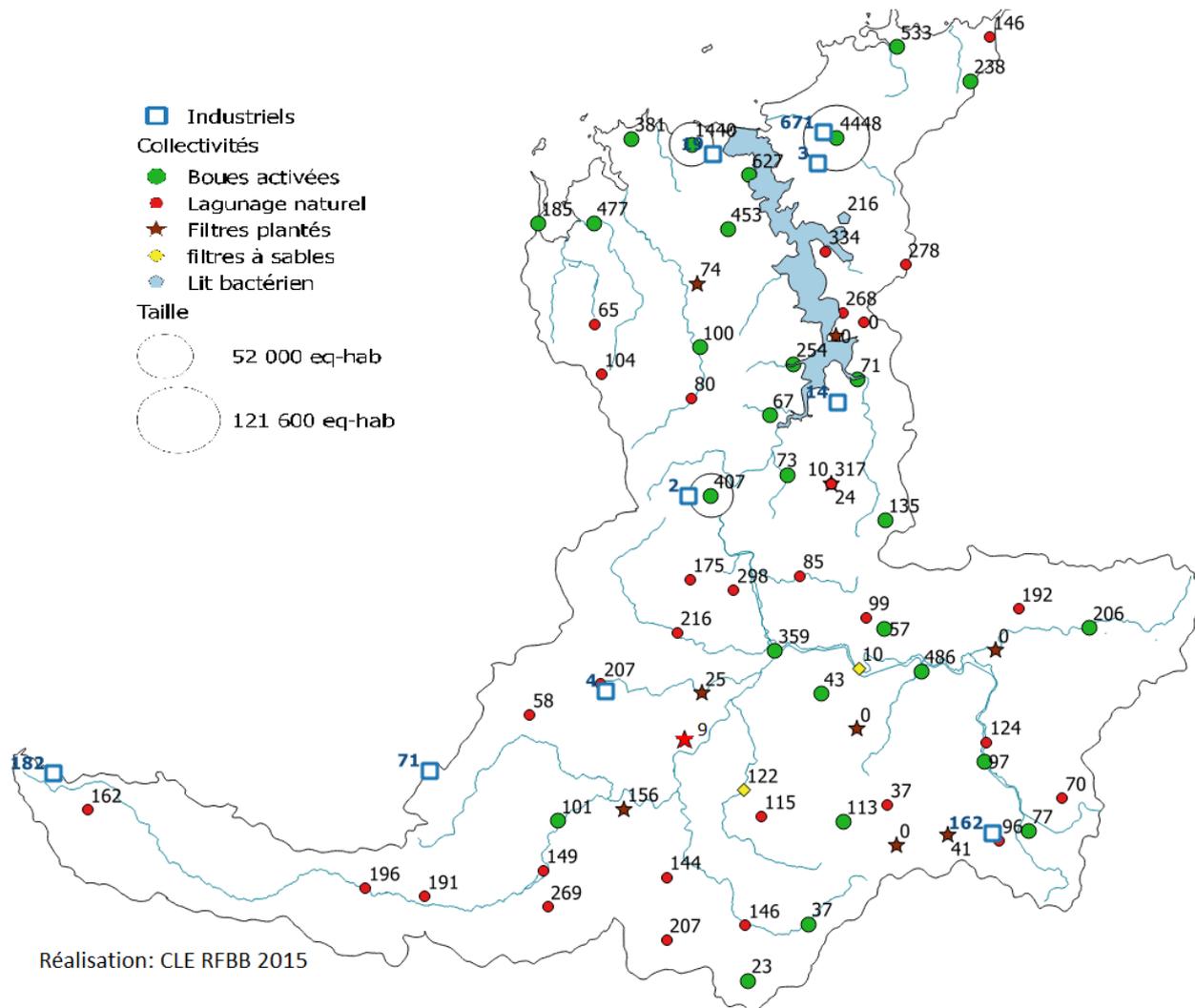


Figure 27: flux de phosphore rejeté par les stations d'épuration communales et industrielles en kg/an

L'ordre de grandeur des rejets de la majorité des stations d'épuration collectives ou industrielles oscille entre aucun rejet (le cas de 4 stations en filtres plantés de roseaux qui infiltrent les eaux dans le sol sur plusieurs hectares) et environ 500 kg/an. La moyenne des rejets des 30 lagunes est de 161 kg/an. Seuls Dinard (1440 kg/an) et Saint Malo (4448 kg/an) ont des rejets supérieurs à 1 tonne/an. A noter que l'abattoir de Kermené, situé aux sources de la Rance, rejette 182 kg/an ; soit l'équivalent d'une lagune de 500 équivalents habitants. La station d'épuration a un procédé optimal de traitement du phosphore. Ce faible rejet se reflète dans la station de mesure de qualité du cours d'eau juste en aval de l'usine de Kermené qui est classée en « état bon » ces dernières années (voir Figure 23).

Le Tableau 9 présente la contribution des stations d'épuration au flux total de phosphore dans les cours d'eau en 4 points de référence du territoire : en entrée de Rophémel, en entrée de Bois-Joli, à l'exutoire du bassin versant du Linon et du bassin versant RAFG (pour la partie eau douce). A l'échelle annuelle, globalement cette contribution n'est pas majoritaire, et oscille en moyenne de 8 à 20 % par rapport au flux global. En année sèche cette contribution peu localement être forte : par exemple sur le bassin versant du Frémur en entrée de Bois-Joli (48 %) ou sur le bassin versant du Linon avant la confluence avec la Donac (50 %) en mettre en parallèle avec la taille modeste du bassin versant d'alimentation (respectivement 38 et 73 km<sup>2</sup>).

A l'échelle de la période d'étiage (où la croissance de la biomasse est optimale), le calcul de la contribution des stations d'épuration au flux total de phosphore est entaché d'une forte incertitude due à la combinaison

de trois facteurs : (1) les débits (donc les flux) dans les cours d'eau sont faibles (donc l'incertitude augmente), (2) la mesure de la qualité de l'eau des cours d'eau est au mieux mensuelle (pas de mesure complémentaire car pas de crue) et (3) les données de rejets des lagunes pendant cette période sont assez aléatoires (effet de concentration due à l'évaporation, incertitude sur le débit de rejet qui est variable). Pour autant, un essai de chiffrage est réalisé ici en quelques points particuliers pour tenter d'approcher cette contribution en cette période critique. Les données de l'étude GEPMO de 2007-2008 sur Rophémel sont aussi utilisées : elles sont certes un peu datées mais l'échantillonnage journalier du cours d'eau permet d'isoler avec précision le « bruit de fond » estival.

Tableau 10 synthétise les résultats pour la période du 1 août au 1 septembre (débit d'étiage le plus stable). Ces calculs suggèrent qu'en période d'étiage sévère le phosphore contenu dans les cours d'eau provient quasi-exclusivement du rejet des stations d'épuration collectives. Par conséquent l'assainissement individuel (ANC) n'aurait pas un rôle majeur en cette période où de nombreux cours d'eau sont en à-sec. Cette hypothèse reste à confirmer par des études plus pointues sur les contributions de l'assainissement individuel. Ce résultat n'exclut pas une contribution plus importante des ANC en dehors de cette période sèche de 1 mois.

**Tableau 9: Contribution des stations d'épuration collectives au flux total de phosphore en quelques points repères du territoire**

	STEP		Flux totaux cours d'eau			Contribution flux STEP au flux total cours d'eau		
	Flux annuels kg/an	Année Moyenne T/an	Année sèche T/an	Année humide T/an	Année Moyenne %	Année sèche %	Année humide %	
<b>BV Haute Rance</b>								
Rance à Caulnes	1406	16	7.2	22.1	8.8	19.4	6.4	
Frémur	129	3.8	2.1	5.1	3.4	6.2	2.5	
Néal	557	4.9	4.4	8.8	11.5	12.7	6.3	
<b>Entrée Rophémel</b>	<b>2092</b>	<b>25</b>	<b>13.7</b>	<b>36.0</b>	<b>8.5</b>	<b>15.3</b>	<b>5.8</b>	
<b>BV Linon</b>								
Linon avant confluence Donac	398	1.88	0.8	2.1	21.2	50.4	19.3	
Donac	667	7.56	3.5	12.1	8.8	18.9	5.5	
Entre aval confluence Linon/Donac et BV Linon	845	9.4	3.9	13.5	9.0	21.9	6.3	
<b>Exutoire Linon</b>	<b>1910</b>	<b>9.4</b>	<b>3.9</b>	<b>13.5</b>	<b>20.3</b>	<b>49.6</b>	<b>14.2</b>	
<b>BV RAFG</b>								
Rance St André des Eaux	832	18	7.0	29.4	4.6	11.9	2.8	
Rance Lehon	774	30.66	10.3	63.7	2.5	7.5	1.2	
Rance St Samson sur Rance	482	39.94	17.9	81.1	1.2	2.7	0.6	
<b>Contribution RAFG</b>	<b>2088</b>	<b>39.94</b>	<b>17.9</b>	<b>81.1</b>	<b>5.2</b>	<b>11.7</b>	<b>2.6</b>	
<b>Contribution Haute-Rance, Linon et RAFG</b>	<b>6090</b>	<b>39.9</b>	<b>17.9</b>	<b>81.1</b>	<b>15.2</b>	<b>34.1</b>	<b>7.5</b>	
<b>BV Frémur</b>								
<b>Entrée Bois-Joli</b>	<b>232</b>	<b>1.53</b>	<b>0.5</b>	<b>1.9</b>	<b>15.2</b>	<b>48.3</b>	<b>12.4</b>	

**Tableau 10: Contribution des STEP au flux total du 1 août au 1 septembre**

	2008 (étude GEPMO)	2012	2013	2014
Rance à Caulnes				
Contribution STEP	90 %	92 %	97 %	46 %
Volume d'eau écoulé	1.1 Mm3	0.6 Mm3	0.6 Mm3	1.1 Mm3
Entrée Bois-Joli				
Contribution STEP		95 %	91 %	78 %
Volume d'eau écoulé		0.12 Mm3	0.09 Mm3	0.15 Mm3

#### **Part des rejets provenant des autres sources : sols agricoles, ruissellement urbain, ANC...**

Par déduction, et sans pouvoir faire un chiffrage précis des différentes contributions, la majorité du flux annuel provient des autres sources de phosphore. Les études actuelles s'accordent sur le fait que le ruissellement et l'érosion des sols agricoles dominent l'équation.

La Figure 28 synthétise les flux en jeux en 4 points de référence du territoire.

**39,9 T/an** : flux totaux de phosphore (moyenne 2008 – 2014)  
**6,1 T/an** : flux assainissement collectif et industriel (2014)  
**15 %** : contribution de l'assainissement aux flux totaux

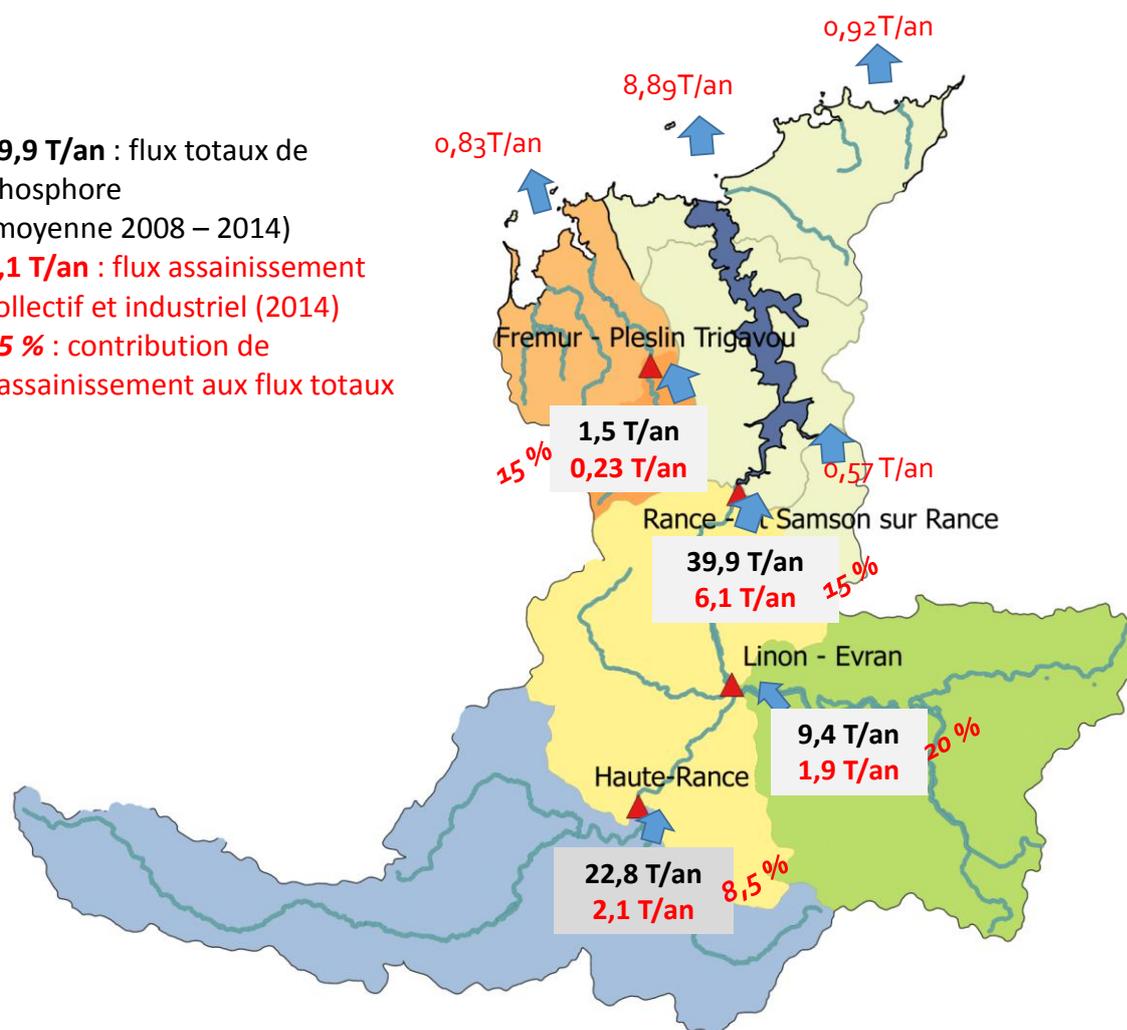


Figure 28: Comparaison entre les flux totaux et les flux de l'assainissement aux 4 points de référence du territoire

#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- L'unité de grandeur des flux de phosphore se compte en tonnes par an. En moyenne, le flux de phosphore est : à l'entrée de la retenue de Rophémel de 25 t/an ; à l'exutoire du bassin versant du Linon de 9.4 t/an ; à l'exutoire du bassin versant Rance aval Faluns Guinefort à St André des Eaux de 40 t/an ; à l'entrée de la retenue de Bois-Joli de 1.5 t/an.
- Une année humide exporte environ 3 fois plus de phosphore qu'une année sèche.
- A l'échelle annuelle, la contribution des stations d'épuration n'est pas majoritaire, et oscille en moyenne de 8 à 20 % par rapport au flux global. En année sèche cette contribution peut localement être forte : par exemple sur le bassin versant du Frémur en entrée de Bois-Joli (48 %) ou sur le bassin versant du Linon avant la confluence avec la Donac (50 %).
- Toutefois, certaines données suggèrent qu'en période d'étiage sévère le phosphore contenu dans les cours d'eau provient quasi-exclusivement du rejet des stations d'épuration collectives.

### 3.4. Les cyanobactéries : une présence récurrente mais variable

#### Retenue de Rophémel

La retenue de Rophémel a fait l'objet d'une étude approfondie sur son fonctionnement, commandée par Eau du Bassin Rennais en 2011, et réalisée par le bureau d'étude Interfaces et Gradients. Les points essentiels découlant de cette étude sont les suivants :

- La densité de cyanobactéries est variable en fonction des années (Figure 29). Les pics de densité sont majoritairement observés en septembre, mais parfois aussi en juillet ou août.
- Le niveau 2 d'alerte au-delà de 100 000 cellules/mL est très régulièrement dépassé (voir chapitre II section 3.4). Des pics à 1 million de cellules/ml sont observés.
- Il n'y a pas de relation entre teneurs en phosphore total ou assimilable et biomasse/composition de la flore, y compris des cyanobactéries (déjà observé ailleurs dans la bibliographie).
- Il n'y a pas non plus de relation entre biomasse/composition/cyanobactéries et paramètres hydrologiques bruts (débits entrants, temps de séjour, pluviométrie) ou dérivés (flux de phosphore annuels ou saisonniers, instantanés ou cumulés).
- Par contre **une corrélation est trouvée entre des débits de printemps faibles (de mai à juin) et les blooms de cyanobactéries**. Cette observation a été réalisée sur la période 2002 à 2011. Dans la présente étude, les années 2012, 2013 et 2014 sont rajoutées aux observations (Figure 29).
- Les fronts de bloom apparaissent dans les premiers méandres du bras de la Rance avant de s'étendre graduellement vers l'aval à une vitesse moyenne de 60 à 80 mètres par jour (été 2011).

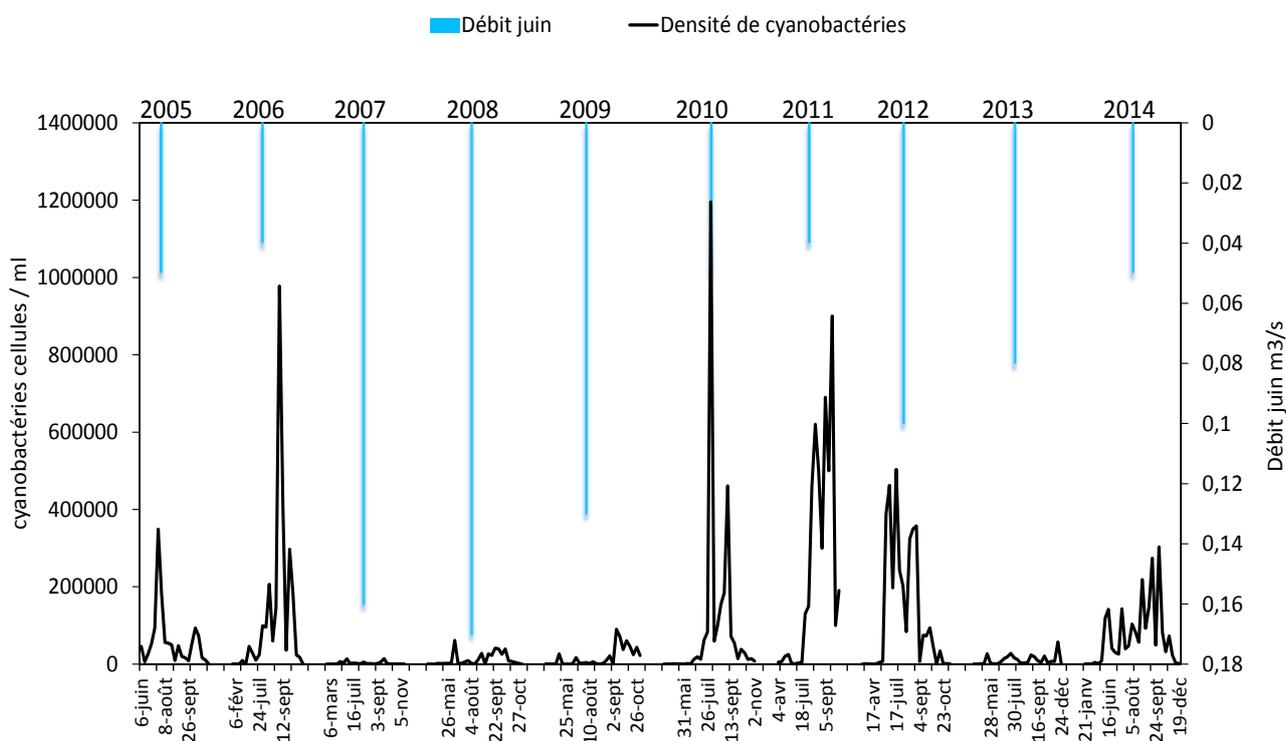


Figure 29: Densité de cyanobactéries dans la retenue de Rophémel de 2005 à 2014 et débits du mois de juin

## *Rance fluviale – Plaine de Taden*

La Rance fluviale a aussi fait l'objet d'une étude sur l'état des connaissances du développement algaire, commandée par l'association Cœur Emeraude et réalisée par le bureau d'étude Interfaces et Gradients. Les données sur les cyanobactéries sont disponibles de 2002 à 2010 sur la Plaine de Taden. En complément un suivi des biefs et des affluents entre Evran et Dinan a été réalisé en 2008, 2009 et 2010. Les points essentiels découlant de cette étude sont les suivants :

- La densité moyenne de cyanobactéries est variable en fonction des années (Figure 30) et est une des plus fortes de la région (densité moyenne supérieure à 100 000 cellules/ml au cours de 6 années de suivi).
- Les caractéristiques des cyanobactéries, tant en terme de composition, de densité et de récurrence, sont différentes entre Rophémel et la Plaine de Taden. Par exemple d'importantes densités de cyanobactéries sont présentes en 2010 sur la retenue de Rophémel ce qui n'est pas le cas dans la Plaine de Taden. La relation débit du mois de juin/densité de cyanobactéries observée sur Rophémel est moins nette (voir Figure 30) dans la Plaine de Taden.
- Hors cas exceptionnel (c'était par exemple le cas en 2014), Rophémel doit intervenir plutôt marginalement comme source d'ensemencement de la Rance fluviale pendant l'essentiel de la période estivale. Globalement, la contamination par les affluents de la Rance est ponctuelle. Les cyanobactéries pourront ou non rencontrer des conditions favorables à leur croissance au cours du trajet vers Taden.
- L'amplification des effectifs de cyanobactéries intervient selon des modalités différentes au cours du trajet. Dans les biefs, la flore bénéficie de masses d'eaux stagnantes et chaudes et de milieux envasés riches en nutriments disponibles. A partir de Dinan, puis dans la Plaine, les conditions physiques sont plus contraignantes (vent et turbulence), ce qui tend à sélectionner les espèces à plus fort taux de croissances et explique que la densité y soit parmi la plus forte de la région.
- Il faut cependant noter que malgré leur densité, les cyanobactéries ne constituent que rarement plus de 5% de la flore dans la Plaine de Taden, au profit des Euglènes, indiquant la présence d'une forte charge organique.

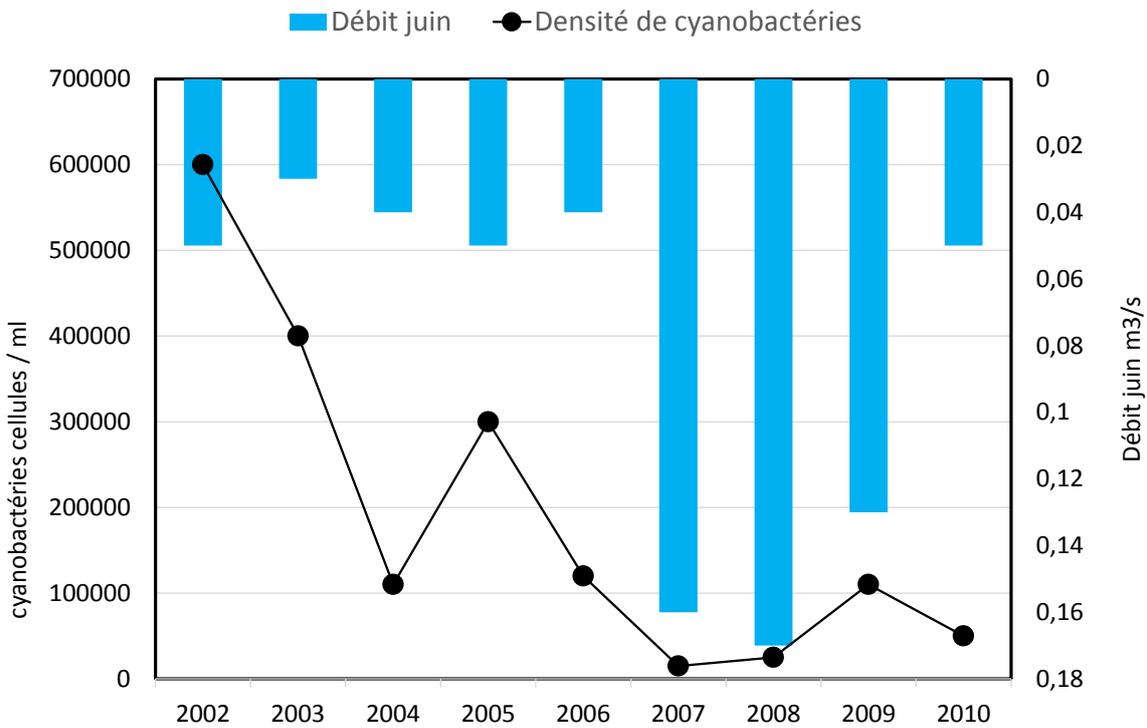


Figure 30: densité de cyanobactéries dans la Plaine de Taden de 2005 à 2010 et débits du mois de juin

### Retenue de Bois-Joli

La retenue de Bois-Joli est utilisée pour l'adduction en eau potable depuis 2009. Les données sur les mesures de cyanobactéries disponibles ne débutent donc qu'à cette période. La chronique de données est trop courte pour observer des corrélations entre la densité de cyanobactéries et des paramètres hydrologiques, climatiques et les flux de phosphore. Aucune tendance claire n'apparaît.

En première approximation, la densité cellulaire paraît moindre que dans la retenue de Rophémel. Mais l'exercice de comparaison est limité car les zones de prélèvements ne sont pas comparables (à Rophémel dans la zone euphotique à -2 mètres ; à Bois-Joli à la prise d'eau).

Sur les 6 années de mesures, les trois dernières années présentent des densités supérieures à 100 000 cellules/ml (Figure 31).

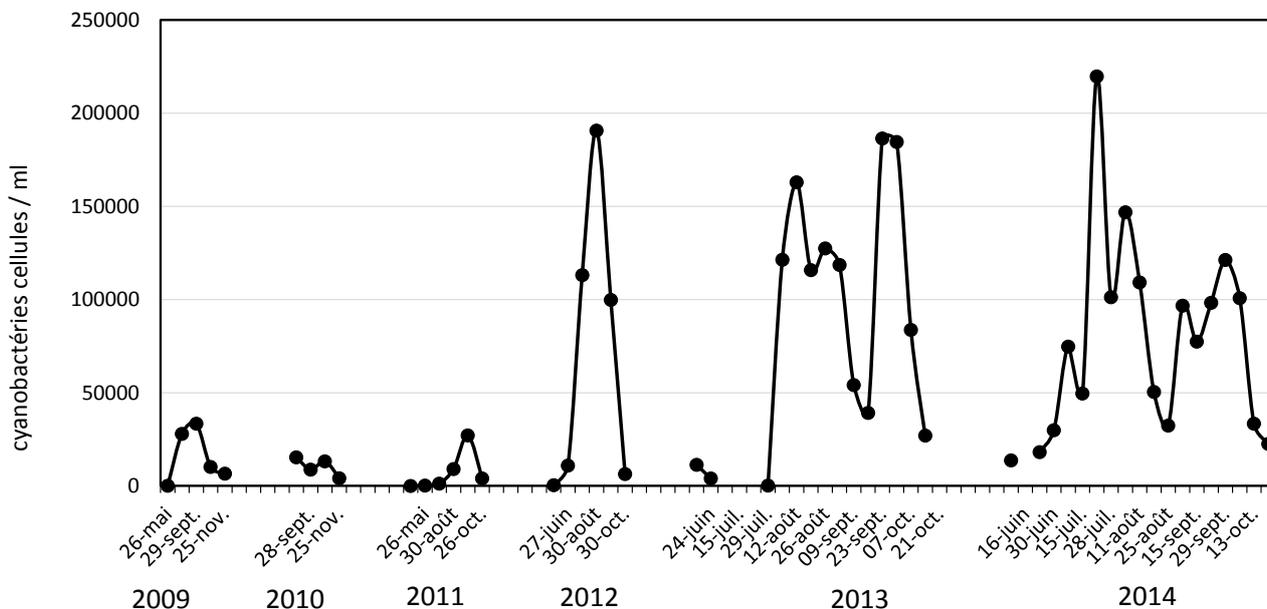


Figure 31: densité cellulaire de cyanobactéries de 2009 à 2014 dans la retenue de Bois-Joli (Source : données eau du Pays de Saint Malo)

#### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les retenues de Rophémel et de Bois-Jolie et la plaine de Taden présentent des densités de cyanobactéries variables en fonction des années. Les pics de densité sont majoritairement observés en septembre, mais parfois aussi en juillet ou août.
- Il n'y a pas de relation entre teneurs en phosphore total ou assimilable et biomasse/composition de la flore, y compris des cyanobactéries (déjà observé ailleurs dans la bibliographie). Par contre un débit faible au mois de juin semble favorable à l'apparition de blooms (cas de Rophémel).
- Hors cas exceptionnel (c'était par exemple le cas en 2014), Rophémel doit intervenir plutôt marginalement comme source d'ensemencement de la Rance fluviale pendant l'essentiel de la période estivale. Globalement, la contamination par les affluents de la Rance est ponctuelle. Les cyanobactéries pourront ou non rencontrer des conditions favorables à leur croissance au cours du trajet vers Taden.
- En première approximation, la densité cellulaire dans la retenue de Bois-Joli paraît moindre que dans la retenue de Rophémel. Mais l'exercice de comparaison est limité car les zones de prélèvements ne sont pas comparables (à Rophémel dans la zone euphotique à -2 mètres ; à Bois-Joli à la prise d'eau).

## 4. Quel objectif de teneur en phosphore est atteignable et adapté au contexte ?

Sur la base du diagnostic présenté dans ce rapport, une réponse argumentée peut être donnée à la question à l'origine de l'étude : faut-il revoir l'objectif de bon état à atteindre en amont des deux retenues eutrophes de Rophémel et Bois-Joli, fixé dans le SAGE à 0,2 mg/l ?

Pour rappel, pour répondre à cette question de concentration en phosphore souhaitable, l'étude se base sur un état des lieux de :

- (1) la qualité actuelle des eaux vis-à-vis des classes de qualité énoncées par la réglementation.
- (2) la contribution des différentes sources de phosphore.
- (3) la mesure des efforts à entreprendre, par une approche faisabilité/coûts/bénéfices attendus, pour in fine définir des objectifs atteignables. L'idée est d'adapter les objectifs au contexte local, c'est à dire en tenant compte de l'économie locale et des spécificités hydrologiques du territoire.

Avant d'aborder le troisième point dans le chapitre suivant (III. Leviers d'action), rappelons les résultats essentiels du diagnostic et les réflexions qui en découlent :

- Les teneurs en phosphore des cours d'eau du territoire, et spécifiquement en amont de Rophémel et Bois-Joli, sont relativement élevées : le percentile 90 dépasse l'objectif de 0,2 mg/l en entrée de Rophémel (en moyenne environ 0,4 mg/l) et en entrée de Bois-joli (0,25 mg/l en moyenne). Il est en moyenne de 0,31 mg/l sur les 19 points suivis pendant les 6 dernières années.
- L'identification des processus à l'origine des forts pics de concentration et de flux met clairement en évidence le rôle des crues hivernales : une baisse des flux, mais aussi du percentile 90 (qui reflète les hautes valeurs) signifie qu'il faut réduire les transferts lors de ces moments critiques de crue.

En outre, une modélisation réaliste permettant d'estimer la réduction de flux nécessaire pour atteindre un percentile 90 de 0,2 mg/l (ou une teneur encore plus basse) n'est pas envisageable à ce stade de l'étude avec l'outil de calcul utilisé (Pol(F)lux). En effet, les processus de transfert de phosphore lors des événements pluvieux sont complexes et diffus : il s'agit de transferts de sédiments (phosphore particulaire) mais aussi de transferts par ruissellement (qui combinent la forme particulaire et dissoute) et enfin de transferts par remontée de nappe dans les bas-fonds (essentiellement du phosphore dissous, mais aussi du particulaire). Par conséquent, essayer d'estimer de combien il faudrait réduire le flux pour atteindre une certaine teneur en phosphore serait purement théorique car basé sur des hypothèses trop simplistes.

**En l'état des connaissances sur les transferts de phosphore et sur la base du diagnostic territorial, l'objectif prédéfini de 0,2 mg/l apparait comme un objectif ambitieux et à conserver.**

Dans la suite du rapport, un scénario réaliste, basé sur des réductions de rejets de stations d'épuration ciblées, sera présenté. En effet, sur ces rejets ponctuels directs au cours d'eau et relativement bien connus, le chiffrage est possible. Notons toutefois que la réduction des rejets des STEP n'a pas d'impact sensible sur le percentile 90 qui reflète les hautes valeurs donc les événements pluvieux (ou les remobilisations de phosphore à la reprise hydrologique).

En conclusion, la suite de l'étude met l'accent sur des propositions d'actions jugées efficaces sur la base du diagnostic. **Autrement dit, les origines et le comportement du phosphore étant à présent bien établis, il faut passer à l'action !**

### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les teneurs en phosphore des cours d'eau du territoire, et spécifiquement en amont de Rophémel et Bois-Joli, sont relativement élevées : le percentile 90 dépasse l'objectif de 0,2 mg/l en entrée de Rophémel (en moyenne environ 0,4 mg/l) et en entrée de Bois-joli (0,25 mg/l en moyenne). Il est en moyenne de 0,31 mg/l sur les 19 points suivis pendant les 6 dernières années.
- L'identification des processus à l'origine des forts pics de concentration et de flux met clairement en évidence le rôle des crues hivernales : une baisse des flux, mais aussi du percentile 90 (qui reflète les hautes valeurs) signifie qu'il faut réduire les transferts lors de ces moments critiques de crue.
- **En l'état des connaissances sur les transferts de phosphore et sur la base du diagnostic territorial, l'objectif prédéfini de 0,2 mg/l apparaît comme un objectif ambitieux et à conserver.**

---

## **III. Leviers d'actions prioritaires**

---

**Une proposition de partenaires à solliciter pour rapidement enclencher la phase opérationnelle est reportée en ANNEXE 11.**

Le diagnostic a clairement établi que pour limiter l'état de dégradation trophique des plans d'eau et lutter contre les proliférations de cyanobactéries, il faut non seulement réduire les flux de phosphore en période critique estivale mais aussi tout le long de l'année. En effet, la création de stocks de phosphore dans les sédiments contribue aussi à alimenter la biomasse en période estivale. La Figure 32 illustre ces processus par un schéma de principe.

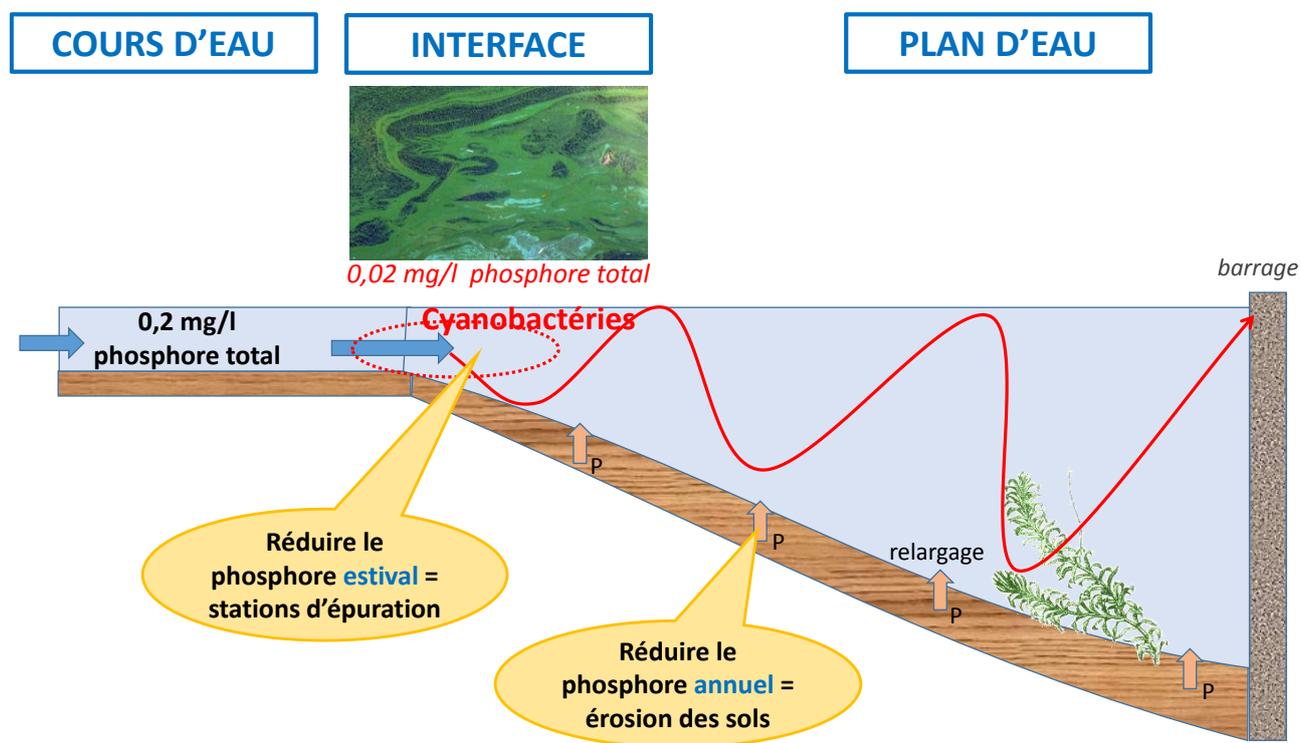


Figure 32: en période critique estivale, le phosphore arrivant au fur et à mesure dans la retenue contribue à alimenter la biomasse mais aussi le phosphore remobilisé depuis les sédiments

Par conséquent 3 leviers d'action prioritaires sont identifiés :

- (1) Réduire les rejets des stations d'épuration collectives en amont des masses d'eau sensibles
- (2) Lutter contre le ruissellement et l'érosion des terres agricoles
- (3) Etudier la faisabilité et/ou mettre en œuvre des moyens de lutte dans la retenue même pour ôter les sédiments accumulant du phosphore ; en complément tout autre moyen pour éviter la prolifération de cyanobactéries.

## 1. Rejets des stations d'épuration

Un inventaire du fonctionnement et un chiffrage des rejets de phosphore de chaque station ont été réalisés par un groupe de travail (voir Chapitre III section 3.3). Sur cette base, 12 stations ont été ciblées afin d'améliorer leurs rejets en phosphore. Deux critères de choix ont été retenus : la sensibilité de la masse d'eau où s'effectue le rejet (notamment l'amont de Rophémel et de Bois-joli) et des dysfonctionnements manifestes concernant le rendement épuratoire du phosphore. Sur ces 12 STEP, un objectif de flux annuel est si possible proposé sur la base de rendements épuratoires réalistes compte tenu de la filière d'épuration ou sur la base de considérations réglementaires (le cas des lagunes en amont de Rophémel dans les Côtes d'Armor où les services de l'Etat exigent un rejet maximal de  $2 \text{ mg/l}$  toute l'année après rénovation). Le Tableau 11 synthétise les résultats.

Tableau 11: Inventaire des 12 STEP ciblées pour améliorer leurs rejets en phosphore

BV	Commune	Filière	Equ. Hab.	Flux P kg/an aujourd'hui	Remarques / Objectif	Flux P kg/an souhaitable
Haute-Rance	Lanrelas	Lagunage	800	196	Impact Rophémel / 2 mg/l toute l'année	153
	Plumaugat	Lagunage	400	191	Impact Rophémel / 2 mg/l toute l'année	65
	St Jacut du Mené	Lagunage	450	162	Impact Rophémel / 2 mg/l toute l'année	65
	St Jouan de l'Isle	Lagunage	300	149	Impact Rophémel / 2 mg/l toute l'année	100
	Yvignac la Tour	Lagunage	500	58	Impact Rophémel / 2 mg/l toute l'année	26
	Landujan	Lagunage	500	146	Impact Rophémel / 2 mg/l toute l'année	85
Frémur	Taden (Trélat)	Lagunage	500	80	Impact Bois-Joli / 2 mg/l toute l'année	28
Linon	Combourg	Boue activée	6000	206	Surcharge hydraulique. Rendement épuratoire OK mais si rénovation objectif rendement 85 % (déphosphatation)	85
	St Domineuc	Boue activée	1900	486	Surcharge hydraulique. Rendement épuratoire mauvais. Objectif rendement 85 % (déphosphatation)	27
RAFG	La Ville es Nonais 1	Lagunage	700	268	Impact bassin maritime / Raccordement partiel à Ville es Nonais 3	?
	La Ville es Nonais 3	Lagunage	560	?	Impact bassin maritime ; Argile des bassins fissurée ; procédure juridique / Etude faisabilité nécessaire	?
	St Coulomb	Boue activée	3500	533	Saturation ; non conforme ; by-pass fréquent / Objectif rendement épuratoire 85 % (déphosphatation)	50
	St Pern	Lagunage	400	115	Impact sur le Hac dégradé en été ; Surcharge hydraulique ; variation de charge très importante ; flux sous-estimé / Objectif identique	115

Des rénovations de filière de ces 12 STEP ne permettraient de diminuer que relativement peu le flux de phosphore total transitant dans les cours d'eau (voir Figure 33) mais permettraient néanmoins de réduire les entrées de phosphore en période critique d'été notamment en amont de Rophémel et Bois-Joli.

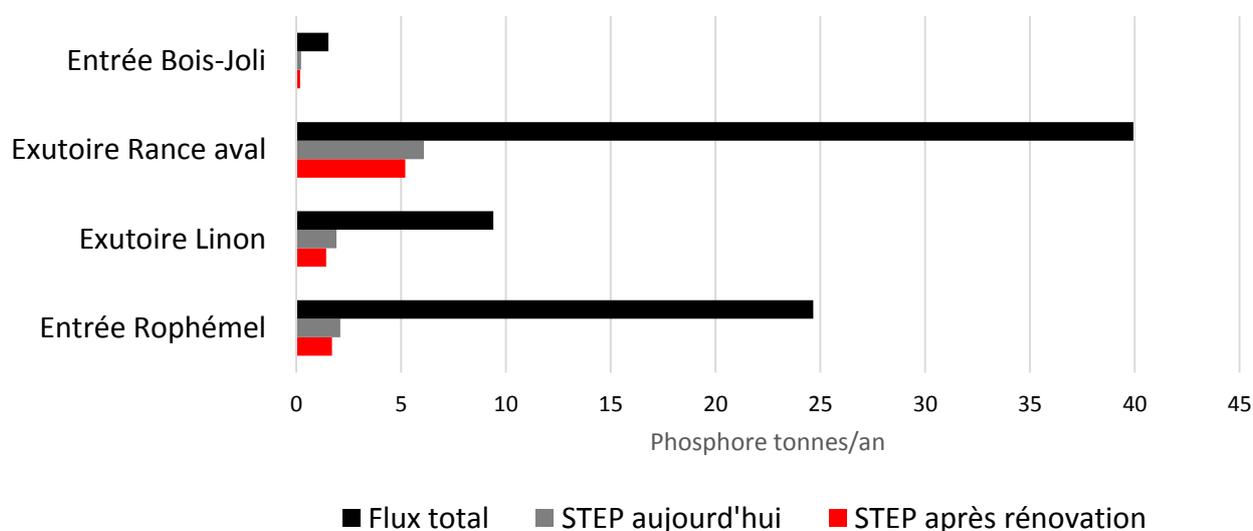


Figure 33: Comparaison entre le flux total de phosphore dans les cours d'eau et le flux provenant des stations d'épuration aujourd'hui et après les rénovations proposées. Les flux sont en tonnes/an en 4 points clé du territoire.

## 2. Lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols

### 2.1. Adapter et vulgariser les bonnes pratiques : quel gage de succès ?

En préambule, le constat est fait par les agriculteurs et les animateurs agricoles du territoire que la problématique eutrophisation/fuite de phosphore n'est pas mobilisatrice mais plutôt culpabilisante. Un levier d'action plus efficace semble être la préservation du capital sol en lien avec sa fertilité et le maintien des rendements. Pour que la profession agricole s'approprie réellement les « bonnes pratiques », elle doit y voir un intérêt agronomique et économique.

Le travail fait en Seine-Maritime et dans l'Eure en partenariat avec l'Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) est de ce point de vue intéressant.

Les Chambres d'Agriculture et AREAS ont réalisé 20 plaquettes à destination des agriculteurs sur les pratiques culturales qui limitent la formation du ruissellement et les petits aménagements qui réduisent l'érosion, freinent les flux d'eau, favorisent l'infiltration et la sédimentation. Plus globalement AREAS appui, conseille, acquiert des références et a un rôle de transfert de connaissances sur ces problématiques. Elle travaille en partenariat avec les structures de bassins versants. A titre d'exemple, les 20 plaquettes sont téléchargeables sur le site d'AREAS : <http://www.areas.asso.fr> dans la rubrique Bibliothèque/fiches érosion.

La proposition est de s'inspirer de leur logique et de l'adapter à notre territoire dans un contexte géologique, pédologique, hydrologique et agricole différent. Les maîtres-mots sont: conserver une bonne capacité d'infiltration des sols, guider, infiltrer, ralentir. A noter que la lutte contre l'érosion des sols est transversale et intègre des problématiques telles que la lutte contre les inondations, la reconquête des têtes de bassins versants (chevelu dense = grand intérêt hydrologique, écologique, épuration...), l'écologie des cours d'eau (lutte contre le colmatage...).

Une liste du TOP 7 des actions efficaces contre l'érosion des sols est proposée à titre d'exemple. C'est un premier exercice de priorisation qui doit être retravaillé/affiné/détaillé par les organismes de recherche et d'appui technique agricole (voir propositions d'acteurs plus bas).

### TOP 7 des actions efficaces contre l'érosion des sols

- 1- **Conduite de l'interculture** : déchaumage très grossier suivi de l'implantation d'un couvert végétal (critère de choix à adapter en fonction de la date d'implantation, facilité d'implantation et de destruction ; le TOP : trèfle blanc/luzerne)
- 2- **Maïs : limiter la formation du ruissellement** : affiner le moins possible le sol en surface (1) couvrir les sols avant maïs (2) réaliser un labour motteux et homogène (3) préserver les mottes sur l'interrang (outils à dents vibrantes) (4) biner en cours de végétation
- 3- **Céréales d'hiver** : (1) déchaumer les précédents récoltés aussitôt (redonner de la capacité d'infiltration) (2) réaliser un lit de semence très rugueux (3) réaliser un décroûtage par houe rotative en cours de pousse si nécessaire (4) déchaumer aussitôt après la récolte (redonner de la capacité d'infiltration).
- 4- **Haies** : amplifier le linéaire de haies anti-érosives.
- 5- **Fossés – talus** : collecter, guider et infiltrer les eaux de ruissellement.= gérer les écoulements dès l'amont du bassin versant. A étudier au cas par cas dans le cas où des rigoles/ravines se forment sur la parcelle. Fossés et talus à enherber.
- 6- **Zone enherbée** : protège contre l'arrachement, provoque la sédimentation et favorise l'infiltration. Ne pas localiser uniquement en bas-fond, mais aussi dans les talwegs/griffes d'érosion.
- 7- **Techniques culturales sans labour** : à promouvoir, mais en prenant des précautions car la réduction du travail du sol en profondeur peut entraîner une diminution de l'infiltration de l'eau (risque plus accentué d'érosion). Besoin de définir le type de TCSL adapté localement : à priori pas le semis direct mais plutôt le travail superficiel qui laisse des résidus en surface (mulch). C'est un pari sur le long terme, le développement de l'activité biologique pourrait remplacer tout ou partie des interventions mécaniques.

### Proposition de pilotes, partenaires, leviers d'appui

Des informations complémentaires sur les pilotes et partenaires potentiels sont présentées en ANNEXE 9

#### Pilotes

- ✓ Chambre Régionale d'Agriculture
- ✓ FRAB
- ✓ Chambres Départementales d'Agriculture
- ✓ Agrobio 35
- ✓ GAB 22

#### Partenaires

- ✓ AFES
- ✓ AREAS
- ✓ BASE
- ✓ ARAP
- ✓ Breizh bocage

#### Maîtres d'œuvre

- ✓ Chambres d'Agriculture
- ✓ Agrobio 35
- ✓ GAB 22
- ✓ Syndicats de BV

#### Leviers d'appui

- ✓ Contrats territoriaux
- ✓ Certaines Mesures agro-environnementales (MAEC) :  
« mono-gastrique » (rotations longues)  
« système polyculture-élevage fourrager économe en intrants » (mise en herbe)

- ✓ Note préfectorale du 30/10/2010 pour ICPE autorisation : fertilisation équilibrée +10 % et diagnostic de risque érosif + maillage bocager.
- ✓ Leviers SAGE : Orientations de gestion n°17, n°19, n°20, n°21 ; Dispositions n°23, n°24, N°40
- ✓ Groupements d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE)
 

GIEE : le Ministère de l'Agriculture impulse les démarches collectives visant à développer la performance environnementale de l'agriculture en s'appuyant sur la création de Groupements d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE). Les CUMA s'intègrent dans cette démarche et pourront à ce titre bénéficier d'aides préférentielles et majorées, notamment pour développer la transition vers les Techniques culturales sans labour (TCSL). Les appels à projets régionaux ont débuté début 2015.

## 2.2. Aménagements pérennes : diagnostiquer des zones prioritaires, affiner à l'échelle de la parcelle

Les « bonnes pratiques » citées précédemment peuvent être appliquées à l'ensemble du territoire, au cas par cas, là où l'agriculteur le juge pertinent. Constat est fait que l'exploitant agricole est le plus apte à juger de la sensibilité de ses sols à l'érosion, autrement dit c'est bien lui qui connaît le mieux ses parcelles et ses pratiques ! Par conséquent, il faut avant tout viser une prise de conscience de la problématique à travers le capital sol.

Pour autant, quand il s'agit d'aménagements pérennes qui impliquent des coûts directs supportés essentiellement par la collectivité (à travers des programmes comme Breizh bocage ou les MAEC), des choix de localisation pertinente doivent être faits pour assurer une efficacité maximale. Le diagnostic d'exploitation est donc un outil privilégié.

### *En préambule, une carte plus précise de l'aléa érosif ?*

Le diagnostic du territoire, en termes de sensibilité au ruissellement et à l'érosion des sols, met en évidence l'importance de l'état surfacique des sols, notamment du fait de la présence très étendue de sols limoneux. Elle a aussi montré la limite des cartes d'aléa érosif existantes: elles sont incomplètes et à une échelle trop grande pour pouvoir cibler des zones d'action prioritaires.

La réalisation d'une carte d'aléa érosif basée sur une meilleure connaissance de la pédologie, en ciblant notamment les limons éoliens et le taux de matière organique, permettrait de prioriser des zones sur le territoire, potentiellement plus affectées par les phénomènes érosifs. Ce travail nécessite des investigations de terrain et ne peut pas être uniquement basé sur des analyses cartographiques.

Une réflexion pourrait être menée sur l'échelle de réalisation d'une telle carte : sur un bassin versant expérimental ? Sur les deux bassins versants en amont des retenues de Bois-Joli et Rophémel ? Quels financeurs potentiels ? Quels maîtres d'ouvrages, quels maîtres d'œuvres ?

### *Zones enherbées, dispositifs anti-érosifs, chemin d'écoulement de l'eau, fossés : diagnostic à l'échelle de la parcelle*

Rappelons tout d'abord que les retours d'expérience sur les diagnostics d'exploitation montrent qu'il y a un sentiment d'usure du monde agricole : les exploitants sont sollicités à de nombreuses reprises pour diagnostiquer leurs pratiques, que ce soit dans le cadre des MAEC, anciennement des programmes de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA), des plans d'épandage, des programmes prévisionnels de fertilisation, des déclarations de surfaces culturales, des enquêtes sur les pratiques culturales, de Breizh bocage, des diagnostics parcelles à risque phytosanitaire...

Par conséquent, il faut probablement veiller à ne pas « rajouter une couche » avec la problématique phosphore. Il est certainement plus pertinent de bâtir un volet « ruissellement et érosion des sols » qui s'intègre dans le diagnostic global d'exploitation. L'idée est d'avoir une vue d'ensemble vis-à-vis des problématiques environnementales et de ne pas « saucissonner » les enjeux.

Différentes structures de bassin versant élaborent leurs cahiers des charges « maison » pour la réalisation de diagnostics phosphore, en les adaptant aux enjeux de leurs territoires. Notons qu'une méthode de diagnostic du territoire a été développée en Bretagne dans **Territ'Eau** (Territ'eau), mise en place dans le cadre d'Agrotransfert Bretagne et dont l'élaboration a été suivie par un comité d'utilisateurs provenant de structures publiques, privées et associatives. La représentation spatiale du bassin versant est fondée sur l'identification de zones actives (sources et puits de phosphore: parcelles, bords de parcelles, fossés, zones tampons...) et de leur connectivité. Cet outil a pour vocation de permettre l'appropriation de la démarche et la proposition d'actions ciblées à l'échelle des bassins versants. La Figure 34 illustre le principe de ce diagnostic.

Ce diagnostic à l'avantage d'être très complet, il intègre bien l'aléa érosif, et même les transferts par remontée de nappe ainsi que les chemins d'écoulement de l'eau. Toutefois, les retours d'expérience montrent qu'il est lourd à mettre en œuvre, et en pratique très rarement appliqué dans son intégralité. Dans la réflexion sur ce qu'il est pertinent d'intégrer dans le diagnostic il ne faut pas perdre de vue la finalité : mettre en place des aménagements pérennes ! A l'échelle des bassins versants ou plus en amont, il est probablement nécessaire d'avoir une réflexion collective sur ce diagnostic d'exploitation pour qu'il soit réellement efficace. Les structures de développement agricole pourraient s'emparer de ce chantier.

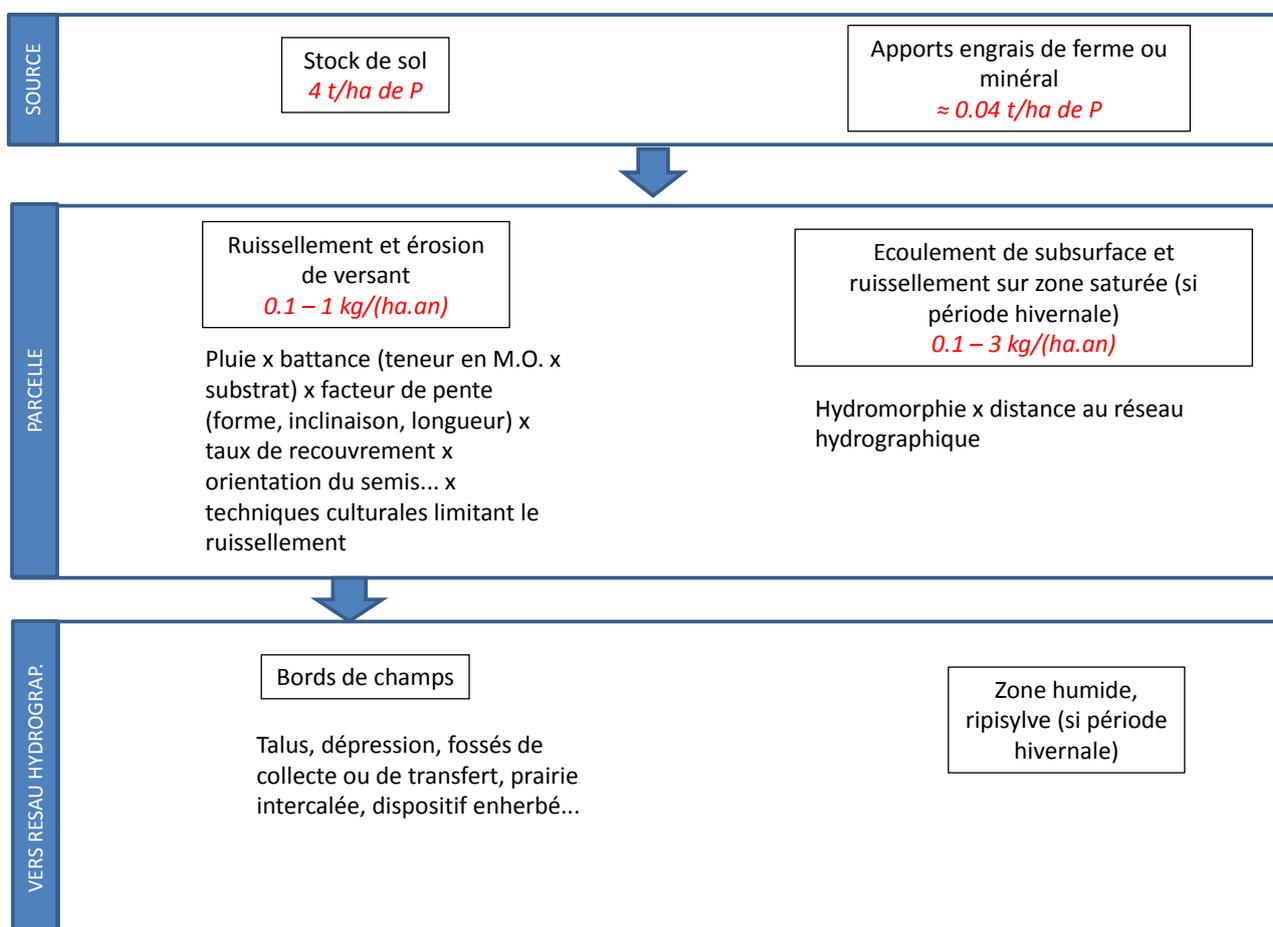


Figure 34: Schéma conceptuel indicateur de risque de transfert de phosphore dans le contexte régional breton (d'après Territ'Eau)

### 3. Des possibilités d'action dans les retenues ?

Le diagnostic met en évidence le rôle des retenues dans le stockage du phosphore.

Par conséquent, l'opportunité d'un curage régulier des sédiments se pose, en tant que solution curative. Les retours d'expérience sur les curages semblent démontrer que leur action est efficace sur les proliférations de cyanobactéries, mais seulement sur les quelques années à suivre (3 à 5 ans; voir à ce sujet l'important travail d'inventaire réalisé par Austruy, 2012: voir référence dans la bibliographie).

L'autre levier d'action potentiel indiqué dans l'étude commanditée par Eau du Bassin Rennais sur le fonctionnement de la retenue de Rophémel (Intergrad, Mars 2012) évoque la possibilité d'une perturbation hydraulique de l'émergence d'un bloom. En pratique cela consiste à évacuer en aval la lame d'eau où émergent les cyanobactéries au tout premier stade de croissance.

Enfin, l'action curative qui consiste à détruire les cyanobactéries à un stade préliminaire par l'action d'un agent chimique (le plus courant étant le sulfate de cuivre), est une option qui peut être envisagée. Des précautions doivent être prises concernant les effets de la lyse cellulaire (libération potentielle de toxines) ou de l'enrichissement des sédiments en cuivre. Un retour d'expérience sur le long terme existe (à étudier).

Dans le cadre de cette étude, les Présidents des structures gestionnaires des retenues de Rophémel (Eau du Bassin Rennais) et de Bois-Joli (Eau du Pays de St Malo) ont été sollicités par courrier par le Syndicat mixte du SAGE RFBB pour connaître les modalités de gestion envisagées pour limiter l'eutrophisation et les blooms de cyanobactéries. Une réponse a été fournie (ANNEXE 10).

En résumé, en ce qui concerne Rophémel, l'option du curage de la retenue n'est pas retenue, ni l'aération de la colonne d'eau (jugés inefficaces). Une expérience pilote de « perturbation hydraulique de l'émergence du bloom » est jugée envisageable après 2017. En effet, une période de travaux prévue pour durer deux ans va débiter prochainement et ne permet pas de mener à bien une telle expérience (fonctionnement hydraulique atypique). Pour information, la production d'eau potable est arrêtée depuis le 10 septembre et ceux pour au moins 3 semaines, en raison d'une teneur trop élevée en cyanobactéries.

En ce qui concerne Bois-Joli, il existe une pré-retenue qui vise à retenir une partie des sédiments. Cet ouvrage est prévu pour être curé chaque 10 ans et devrait l'être l'année prochaine (si les conditions hydrologiques le permettent). Un suivi visant à évaluer l'efficacité de cette pré-retenue (quantité/qualité des sédiments ; impact du curage sur la teneur en phosphore de la retenue...) est envisagé. Une méthodologie devra être élaborée, Eau du Pays de St Malo associera la structure SAGE et les chercheurs le cas échéant. L'option de diminuer le temps de séjour de l'eau dans la retenue en période d'étiage (propice aux blooms de cyanobactéries) n'est pas retenue car elle ne permet pas d'assurer l'approvisionnement en eau.

#### CE QU'IL FAUT RETENIR (leviers d'action prioritaires)

- Rejets des stations d'épuration : 12 stations sont ciblées afin de réduire leurs rejets. L'impact des réductions, sur le flux total de phosphore à l'échelle de l'année, n'est pas très important. Toutefois elles sont pertinentes en période d'étiage où les stations d'épurations sont les principaux contributeurs.
- Lutte contre le ruissellement et l'érosion des terres agricoles : un travail d'adaptation et vulgarisation des bonnes pratiques est nécessaire. Le capital sol est probablement le levier d'action le plus mobilisateur. En complément les aménagements pérennes « anti-érosifs » nécessitent de travailler à des échelles fines (parcelle) tout en veillant à ne pas « saucissonner » les enjeux environnementaux. Un préalable serait d'élaborer une carte de l'aléa érosif plus précise que celles existant aujourd'hui afin de prioriser des zones (notamment en lien avec les limons).
- Possibilités d'action dans les retenues : un frein majeur à l'intervention au sein des retenues est l'exigence d'assurer l'alimentation en eau potable des populations de la région. La ressource est « sous-pression », notamment dans la région de Saint Malo. Le curage des sédiments (stockeurs de phosphore) reste donc une option difficilement réalisable. Pour autant un curage plus ciblé (étude bathymétrique nécessaire) ou d'autres types d'actions curatives peuvent être envisagées.

**Une proposition de partenaires à solliciter pour rapidement enclencher la phase opérationnelle est reportée en ANNEXE 11.**

---

## **IV. Proposition d'axes de travail complémentaires**

---

**Une proposition de partenaires à solliciter pour rapidement enclencher la phase opérationnelle est reportée en ANNEXE 11.**

## 1. Rejets des assainissements non collectifs (ANC)

Comme évoqué dans le Chapitre II section 2.1, il y a un manque de références pour pouvoir correctement chiffrer la contribution des assainissements non collectifs (ANC). Contrairement aux stations d'épuration collectives qui font l'objet de mesure des rejets en sortie et qui rejettent directement dans les cours d'eau, le rejet des ANC est inconnu. Deux difficultés rentrent en compte : la connexion effective ou pas au réseau hydrographique et le rendement épuratoire du phosphore qui dépend notamment du type de dispositif d'assainissement.

Pour pouvoir chiffrer la contribution des ANC dans un territoire où l'habitat diffus est très important, il est nécessaire de bâtir des références. **Une étude dans un micro-bassin pilote serait pertinente.**

## 2. Protocole de suivi des cours d'eau vis-à-vis du phosphore dans le périmètre du SAGE

La fréquence de suivi du phosphore dans les cours d'eau dans le cadre de la DCE (en moyenne une par mois), n'est pas suffisante pour avoir une vue objective de la qualité vis-à-vis du phosphore, ni de mesurer l'effet des actions de reconquête de la qualité. Les bassins versants du périmètre du SAGE ont un suivi généralement plus resserré, mais il n'est pas homogène, ni dans le temps, ni dans l'espace.

Un protocole de suivi plus pertinent est recommandé : la proposition est de limiter les points de mesure avec un échantillonnage plus régulier (8 points sur l'ensemble du périmètre du SAGE ; voir Figure 35) en suivant le protocole régional de suivi de la qualité de l'eau des bassins versants bretons (Bretagne, 2015). Un suivi judicieux pourrait être fait suivant le protocole du Tableau 12, soit au total 24 échantillons par années.

Tableau 12: proposition de protocole de suivi pour le paramètre phosphore

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie	12 prélèvements en temps de pluie dans l'année (> 10 mm en 24h)												12

En complément, le calcul des flux met en évidence une incertitude importante due à l'absence de mesure des débits sur le bassin versant du Linon et la Rance en aval de Rophémel. Par conséquent il serait judicieux d'étudier la faisabilité temps technique qu'économique d'un ajout de deux débitmètres (voir Figure 36).

Enfin, en complément des 8 points d'échantillonnage, une mesure en continu de la turbidité (matières en suspension calibrées avec les teneurs en phosphore) sur 4 points clés des 4 bassins versants permettrait de détecter les pics de concentration qui n'auraient pas été échantillonnés (Figure 35). A terme ce type de suivi automatisé pourrait même se substituer aux analyses chimiques du phosphore.

Le SAGE pourrait s'adresser aux structures en charge du suivi de la qualité de l'eau afin de mettre en place ce nouveau protocole (emplacement, chiffrage, calendrier).

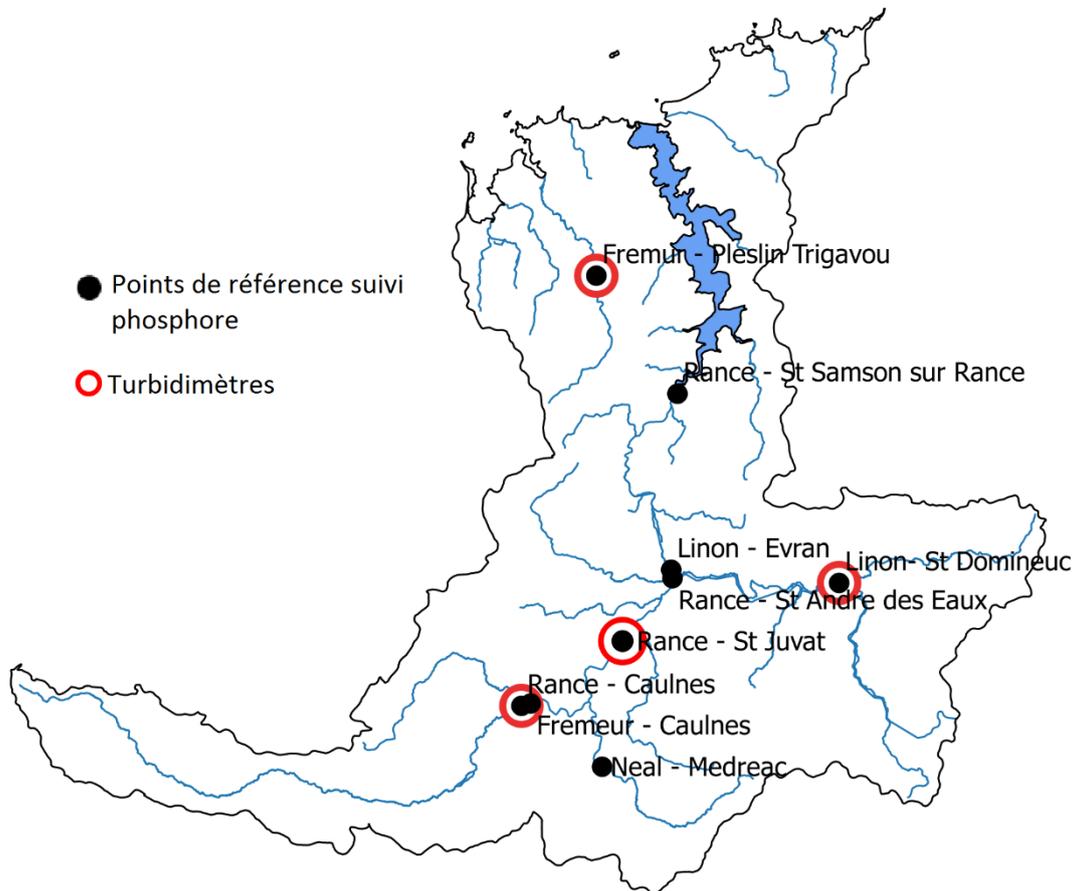


Figure 35: proposition de 8 points de référence pour mesurer le phosphore et 4 turbidimètres



Figure 36: Débitmètres actuels et proposition de deux débitmètres à rajouter (localisation précise à étudier)

### 3. Gestion des fossés de bord de route

Les fossés de bord de route captent les ruissellements diffus des parcelles amont pour les guider vers un endroit choisi et ainsi protéger une parcelle, une route, un site ou une infrastructure en aval. Mais ils permettent aussi l'infiltration et le piégeage des sédiments.

La méthode traditionnelle d'entretien des fossés réexpose les talus à l'érosion en enlevant la majorité de la végétation. Le fossé perd son rôle de ralentissement et de purification des eaux de ruissellement.

Pour qu'ils jouent un rôle dans la réduction du transfert de phosphore, une végétalisation pérenne qui permet l'absorption plus importante d'eau et une vitesse de transfert réduite est bénéfique. Il faut donc bannir un entretien trop « à ras » et un curage trop profond des fossés.

La nouvelle méthode d'entretien ((L'environnement) consiste à effectuer un fauchage sélectif au début du mois de juin et un autre au mois de septembre. Ensuite, il s'agit d'appliquer la méthode d'entretien du tiers inférieur (Figure 37) si, et seulement si, elle est nécessaire : soit lorsque la capacité de drainage du fossé est menacée ou lorsque la quantité de sédiments accumulés est notable. Elle consiste à ne curer que la base des fossés : le fond et un tiers de chaque côté. Comparée à un curage classique, cette technique permet de mieux stabiliser les flancs des fossés en maintenant une partie de la végétation. Le curage selon la méthode du tiers-inférieur nécessite soit d'acquérir un godet de forme adaptée soit de faire appel à un prestataire. Il est important de noter que les coûts liés à la gestion des boues à exporter seront largement réduits puisque le volume à traiter/valoriser sera inférieur à un curage traditionnel.

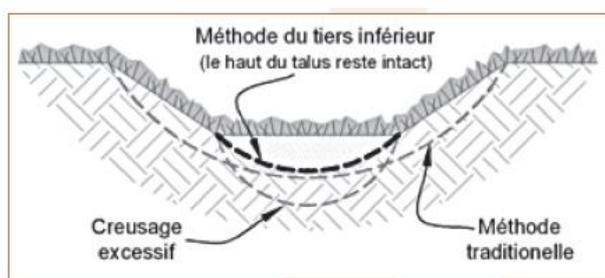


Figure 37: Illustration de la méthode du tiers inférieur © Luc Lemieux, MAPAQ

Réduire la fréquence de fauche des talus et des fossés, tout en maintenant les entretiens de sécurité du bas-côté, est la solution la plus pertinente économiquement. L'été, la fauche tardive préserve la biodiversité tout en limitant l'impact des pluies d'orage.

Il est aussi envisageable d'exporter les résidus de fauche. L'absence de végétaux en dégradation dans le fossé ralentit le comblement de celui-ci. Cette technique, très efficace, représente un investissement important, lié au matériel d'aspiration et de stockage des résidus et au traitement de ceux-ci (compost). Pour des exemples de réalisation, voir le site de l'association AILE (Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement) implantée en Bretagne.

Enfin, la meilleure gestion des fossés doit aussi se réfléchir en intégrant leur exutoire qui a aussi un rôle de purification et ralentissement des eaux. A ce sujet, un lien peut être fait avec les dispositions du SAGE RFBB traitant de la gestion des eaux pluviales (schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales ; Orientation de gestion n°12 et n°13).

#### CE QU'IL FAUT RETENIR (leviers d'action complémentaires)

- La contribution de l'assainissement autonome aux rejets de phosphore n'est pas connue à l'échelle du périmètre du SAGE. Une étude pilote permettant d'élaborer une méthodologie serait pertinente à l'échelle d'un micro-bassin versant.
- Le réseau de mesure de la qualité de l'eau ainsi que le protocole de suivi ne sont actuellement pas optimaux pour le paramètre phosphore. Des propositions sont faites : 8 stations de mesure suivies 24 fois par an ; 2 débitmètres complémentaires ; 4 turbidimètres permettant un suivi automatisé en continu.
- Un entretien judicieux des fossés de bord de route permet de ralentir et de mieux purifier les eaux de ruissellement : par conséquent il est à promouvoir globalement pour améliorer la qualité des cours d'eau.

# Conclusions

---

Le phosphore est un élément qui s'accumule dans l'écosystème : dans le réseau hydrographique et notamment dans les plans d'eau, canaux et autres masses d'eau artificielles du périmètre du SAGE, il se stocke d'année en année dans les sédiments. Il est difficile de quantifier le rôle et la part de ce phosphore « hérité » dans le phénomène d'eutrophisation des masses d'eau, mais il est probable qu'il joue un rôle significatif lors de sa remobilisation, le rendant alors bio disponible pour les plantes.

Le phosphore dans les milieux aquatiques à deux origines principales : l'assainissement - domestique collectif ou individuel, et industriel – et le transfert depuis les terres agricoles par ruissellement et érosion.

Le diagnostic à l'échelle du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais indique que la part agricole domine à l'échelle de l'année mais que la part de l'assainissement est importante en période d'étiage. En terme de flux la part agricole est de l'ordre de 80 %, plus ou moins variable d'un bassin versant à l'autre et d'une année hydrologique à l'autre (une année humide transfère en moyenne trois fois plus de phosphore qu'une année sèche).

Il est à noter que la part de l'assainissement a fortement diminué depuis les années 1990 et continue à diminuer avec la mise en place de procédés de déphosphatation des filières à boues activées et l'interdiction des phosphates dans les lessives depuis 2007. Dans le domaine agricole, les apports de phosphore ont changé de nature au cours du temps : ils proviennent aujourd'hui quasi-exclusivement des engrais de ferme (en tout cas pour ce qui concerne l'impact sur les eaux douces du territoire). Aujourd'hui, contrairement aux années 1980 par exemple, la balance phosphorée à l'hectare est globalement à l'équilibre, avec toutefois localement des excédents. La problématique majeure est la perte de phosphore via les phénomènes de ruissellement et d'érosion des sols, en lien notamment avec la fragilité des sols limoneux très présents sur le territoire.

L'état des lieux des teneurs en phosphore dans les cours d'eau, sur la base des données les plus complètes disponibles, montre que l'objectif actuel (percentile 90 = 0,2 mg/l) est dépassé pour la quasi-totalité des stations de mesure. Etant donné que ce percentile 90 reflète les hautes valeurs lors des crues hivernales, qui transfèrent par ailleurs la majeure partie du phosphore vers le réseau hydrographique, il est difficile d'envisager d'abaisser ce seuil.

L'étude conclut- en croisant les connaissances sur le comportement du phosphore, de l'eutrophisation, des cyanobactéries et l'état des lieux du territoire (chevelue dense de cours d'eau, importance des bas-fonds, peu de contribution de la nappe, long temps de séjour de l'eau dans les retenues, sensibilité à l'érosion des sols limoneux, contribution des sources agricoles et d'assainissement) – que l'objectif de 0,2 mg/l est en soit ambitieux et donc à conserver.

Trois leviers d'actions prioritaires sont ciblés :

- (1) Une réduction ciblée des rejets de phosphore dans 12 stations d'épuration.
- (2) Un plan d'action pour lutter contre le ruissellement et l'érosion des sols : adapter et vulgariser les bonnes pratiques agricoles, intégrer le « capital sol » dans les diagnostics d'exploitation en réalisant en parallèle ou au préalable une carte plus fine de l'aléa érosif (prioritairement axée sur la pédologie et notamment la présence de sols limoneux).

- (3) Des actions curatives dans les retenues de Rophémel et Bois-Joli : notamment, le phosphore hérité étant suspecté de jouer un rôle significatif, le curage des sédiments est a priori une solution à ne pas exclure. Des études de faisabilité sont nécessaires.

Trois autres actions complémentaires sont définies, les deux premières visant à acquérir de la connaissance :

- (1) Pour pouvoir chiffrer la contribution des assainissements non collectifs dans ce territoire où l'habitat diffus est très important, il est nécessaire de bâtir des références. Une étude dans un micro-bassin pilote serait pertinente.
- (2) Pour connaître plus justement les teneurs en phosphore et les flux associés, un protocole de suivi plus pertinent est proposé à l'échelle du SAGE (8 stations de référence échantillonnées 24 fois/an et 2 débitmètres complémentaires et 4 turbidimètres).
- (3) Une gestion plus raisonnée des fossés circulants par les collectivités, qui permet de freiner l'écoulement des eaux.

Pour finir, rappelons que les phénomènes d'eutrophisation engendrent des coûts indirects pour le territoire, difficilement quantifiables mais significatifs, liés notamment aux toxines potentiellement secrétées par les cyanobactéries. Citons la perte d'attractivité des lieux de baignade ou de récréation nautique, les procédures administratives et réglementaires pour assurer la sécurité des personnes, le coût induit pour la potabilisation de l'eau et l'insécurité de la ressource en eau potable.

Un gage de succès pour améliorer la situation est une prise de conscience des acteurs et des enjeux dans leur globalité, une responsabilité partagée entre collectivité, agriculture, gestionnaire de retenues, et plus largement les structures du territoire (public/privée).

Les solutions techniques pour améliorer la situation (que faire sur les lagunes, quel travail du sol, quels couverts végétaux, quels aménagements d'hydraulique douce, quelle ampleur des programmes de plantation de haie, que mettre dans le diagnostic d'exploitation, quel coût/bénéfice attendre du curage des sédiments des retenues...) ne font pas l'objet d'une étude approfondie ici : elles devront être construites sur la base de la concertation et par les structures opérationnelles au plus près du terrain. Un préalable auquel s'est attaché le Comité de Pilotage de l'étude est de partir sur des bases de connaissances consolidées et partagées, gage d'appropriation des démarches futures.

# Bibliographie

ACOU, A. **Evidence of silver eels contamination by microcystis-LR at the onset of their seaward migration: what consequences for breeding potential.** ROBINET, T.: Journal of fish biology. 72: 753-762 p. 2008.

AFSSA. **Évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leur toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, la baignade et aux activités récréatives.**: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments 2006.

Arrêté, 2015. **Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.2012-18 du code de l'environnement.**

AUROSSEAU, P. **LES FLUX DE PHOSPHORE PROVENANT DES BASSINS VERSANTS DE LA RADE DE BREST. COMPARAISON AVEC LA BRETAGNE.**: OCEANIS. 27: 137-161 p. 2001.

AUSTRUY, E. **Apports de phosphore et proliférations de cyanobactéries dans le Lac au Duc (Morbihan) : diagnostic et propositions d'actions préventives et curatives potentielles:** Observatoire Départemental de l'Environnement du Morbihan 2012.

BDAT. **Base de données des analyses de terre - GISSOL - INRA:** <http://bdat.gissol.fr>.

BERTHON, J. L. **Déterminisme de l'eutrophisation de la retenue de Grangent (Loire): étude des apports en nutriments, de la dynamique des populations phytoplanctoniques et des relations phyto-zooplankton en 1990-1991.** DEVAUX, J.: Hydroécologie Appliquée. 1-2: 99-125 p. 1996.

BRETAGNE. **Protocole régional du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons:** DREAL Bretagne 2015.

BRETAGNE, Observatoire de l'eau [www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eaux-de-surface/Matieres-phosphorees](http://www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eaux-de-surface/Matieres-phosphorees).

BRIENT, L. **Evaluation des efflorescences à cyanobactéries dans des eaux de cours d'eau et plans d'eau breton.** VÉZIE, C. Université Rennes 1 UMR Ecobio: DIREN Bretagne: 80 p. 2001b.

CACHOT, C. **Evolution pluriannuelle (1991-1999) sur 60 cm de profondeur du transfert des ions phosphore entre le sol et la solution après apports de lisier:** Marcel: 28 p. 2000.

CALLIGEE. **BILAN DES ETUDES ET DONNEES CONCERNANT LES CAPTAGES D'EAU SOUTERRAINE DU PERIMETRE DU SAGE RANCE FREMUR BAIE DE BEAUSSAIS DEPARTEMENTS DES COTES-D'ARMOR ET D'ILLE-ET-VILAINE:** Syndicat Mixte du SAGE RFBB 2011.

CARVALHO, L. **Indicateurs and methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive: linkages between chemical and biological quality of surface waters.** Nutrients and eutrophication in lakes: 3-32 p. 2006.

CEMAGREF. **Phosphore des eaux usées:nouvelles données, conséquences pour l'épuration.** ONEMA. POLLUTEC 2010: 4 p.

CHORUS, I. **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management.** BARTRAM, J. E & FN Spon: WHO: 416 p. 1999.

CORPEN. **Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance et à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers et à leur système fourrager.:** <http://www.ecologie.gouv.fr/-CORPEN-.html> 2001.

CORPEN. **Estimation des rejets d'azote, de phosphore, de potassium, de cuivre et de zinc des porcs - Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux.** <http://www.ecologie.gouv.fr/-CORPEN-.html> 2003.

CORPEN. **Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre et zinc par les élevages avicoles.** <http://www.ecologie.gouv.fr/-CORPEN-.html> 2007.

CSEB. **Pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau. Fiches techniques et scientifiques:** Région Bretagne, Rennes: 188 p. 2007.

CSEB. **Prolifération du phytoplancton en eaux douces et marines: éléments de compréhension.** ROLLAND, D. 2015.

DORIOZ. **Transfert diffus de phosphore des bassins versants agricoles vers les lacs: impacts, ordre de grandeur, mécanismes.** INRA, Paris: L'eau dans l'espace rural: 249-264 p. 1997.

DORIOZ, J. M. **Effets de dispositifs enherbés sur les transferts diffus de phosphore dans les bassins agricoles:** Etude et gestion des sols. 14: 249-265 p. 2007.

DORIOZ, J. M. et al. **Review: The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics—A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France.** 117 2006.

DRAAF. **Atlas des pratiques culturelles dans les bassins versants bretons en 2011.** BRETAGNE 2011.

DUPAS, R. **Distinct export dynamics for dissolved and particulate phosphorus reveal independent transport mechanisms in an arable headwater catchment.:** HYDROLOGICAL PROCESSES 2015.

GAURY. **Pollution de la retenue de Rophémel par les matières organiques et le phosphore. Quantification du rôle respectif des apports en provenance du bassin versant et des sources internes à la retenue - quantification des stocks.** GRUAU, G. CAREN, Rennes: GEPMO: 79 p. 2008.

GIOVANNI, R. **Evaluation des potentiels d'azote et de phosphore d'origine animale de la région Bretagne pour les années 1998-2001.**: Fourrages. 170: 123-140 p. 2002.

HAYGARTH, P. M. **Forms of phosphorus transfer in hydrological pathways from soil under grazed grassland.** 49 1998.

INTERFACES ET GRADIENTS, 2012 **Étude du fonctionnement de la retenue de Rophémel**: Syndicat Mixte de Production d'eau potable du Bassin Rennais 2012.

INTERFACES ET GRADIENTS, 2015. **Diagnostic des fuites de Phosphore sur les bassins versants de la Valière et de la Haute-Vilaine et proposition de solutions correctives.** août 2015.

FONDATION HYDRO-QUEBEC POUR L'ENVIRONNEMENT, 2011. **GUIDE DES BONNES PRATIQUES POUR L'ENTRETIEN ET LA CONCEPTION DES FOSSÉS MUNICIPAUX**: 13 p.

LEITAO, M. **Guide pratique des cyanobactéries planctoniques du Grand Ouest de la France.** COUTÉ, A.: Agence de l'Eau Seine Normandie: 63 p. 2005.

LEMERCIER, B., 2003 **La pollution par les matières phosphorées en Bretagne.** Sources, transfert et moyens de lutte. DIREN - INRA Rennes 2003.

LEMERCIER, B. , 2006. **Suivi des teneurs en carbone organique et en phosphore extractible dans les sols agricoles de trois régions françaises**: Etude et gestion des sols. 13: 165-180 p. 2006.

LEVI, Y. **Risques sanitaires liés à la présence de cyanobactéries dans l'eau: évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans es eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives.** HARVEY, M.: AFSSA/AFFSTE: 232 p. 2006.

MEROT, P. **Qualité de l'eau en milieu rural - Savoirs et pratiques dans les bassins versants.**: Update Sciences & technologies INRA: 343 p. 2006.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE du CANADA  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm>.

MISSON, B. **Short- and long-term dynamics of the toxic potential and genotypic structure in benthic populations of *Microcystis*.** DONNADIEU-BERNARD, F.: Water Research. 30: 1-9 p. 2011.

MOATAR, F. **River flux uncertainties predicted by hydrological variability and riverine material behaviour.** MEYBECK, M.: Hydrological processes. 27: 3535-3546 p. 2013.

NEMERY, J. **Origine et devenir du phosphore dans le continuum aquatique de la Seine des petits bassins amonts à l'estuaire: rôle du Phosphore échangeable sur l'eutrophisation**: Thèse Sciences de la Terre, université Paris VI: 259 p. 2003.

PELLERIN, S. **Bilan environnemental du phosphore**. Dunod, Paris: Cours et études de cas. ch. 28: 1-18 p. 2005.

TERRIT'EAU. **Outils pour l'aménagement du paysage et la gestion spatiale des activités agricoles, en vue d'une meilleure maîtrise de la qualité de l'eau**. [http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ\\_eau](http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_eau).

VIAUD, V. **Modeling the impact of spatial structure of a hedge network on the hydrology of a small catchment in a temperate climate**: Agric. Water Manag. 74: 135-163 p. 2005.

WANG, D. **Using a landscape approach to intercept diffuse phosphorus pollution and assist with water quality management in the Basins of lake Champlain (Vermont) and lake Léman (France)**: Lake Champlain: partnership and research in the New Millenium. 827: 159-189 p. 2004.

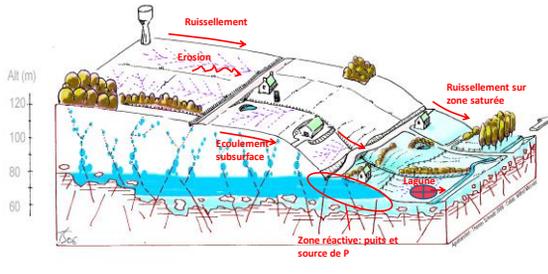
# ANNEXES

# **ANNEXE 1 : Présentations et comptes rendus des Comité de Pilotage**

**et autres réunions en lien avec l'étude**

# Etude Phosphore

Comité de pilotage du 21/01/2015



## Cadre de l'étude

Bon état des plans d'eau

eutrophisation

DCE

Objectif SAGE révisé

cours d'eau : 0.2 mg/L de P total (valeur du percentile 90)

Disposition N° 40: fixer un objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes

La commission locale de l'eau vise une réduction des flux de phosphore d'origine agricole et urbaine pour les masses d'eau prioritaires « phosphore » (Rophémel et Bois-Joli)

Usages  
(loisirs nautiques...)

cyanobactéries

Demande des collectivités

- ✓ Problème récurrent de développement de cyanobactéries en période estivale
- ✓ Fin août 2014: en aval de Rophémel, sur le canal d'Ille-et-Rance depuis Evran jusqu'au port du Livet ; les retenues de Rophémel, du Val et Pont-Ruffier sur le Guinefort, du complexe de Bois-Joli sur le Frémur ainsi que l'étang de Combourg .
- ✓ Au port de Dinan : début sept.2014 arrêtés municipaux d'interdiction provisoire des activités nautiques.

## Cadre de l'étude

Périmètre d'étude



## Objectifs de l'étude

1. S'approprier, vulgariser et valoriser les connaissances produites sur le terrain
  - Partager un niveau de connaissance assez élevé
2. Quel état écologique du plan d'eau vis-à-vis du phosphore est-il possible d'atteindre?
  - Compte tenu des spécificités locales (bruit de fond, mosaïque paysagère, caractéristiques pédologiques, hydrologiques, occupation des sols...)
  - Un équilibre à trouver entre les moyens alloués et les résultats attendus (notion de coûts démesurés)
3. Quelles actions mener pour atteindre le meilleur état possible?
  - Dégager des leviers d'actions à la hauteur des enjeux
  - Cibler les actions prioritaires par territoire et quantifier leur ampleur

## Moyens pour réaliser l'étude

Un travail basé sur l'état des connaissances existantes

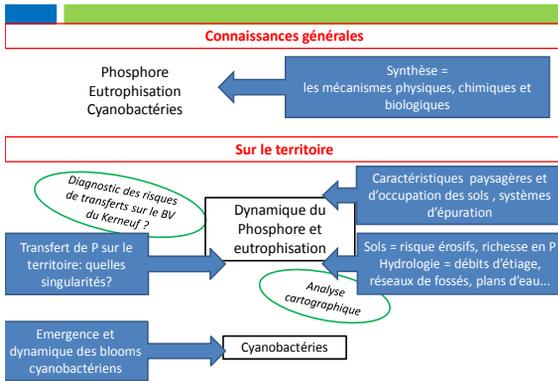
- Connaissances scientifiques et techniques sur les transferts de phosphore, l'eutrophisation et les cyanobactéries
- Des études locales ayant fait le point sur les flux de phosphore et l'émergence des blooms cyanobactériens
- Connaissance du territoire: occupation des sols, pédologie, hydrologie, mosaïque paysagère, localisation des rejets des stations d'épuration...
- Données des réseaux de suivi de qualité de l'eau et des débits sur le périmètre d'étude
- Données « dire d'expert » et des techniciens/animateurs des territoires

Mais l'état des connaissances est hétérogène en fonction des secteurs visés par l'étude

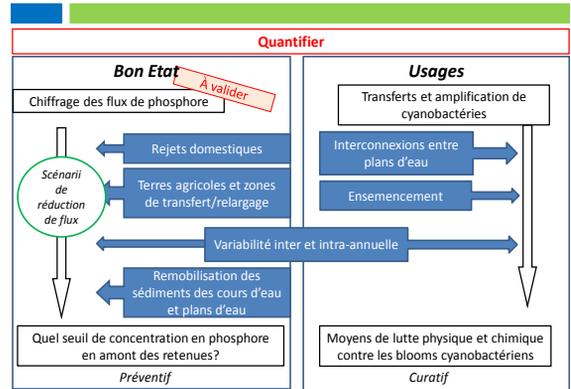
## Phasage/moyens pour réaliser l'étude

- ✓ Phase **bibliographique**: synthèse des études, échange de connaissances entre acteurs (Chambre d'agriculture, SATESE, chercheurs CNRS-INRA-IRSTEA, services de l'Etat, animateurs de bassin versant, syndicats d'eau potable...)
- ✓ Phase **acquisition de données** complémentaires:
  - Chiffrage des rejets des stations d'épuration (Conseil Général 35 et 22)
  - Qualité des eaux du bassin versant du Linon et Rance faluns et aval
- ✓ Phase **chiffrage des flux** de phosphore et de cyanobactéries à l'échelle du périmètre d'étude
- ✓ Phase **analyse du territoire** à l'échelle du périmètre d'étude:
  - carte de sensibilité vis-à-vis du phosphore (risque érosif, stock de P des sols, densité réseaux bocager, zones humides, STEU fort rejet...)
  - liens entre plans d'eau
    - pour cibler et hiérarchiser les actions
- ✓ Phase **définition des leviers d'actions**:
  - Ampleur des actions: où, comment, combien?
  - Chiffrer le coût de ces actions

## Contenu de l'étude



## Contenu de l'étude

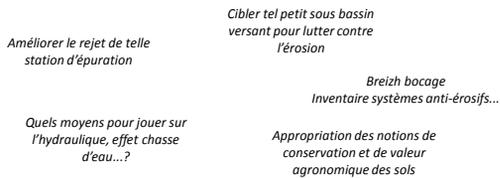


## Contenu de l'étude

### Leviers d'action

*Un équilibre à trouver entre les moyens alloués et les résultats attendus*  
*Notion de coût démesuré*

- ➡ Cibler les actions prioritaires par territoire et quantifier leur ampleur
- ➡ Définir les Maîtres d'Ouvrage et chiffrer les coûts



## Echanges avec personnes ressource

### Discussions engagées avec:

- Chambre Régionale d'Agriculture (S. Guiet), Chambre d'Agriculture (M. Lacoquerie, F. Thomas)
- Recherche (G. Gruau, F. Moatar, C. Gascuel, L. Brient)
- Animateurs de bassin versant (X. Laurent, B. Hennache, M. Duveillard, D. Helle, M. Lemée, F. Bontemps)
- Services de l'Etat: DDTM 35 et 22; Conseil Général 35 et 22; Agence l'Eau; DREAL
- EPTB Vilaine amont: diagnostic flux de P (réunion restitution 3/02/2015)

### Prendre contact avec :

- ONEMA (berges...)
- Chambre d'Agriculture (autres personnes ressource)
- Agence de l'Eau Orléans
- Autres chercheurs (Dorioz, Gril, agronomes...)
- Animateurs de bassin versant (Limon, Cœur Emeraude)
- Autres initiatives au sein des SAGE (bassin de la Sélune...)
- Autres exemples d'actions/études en France (lutte contre érosion Piège audoise, Gers...)

## Données nécessaires

### Données / études acquises ou à acquérir:

- Données rejets des stations d'épuration: acquisition en cours
- Données/études sur la retenue de Rophémel: acquis
- Données/études sur le bassin versant du Guinefort (SEDUD, ARS, CG22): acquis au point nodal
- Données/études sur la retenue de Bois-Joli: acquis
- Données/études sur la retenue de Bétineuc: acquisition en cours
- Données/études sur la Rance canalisée: acquisition en cours
- Données sur le bassin versant du Linon: à acquérir



## Comité de Pilotage de l'étude « phosphore » du SAGE Rance Frémur Baie de Beausais

Mercredi 21 janvier 2015 à 14 heures 30

dans les locaux du SAGE 3 rue de la Chalotais à Dinan

NOM	PRENOM	FONCTION	
Ramard	Dominique	Président CLE du SAGE RFBB	présent
Chevalier	Mickaël	Président Com de Com du pays de Caulnes	présent
Nihoul	Marie-Claude	Agence de l'Eau Loire-Bretagne	présent
Teillais	Alexandre	CG 35 (pays de Saint Malo)	présent
Delaunay	Anne	CG 35 (pays de Brocéliande)	présent
Desportes	Patrick	Agriculture CA 22	présent
Dupas	Jean-Luc	Agriculture CA 22	présent
Quideau	Pierre	Chambre d'Agriculture 22	présent
Helle	Daniel	Eau du Bassin Rennais	présent
Hennache	Bérangère	Animatrice SMPECE (BV Frémur)	présent
Laurent	Xavier	Cœur Emeraude (BV RAF-G)	présent
Gruau	Gérard	Recherche	présent
De Ridder	Jo	Syndicat Mixte du SAGE RFBB	présent
Legeay	Anne	Syndicat Mixte du SAGE RFBB	présent
Bouedo	Annick	Conseil Général 22	excusée
Brient	Luc	Recherche	excusé
Lebreton	Bruno	DDTM 22	excusé
Martin	Jérôme	Conseil Général 35	excusé
Moatar	Florentina	Recherche	excusée

### Ordre du jour :

- **Cadre de l'étude**
- **Objectifs de l'étude**
- **Moyens pour réaliser l'étude**
- **Phasage de l'étude**
- **Contenu de l'étude**
- **Personnes ressources/données nécessaires**

Les diapos de présentation sont jointes au compte-rendu.

### 1. Cadre de l'étude

Deux grands enjeux ont été identifiés :

- Bon état des plans d'eau : problématique eutrophisation
- Usages (loisirs nautiques...) : problématique cyanobactéries

L'objectif de bon état du cours d'eau fixé dans le SAGE révisé est de 0,2 mg/L de phosphore total pour la valeur du percentile 90. La disposition n°40 du SAGE révisé stipule de « fixer un objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes ».

L'idée est, compte tenu des spécificités locales, d'identifier quel état écologique des plans d'eau il est possible d'atteindre. Quel seuil de qualité en phosphore est-il possible d'atteindre avec quelle marge de manœuvre sur le territoire ?

Un enjeu d'usage (lié aux proliférations de cyanobactéries) est identifié, découlant notamment des événements de l'été 2014 où le port de Dinan a été provisoirement interdit aux activités nautiques. Par conséquent, l'élargissement du périmètre d'étude - initialement prévu dans les bassins versants amonts des retenues de Rophémel (Haute-Rance) et de Bois-Joli (Frémur) - aux bassins versants du Linon, du Guinefort, de Rance faluns et Rance aval est validé. L'objectif est d'avoir une vue d'ensemble du territoire, en affinant éventuellement les périmètres d'actions.

## 2. Objectifs de l'étude

Trois objectifs sont identifiés :

- (1) S'appropriier, vulgariser et valoriser les connaissances produites sur le territoire
- (2) Quel état écologique du plan d'eau vis-à-vis du phosphore est-il possible d'atteindre ?
- (3) Quelles actions mener pour atteindre le meilleur état possible ?

P. Desportes souhaite qu'il soit aussi fait mention des solutions curatives pour limiter les blooms cyanobactériens.

Une discussion est engagée sur l'eutrophisation : elle est naturelle mais à partir de quand cela pose-t-il un réel problème ? La forte artificialisation des cours d'eau, avec de nombreux plans d'eau et retenues, favorise l'eutrophisation : n'est-ce-pas le principal problème ? (P. Desportes, M. Chevalier).

L'Agence de l'Eau indique qu'il est possible d'avoir une dérogation d'objectif DCE, en cas de difficulté d'atteinte du bon état. L'argumentaire se base sur (1) la notion de coût disproportionné et (2) la notion de faisabilité technique.

M. Chevalier souhaite qu'il soit fait un inventaire et une comparaison avec d'autres retenues hors du périmètre du SAGE pour identifier les tendances : l'eutrophisation est-elle un problème généralisé, inéluctable ? Les facteurs non contrôlables, type année à fort cumul de pluie, sont-ils prépondérants dans le contrôle des flux de phosphore ? Si c'est le cas, il faudra que cela apparaisse dans les conclusions de l'étude.

D. Helle rappelle que le phosphore est un enjeu fort qui rentre en compétition avec le maintien de la capacité de production d'eau potable dans l'avenir.

P. Desportes relaie les craintes de la profession agricole : viendra-t-on un jour à proscrire les apports de phosphore ? L'Agence de l'Eau rappelle que la réglementation actuelle demande un équilibre de fertilisation en phosphore.

## 3. Moyens pour réaliser l'étude

Le COPIL valide le fait que l'étude est basée sur l'état des connaissances existantes.

X. Laurent indique que peu de données et peu de notions de flux sont disponibles sur le secteur Rance aval et Faluns.

Une discussion est engagée sur la difficulté de chiffrer des flux de phosphore étant donné la forte dépendance au cumul et à l'intensité pluvieuse.

G. Gruau confirme que le manque de mesures (nombre de points, fréquence de prélèvement) est limitant. Mais il est de toute façon toujours intéressant de travailler sur les sources de phosphore et de réduire les fuites. Il y a aussi un intérêt économique à optimiser les stations d'épurations et à modifier certaines pratiques agricoles. Il rappelle aussi que le flux de phosphore n'est pas le seul facteur de contrôle de l'eutrophisation et des blooms cyanobactériens. D'autres facteurs interviennent comme l'hydraulique, la température, l'ensemencement, le phosphore biodisponible au tout début du développement des cyanobactéries, d'autres nutriments. Par conséquent, à son avis, on peut déconnecter l'enjeu baisse des flux de phosphore de l'enjeu eutrophisation. Enfin, G. Gruau explique qu'il y a un grand intérêt à en savoir plus sur la fenêtre temporelle précise qui

déclenche le bloom cyanobactérien.

#### 4. Contenu de l'étude

Une proposition de contenu de l'étude est faite :

- (1) Connaissance générale sur le phosphore, l'eutrophisation et les cyanobactéries : pour partager un bon niveau de connaissance
- (2) Spécificités du territoire vis-à-vis du transfert de phosphore, de l'eutrophisation et des blooms cyanobactériens
- (3) Chiffrage des flux de phosphore : quel de seuil de concentration en phosphore en amont des retenues pour atteindre le meilleur état possible ?
- (4) Leviers d'action : un équilibre à trouver entre les moyens alloués et les résultats attendus.

J-L. Dupas s'interroge sur le phosphore biodisponible dans les sols riches en phosphore. P. Quideau indique que des expérimentations aux champs n'indiquent pas de relation directe entre teneur en phosphore total des sols et P biodisponible. D'autres facteurs de contrôle type texture, teneur en matière organique interviennent. J-L. Dupas insiste sur le fait que les fortes intensités pluvieuses qui engendrent le ruissellement ne sont pas contrôlables. L'Agence de l'Eau indique qu'il faut toutefois réduire la fertilisation excédentaire. Elle insiste sur les leviers prioritaires : limiter l'érosion et valoriser la valeur agronomique des sols.

Dans le cadre de l'étude il est proposé d'essayer de définir les « réservoirs sources ou d'ensemencement » de cyanobactéries et d'établir des connections entre plans d'eau. X. Laurent indique que l'étude réalisée par Interfaces et Gradients (« Cyanobactéries dans la Rance fluviale » janv. 2011) a pointé la difficulté de tracer les cyanobactéries (d'où viennent-elles ?) car il faut aller jusqu'à définir l'espèce et le taxon. Se limiter à des aspects visuels et de « dire de terrain » n'est pas une information pertinente (qu'en fait-on ?). En conclusion il est établi par le COPIL que cet aspect d'interconnexion entre plans d'eau doit être évoqué mais en pointant les limites des connaissances.

Concernant les moyens de lutte physique et chimique contre les blooms cyanobactériens, D. Ramard et l'Agence de l'Eau indiquent qu'il ne faut pas les écarter du panel des solutions mais relativiser leur efficacité (moyens curatifs).

Dans le cadre de l'étude est évoquée l'utilisation du diagnostic des risques de transfert réalisé sur le bassin versant du Kerneuf (BV du Frémeur). Une utilisation de ce diagnostic pour en retirer des enseignements sur la vulnérabilité des territoires aux risques de transfert de phosphore est-elle envisageable ? Peut-on considérer que certains points de ce diagnostic sont généralisables ? M. Chevalier indique que ce bassin versant n'est pas représentatif du territoire. Il a été choisi pour répondre à une problématique de régulation des débits (problème d'à-coups, d'étiages sévères, de morphologie très dégradée des cours d'eau). Se pose aussi la question de l'acceptation des acteurs locaux pour valoriser ce diagnostic dans une problématique phosphore. Par contre il peut être intéressant de voir quelles actions utiles découlent de ce diagnostic : à voir avec F. Bontemps. P. Desportes indique qu'il ne faut pas stigmatiser un territoire, mais plutôt travailler avec les personnes motrices.

M. Chevalier insiste encore une fois sur les conclusions à avoir le cas échéant : la dégradation est-elle telle (cf. fort stock de phosphore dans les sédiments des cours d'eau et retenues, nombreux plans d'eau) qu'il n'y a plus d'amélioration possible ? X. Laurent insiste sur le fait qu'il faut faire attention au discours : tout ce qui est fait pour préserver la qualité des milieux aquatiques doit être valorisé. Il ne faut pas uniquement regarder les résultats à travers la problématique phosphore. Le risque est de décrédibiliser l'ensemble des actions. Notamment sur le rôle des zones tampons qui, tout en étant des zones de transfert/relargage de phosphore, présentent d'autres intérêts environnementaux.

J-L. Dupas s'interroge sur l'entretien des cours d'eau : le bois mort ou l'effondrement des berges contribuent-ils significativement à l'enrichissement en phosphore de l'eau ?

D. Ramard propose de cibler une zone pour tester la faisabilité technique des actions envisagées et pour faire le lien entre connaissances scientifiques et opérationnelles. B. Hennache indique que le

bassin versant du Frémur (en amont de Bois-Joli) pourrait être choisi.

**Leviers d'action :**

L'Agence de l'Eau et D. Ramard abondent dans le même sens : les leviers d'actions ont déjà été proposés de manière exhaustive dans le cadre de la révision du SAGE. Il faut rendre les actions opérationnelles, acceptables et adaptées au territoire. Il faut rappeler l'importance de la valeur agronomique des sols en tant qu'outil de travail des agriculteurs en insistant sur les notions de durabilité.

Concernant la rénovation des stations d'épuration M. Chevalier insiste sur le fait qu'il faut tenir compte du fléchage des STEU prioritaires déjà réalisé par les services compétents (CG et Agence de l'Eau), compte tenu des coûts importants au regard de l'impact sur la qualité des cours d'eau. L'Agence de l'Eau indique en effet que les STEU prioritaires sont éligibles aux aides Agence.

D. Helle rappelle que B. Lebreton (DDTM22) a expliqué que Rophémel n'a pas été classé en zone de captage prioritaire dans le cadre de la révision du SDAGE Loire-Bretagne en contrepartie d'un engagement fort de la profession agricole. Cet engagement doit transparaître fortement dans les contrats territoriaux.

G. Gruau indique que la recherche est intéressée par un partenariat avec les gestionnaires de l'eau. Les études scientifiques sur le phosphore, l'eutrophisation, les cyanobactéries progressent mais il est difficile de passer à l'échelle du bassin versant. La Recherche s'intéresse à ce passage d'échelle. Compte tenu de la variabilité annuelle et intra-annuelle des mécanismes, il faut porter un intérêt sur les actions longues et pouvoir évaluer la pertinence de ces actions. Par exemple quels indicateurs de suivi de la qualité des eaux faut-il choisir, à quelle fréquence, quelles localisations ?

**Le prochain comité de pilotage aura lieu le 25 mars à 14h30.**



# ETUDE PHOSPHORE DANS LE PÉRIMÈTRE DU SAGE RANCE FRÉMUR BAIE DE BEAUSSAIS

Comité de Pilotage  
 Mercredi 25 mars 2015 à 14h30  
 Communauté de Communes de Caulnes

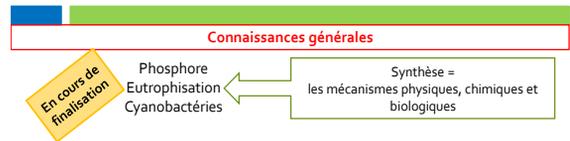
## Ordre du jour

1. Point d'avancement sur l'étude
2. Un zoom sur les connaissances liées au comportement du phosphore dans le sol, dans l'eau et les modes de transfert
3. Proposition de méthodologie pour calculer les flux de phosphore dans les cours d'eau
4. Facteurs de risque de transfert de phosphore dans le contexte local: illustration cartographique

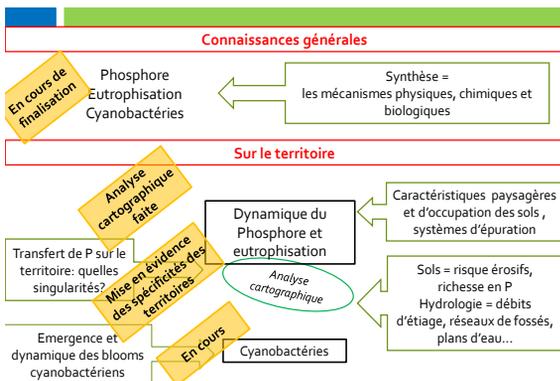


Point d'avancement

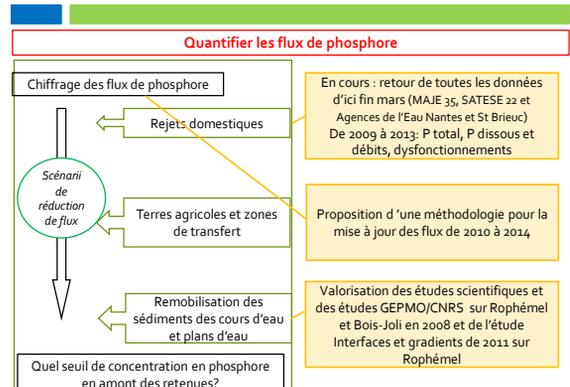
## Contenu de l'étude



## Contenu de l'étude



## Contenu de l'étude





Un zoom sur les connaissances

Comportement du phosphore :

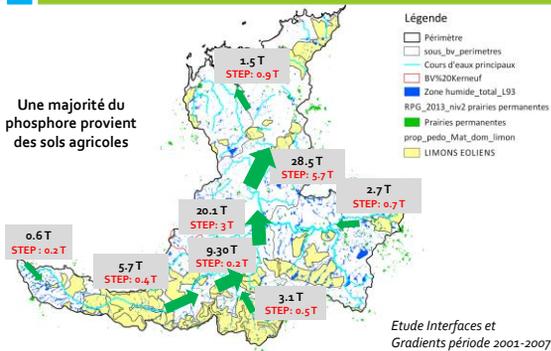
1. dans le sol
2. dans l'eau
3. les modes de transfert vers le réseau hydrographique

## Rôle et sources de phosphore

**CE QU'IL FAUT RETENIR**

- ❑ Le phosphore est un des constituants essentiels du milieu vivant. Le phosphore intervient dans la qualité et la précocité de la production végétale.
- ❑ Le phosphore n'a pas de phase gazeuse : il **reste et s'accumule dans l'écosystème terrestre**.
- ❑ Aujourd'hui en Bretagne, les rejets de phosphore dans le milieu aquatique sont principalement d'origine agricole (70%), essentiellement due à l'activité d'élevage (CSEB).
- ❑ Les transferts de phosphore ont un caractère principalement **diffus et très variable dans le temps et l'espace** (en fonction de diverses variables du milieu comme la pluie, la saturation des sols en eau, l'occupation des sols...).

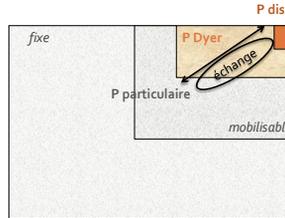
## Flux moyens annuels de phosphore



## Forme du phosphore dans le sol



Qu'il soit dissout ou particulaire, le phosphore est associé **au fer et à l'aluminium** en sols acides (cas de notre région) et dans une moindre mesure à la matière organique du sol. Une part seulement du P dissout est sous forme ionique.

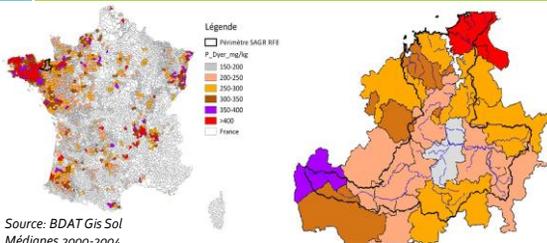


Le phosphore **potentiellement assimilable** par les plantes est mesuré en sols acides par la méthode dite Dyer. La solution du sol est ré-alimentée en P dissous quand celui-ci est absorbé par la culture.

Une dégradation de la stabilité structurale (associé à l'activité biologique) du sol modifie les équilibres entre P dissous et P particulaire (diminution du pouvoir fixateur du sol)

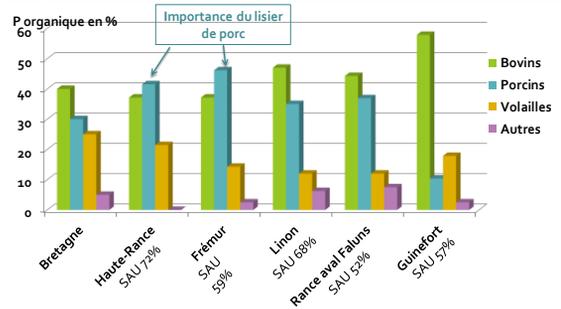
Répartition du phosphore dans le sol

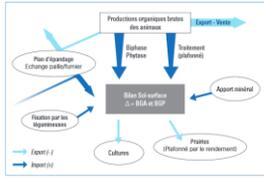
## La Bretagne : des sols riches en phosphore



Phosphore agronomique P Dyer conseillé: entre 180 et 220 mg/kg de terre

## Répartition des rejets de phosphore selon les productions animales par BV

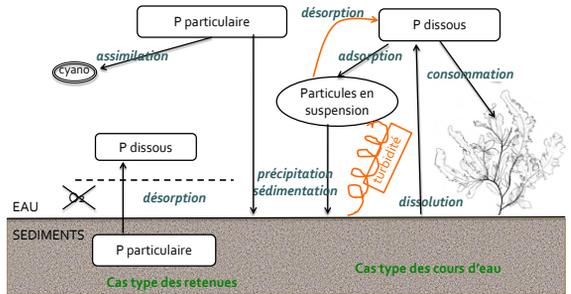




	Balance P kg/ha
Haute-Rance	+ 6 kg/ha
Frémur	- 16 kg/ha
Linon	- 3 kg/ha
Rance aval	- 18 kg/ha
Faluns	
Guinefort	+ 7 kg/ha

Source: Atlas des pratiques culturales dans les bassins versants bretons en 2011

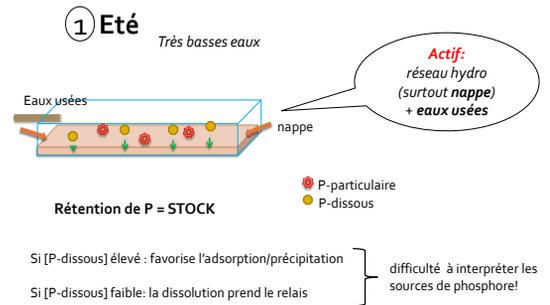
## Comportement du phosphore dans l'eau



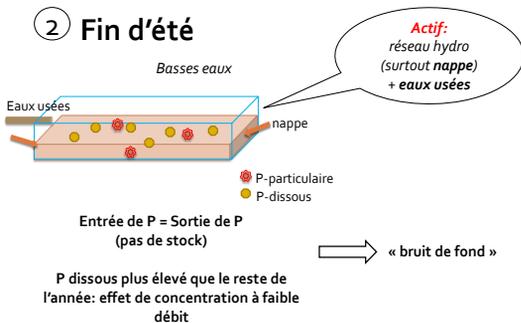
## Comportement du phosphore dans l'eau (commentaire schéma)

- Le **phosphore soluble est bio disponible**. Sa consommation est fonction de l'activité biologique (optimum: printemps, été).
- Le **P soluble** peut aussi être adsorbé par les particules en suspension, ou précipité puis sédimenté → **stock** (cas dans les cours d'eau et les plans d'eau).
- Une désorption de P à l'interface eau/sédiments apparaît s'il n'y a plus d'oxygène (réduction du fer libère le P) → **relargage** (cas dans les plans d'eau).
- Le **P particulaire** peut soit interagir avec du phytoplancton pour être assimilé, soit sédimenter → **stock** (cas dans les cours d'eau et les plans d'eau).
- La désorption du phosphore s'opère à l'occasion **des crues** sous l'effet de la remise en suspension de particules solides.

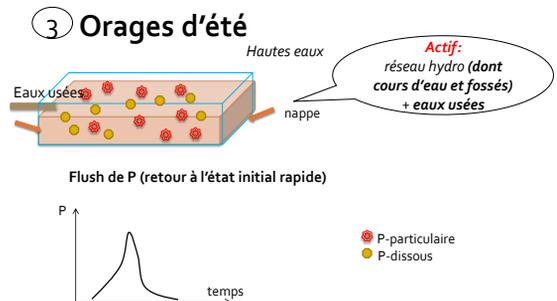
## Saisonnalité du comportement du phosphore dans les cours d'eau



## Saisonnalité du comportement du phosphore dans les cours d'eau



## Saisonnalité du comportement du phosphore dans les cours d'eau

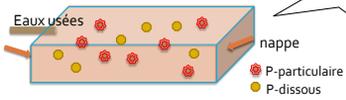


## Saisonnalité du comportement du phosphore dans les cours d'eau

### 4 Crue octobre/novembre

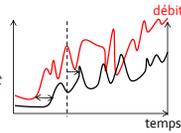
(reprise des connections hydrologiques)

Très hautes eaux



**Actif:**  
réseau hydro  
+ zones  
imperméabilisées

- Remobilisation stock interne
- décalage (effet retard) entre les niveaux d'eau (ou débits) et les teneurs en phosphore
- Pic accentué de P dissous (source: eaux interstitielles et P non consolidé) → P très biodisponible

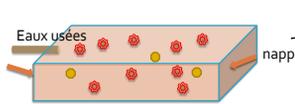


Dorioz estime que 30 à 40 % du phosphore transitant annuellement dans les cours d'eau est originaire de la remobilisation du stock interne des sédiments (Dorioz et al., 2006).

## Saisonnalité du comportement du phosphore dans les cours d'eau

### 5 Crues/périodes pluvieuses nov. à mai

Très hautes eaux



**Actif:**  
sols agricoles

P particulaire dominant  
Flux de P proportionnel et synchronisé au débit (= source diffuse illimitée)

Quantité importantes mais P moins biodisponible

● P-particulaire  
● P-dissous

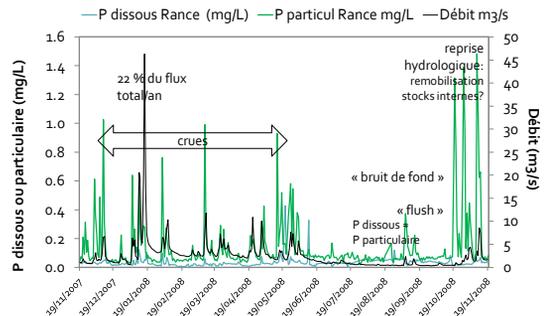
## Saisonnalité du comportement du phosphore dans les cours d'eau (commentaire schémas)

(Source: Dorioz, 1997; Viaud, 2005).

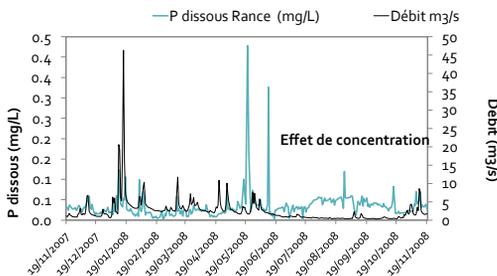
- En période d'étiage (la nappe alimente le cours d'eau) le mécanisme qui prédomine est le piégeage du phosphore dissous dans les sédiments.
- La remontée progressive des eaux en fin d'été fait circuler majoritairement du phosphore dissous, les entrées étant environ égales aux sorties entre amont et aval. C'est ce qu'on appelle le « bruit de fond ».
- Les orages d'été engendrent des « flush » de phosphore particulaire et dissous, mais le retour à l'état initial est rapide.
- La remontée des hauts consécutive à la reprise des connections hydrologiques en octobre/novembre remobilise essentiellement le « stock interne » de phosphore. Ce stock interne de phosphore « non consolidé » est très biodisponible. Dorioz estime que 30 à 40 % du phosphore transitant annuellement dans les cours d'eau est originaire de la remobilisation du stock interne des sédiments (Dorioz et al., 2006).
- Enfin, lors des crues des périodes pluvieuses (de novembre à mars), le cours d'eau transporte d'importantes quantités de phosphore particulaire. Les teneurs en phosphore (particulaire ou dissous) sont alors proportionnelles et synchronisées au débit. Ceci appuie la thèse que les sources actives sont les sols agricoles. La quantité transférée est importante mais son potentiel polluant relativement faible car moins biodisponible. Ce phosphore peut ensuite être exporté dans les retenues et piégé dans les sédiments profonds.

## Dynamique comparée du P dissous, Particulaire et débits sur la Rance (GEPMO 2007-2008)

Rance en amont de la retenue de Rophémel(10611610)



## En période d'étiage: effet de concentration du P dissous



## Le phosphore stocké dans les sédiments des retenues est-il remobilisable?

### Principe:

A l'interface eau/sédiment si des conditions anoxiques s'établissent (absence d'oxygène) → désorption du P lié au fer et à l'aluminium qui devient alors potentiellement biodisponible

Facilement simulable en laboratoire

### Etude GEPMO sur la retenue de Rophémel:

Sur l'année d'étude (novembre 2007 - novembre 2008):

P entrée de retenue (20 T/an) – P sortie de retenue (10 T/an) = 10 T/an  
Soit environ 50 % du phosphore entrant est retenu!

Conditions anoxiques en fond de retenue de juillet à septembre/octobre

**MAIS il n'a pas été démontré d'apport de phosphore dissous an provenance des sédiments du fond** : donc pas de contribution directe des sédiments à l'alimentation de la colonne d'eau en phosphore dissous.

## Formes et comportements du phosphore

### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les formes du phosphore sont **très diverses**. Il peut être de nature inorganique ou organique. On le trouve à l'état particulaire ou soluble.
- Dans le sol, le phosphore est principalement **associé aux particules de sol**.
- La diversité des formes du phosphore et sa géochimie complexe rendent très difficile l'évaluation des quantités et des formes sous lesquelles le P pourra être transféré du bassin versant au réseau hydrographique.
- Dans l'eau, le phosphore est présent sous forme soluble (< 45 µm) et particulaire (> 45 µm). Son comportement est **dynamique** : en fonction des équilibres chimiques et de sa consommation par les organismes vivants il change de forme.
- Le phosphore ayant une forte affinité avec les particules solides, il précipite et sédimente très facilement, créant ainsi **un stock dans les sédiments des cours d'eau et des plans d'eau**.
- Ce phosphore peut être « **remis en circulation** » (ou relargué) notamment lors des crues et théoriquement lorsque des conditions d'anoxie s'établissent à l'interface eau/sédiment (non démontré dans le fond de la retenue de Rophémel, cf. étude GEPMO)

## Les modes de transferts du phosphore du sol vers le réseau hydrographique

### CE QU'IL FAUT RETENIR

- Le transfert du phosphore se fait principalement par **ruissellement et érosion** qui ont lieu surtout au cours des épisodes de **crues**. Ce transfert se fait majoritairement sous forme particulaire mais une part dissoute est aussi présente. La concentration en phosphore dans le cours d'eau réceptacle est couramment multiplié par 20.
- Le **risque de transfert** vers le cours d'eau dépend des **connexions hydrauliques** ou au contraire est limité par des éléments du paysage freinant ou interceptant le phosphore. L'aléa risque associé à une parcelle est le résultat du croisement entre les facteurs sources, transfert et connectivité. Autrement dit « même si le sol est érodé, si les sédiments restent dans la parcelle, il n'y a pas de risque ».
- Le transfert de P par lessivage (à travers les horizons du sol et la nappe) est un mode minoritaire dans les sols limoneux acides de l'ouest de la France.
- Les temps de transfert du phosphore pour rejoindre le réseau hydrographique sont variables, de l'ordre de quelques heures à quelques années.



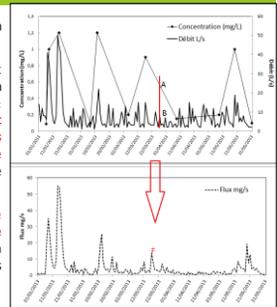
Méthodologie pour le calcul du flux de phosphore

## Définition du flux

$$FLUX = SOMME (débit \times concentration) \text{ sur la période voulue}$$

T/jan

- Les données de débit sont disponibles en continu
- Les données de concentration sont disponibles à des pas de temps variables en fonction de la procédure d'échantillonnage : pour le phosphore à **minima un prélèvement par mois** à date fixe et **éventuellement des prélèvements supplémentaires en période de crue** (au-delà d'une intensité pluvieuse de plus de 10 mm en 24h).
- Pour calculer le **flux sur une période donnée** il suffit de **sommer les flux à chaque seconde**. Graphiquement cela revient à intégrer l'aire sous la courbe des flux. Des méthodes automatisées existent !



## L'importance d'une fréquence d'échantillonnage plus que mensuelle

- Un prélèvement mensuel conduit à sous-estimer le flux jusqu'à 50 % (Bordenave et al., 2003 ; Johns, 2007).

- Protocole régional du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons (version de janvier 2015)

Le mieux:

	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Nombre de prélèvements	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Nombre de stations	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

Acceptable:

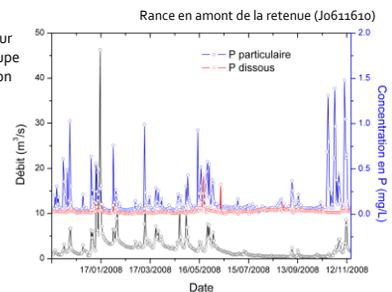
	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Nombre de prélèvements	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Nombre de stations	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12



- Les points de mesures dans le périmètre du SAGE, où un calcul de flux est envisagé (9 points au total), ont une fréquence d'échantillonnage allant de 12 à 32 par an en fonction des stations et des années. Une hétérogénéité dans les données.

## Un exemple de calcul d'incertitude

Données de l'étude sur Rophémel par le groupe d'étude sur la pollution des eaux par les matières organiques (GEPMO) : **concentrations journalières en phosphore**



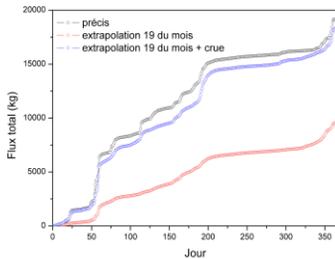
Source: pollution de la retenue de Rophémel par les matières organiques et le phosphore. GEPMO 2008

## Un exemple de calcul d'incertitude

Flux précis avec données journalières : **19 T/an**

Flux avec **une donnée par mois à date fixe**: **9,6 T/an**  
→ erreur de 50% (cas des calculs d'Interfaces et Gradients)

Flux avec **une donnée par mois à date fixe + une donnée par mois quand le débit est le plus élevé**: **18,4 T/an**  
→ erreur de 5 %



## Où calculer le flux?

Interfaces et Gradients:  
9 points de mesure

3 stations de mesure des débits

Un travail plus approfondi sur la localisation pertinente des points de mesure sera réalisé



## Logiciel de calcul des flux : Pol(F)lux

(protocole régional)

Principe :

- La relation linéaire supposée entre chaque point de concentration n'est pas précisée car elle ne tient pas compte de la **dépendance de la concentration au débit, très nette dans le cas du phosphore** (ce qui n'est pas le cas pour les nitrates par exemple). Autrement dit, on constate qu'à un débit élevé correspond une concentration en phosphore élevée, lié au mécanisme de transfert du phosphore majoritairement par érosion des sols lors des crues. Toutefois un ratio simple débit/concentration n'existe pas (l'impact érosif d'une crue de printemps n'est pas identique à une crue d'automne par exemple).
- Parmi une 20<sup>ème</sup> de méthodes testées, une **méthode optimale** pour calculer les flux de phosphore a été définie. Le principe est de combler les séries de concentrations manquantes par une régression linéaire en tenant compte du lien entre la concentration et le débit à chaque instant.

## Des stations de mesure des débits au nombre de trois...

- A l'échelle du bassin versant du SAGE, **seules 3 stations de mesure de débits** existent.
- Pour pouvoir calculer des flux de phosphore à l'exutoire des quatre grands bassins versants, il manque donc des stations de mesure des débits.
- Dans son étude chiffrant les flux de phosphore sur le périmètre du SAGE, le bureau d'Etudes Interfaces et Gradients utilise une méthode d'extrapolation pour déduire les débits des points manquants. L'étude s'est basée sur **9 points de mesure** où les séries de données en phosphore sont disponibles à des fréquences satisfaisantes et sur une période relativement longue (depuis 2002).

Le principe est le suivant :

1. Affecter les séries de débit d'une des trois stations aux bassins versants ayant des similitudes du point de vue climatique et des caractéristiques des cours d'eau (sévérité de la période d'étiage par exemple).
2. Re-calculer les débits aux points manquants, en **corrigeant par la surface du bassin versant alimentant le point**.

## Caractéristiques des 9 points

Station	Surface du BV km <sup>2</sup>	Affectation du débit	Fréquence d'échantillonnage
Rance pont D6	14,9	similaire Rance pont D766	Suivi calendaire
Rance pont D766	153	mesuré	Suivi calendaire
Rance La Roptais	192	similaire Rance pont D766	Suivi calendaire + suivi pluie
Néal pont D220	82	mesuré	Suivi calendaire + suivi pluie
Linon avant le Donac	73	similaire à Néal	Suivi calendaire + suivi pluie
Rance St André des Eaux	478	similaire Rance pont D766	Suivi calendaire
Rance Léhon	833	similaire Rance pont D766	Suivi calendaire
Frémur Pleslin Trigavou	37,3	mesuré	Suivi calendaire + suivi pluie
Frémur Pont Avet	55,5	similaire Frémur Pleslin Trigavou	Suivi calendaire + suivi pluie

## Logiciel de calcul des flux : Pol(F)lux

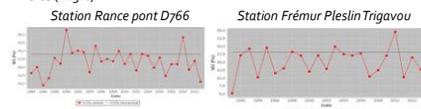
Calcul de l'incertitude associée aux flux: 2 indicateurs

- La **réactivité hydrologique d'un BV en crue (W2%)**: pourcentage du volume d'eau qui s'écoule pendant **les plus forts débits en 2% du temps annuel** (soit 7 jours dans l'année). Plus la valeur de W2% est grande, plus la réactivité hydrologique du cours d'eau est importante et plus les concentrations en phosphore lors des crues risquent d'être variables dans le temps.

4 gammes :

très faible < 10%  
faible : 10 à 15%  
moyenne : 15 à 25%  
forte (>25%).

En Bretagne, l'indice W2% varie entre 10 et 25 % en moyenne interannuelle.



## Logiciel de calcul des flux : Pol(F)lux

### Calcul de l'incertitude associée aux flux: 2 indicateurs

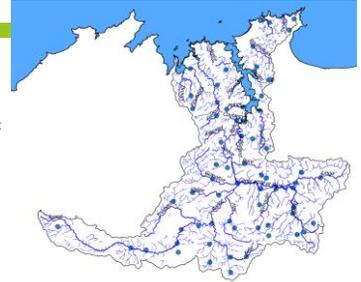
- ❑ la dynamique des macropolluants ( $b_{50}$ ) qui identifie la variabilité hydrochimique et sédimentologique du macropolluant.

Ce paramètre est caractérisé pendant la période de hautes eaux d'après les relations concentrations-débits (pente de la régression entre  $\log(\text{concentration}) = F(\log(\text{débit}))$ ).

En fonction de la réactivité hydrologique du cours d'eau (**pic de crue plus ou moins sévère, obstacles à l'écoulement...**) cet indicateur est plus ou moins fort.

## Chiffrage des rejets des systèmes épuratoires

- ❑ Travail avec les services d'appui aux stations d'épuration des Conseils Généraux et l'Agence de l'Eau pour collecter le plus finement possible les rejets, la saisonnalité de ces rejets et les « by-pass » éventuels.
- ❑ Calcul d'un flux annuel et en période estivale
- ❑ Données de P total en général



Exemple Saint Marc en Poulet:  
lagune de 1900 eq/hab

	2013	Avril	Novembre
P dissous		1,03 kg/j	1,2 kg/j
P particulaire		0,2 kg/j	0,63 kg/j



### Cartographie des facteurs de risque

Vis-à-vis du transfert de phosphore

## Bretagne: une érosion peu perceptible mais pourtant présente

- ❑ L'érosion des terres en Bretagne existe, bien qu'elle soit en général **diffuse et peu perceptible**.



## Bretagne: une érosion peu perceptible mais pourtant présente



## Bretagne: une érosion peu perceptible mais pourtant présente

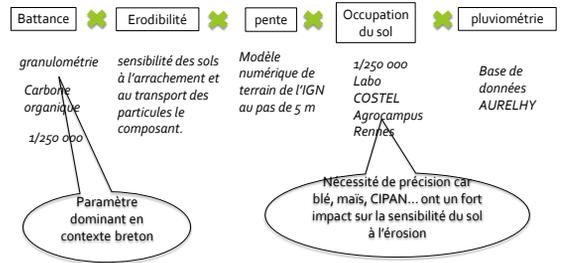
- ❑ L'érosion concentrée provoquant la formation de rigoles et de ravinelements ne participe en Bretagne qu'à **quelques % du bilan annuel des écoulements**.



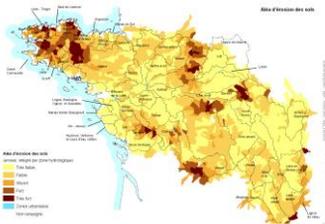
## Bretagne: une érosion peu perceptible mais pourtant présente



## Aléa érosif: qu'es aquo?



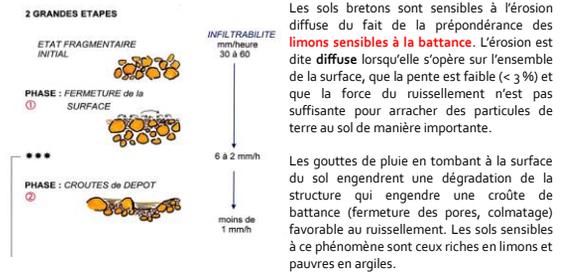
## Cartes aléa érosif



Carte figurant dans le SDAGE  
Source: programme verseau université de Tours  
1/1 000 000

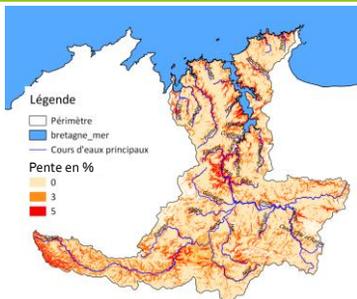
Carte de l'Agrocampus UMR SAS : 1/250 000 → Utilisation?

## La battance des sols



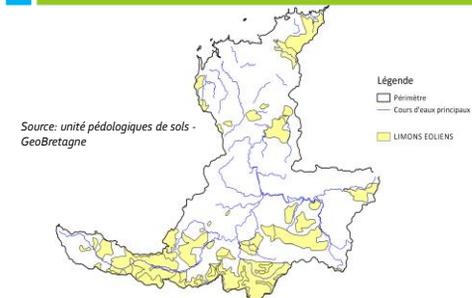
Source: AREAS asso.fr

## Pente: peu discriminant?



Source: MNT 50 mètres GeoBretagne

## Des zones potentiellement sensibles à la battance



Source: unité pédologiques de sols - GeoBretagne

Répartition des sols dont le matériau parental dominant à partir duquel s'est formé le sol est le limon éolien

## D'autres spécificités paysagères favorables au transfert de P



- ❑ Des recherches récentes montrent que la remobilisation de phosphore accumulé dans les bas-fonds contribue de manière importante au transfert de phosphore vers les cours d'eau, notamment dans le contexte breton où les nappes sont majoritairement superficielles. En effet, les remontées de nappe viennent, en période de crue, re-solubiliser le phosphore (effet de lessivage combiné à des conditions anoxiques favorables à la forme soluble du phosphore). Des flushs de phosphore sont alors observés.
- ❑ Ce mécanisme peut prendre plus d'importance en cas d'à coups importants des débits des cours d'eau (remontées et descentes plus rapides et plus fréquentes dans l'année).
- ❑ Enfin contrairement à une idée souvent admise, des recherches récentes montrent que les sols exportent aussi une part significative de P dissous (Dupas R. 2015).
- ❑ A l'échelle locale, l'érosion des berges, la connectivité des parcelles par les chemins, importante dans les secteurs d'élevage, peut jouer un rôle déterminant sur ce bilan.

## Propositions pour la suite

### Affiner la sensibilité du territoire au transfert de phosphore

- ❑ Utilisation de la cartographie de l'aléa érosif la plus précise (Agrocampus).
- ❑ Affiner la sensibilité à l'érosion avec les « experts » de terrain pour dégager et hiérarchiser les facteurs de risque vis-à-vis du transfert de phosphore sur les bassins versants des retenues de Rophémel et Bois-Joli.

### Une sortie terrain sur le thème de l'érosion avec la Commission Agricole au mois JUIN

## Comité de Pilotage de l'étude « phosphore » du SAGE Rance Frémur Baie de Beausais

Mercredi 25 mars 2015 à 14 heures 30

Communauté de Communes Caulnes

### ORDRE DU JOUR

- Point d'avancement sur l'étude
- Un zoom sur les connaissances liées au comportement du phosphore dans le sol, dans l'eau et les modes de transfert
- Proposition de méthodologie pour calculer les flux de phosphore dans les cours d'eau
- Facteurs de risque de transfert de phosphore dans le contexte local

**Le diaporama de présentation est joint au compte-rendu.**

### Etaients présents :

NOM	PRENOM	STRUCTURE
Ramard	Dominique	Président CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beausais
Benard	Jacques	St Malo Agglomération - SMPEPCE
Chevalier	Mickaël	Président Com de Com pays de Caulnes
Lemoine	Loïc	Communauté de Communes Rance Frémur
Armange	Michel	Agriculteur – CPA Frémur
Desportes	Patrick	Agriculteur – CPA Haute-Rance
Dupas	Jean-Luc	Agriculteur CA 22
Quideau	Pierre	Chambre d'Agriculture 22
Nihoul	Marie-Claude	Agence de l'Eau Loire-Bretagne
Martin	Jérôme	DDTM 35
Bontemps	François	Communauté de Communes Pays de Caulnes
Helle	Daniel	Eau du Bassin Rennais
Hennache	Bérangère	SMPEPCE (BV Frémur)
Laurent	Xavier	Cœur Emeraude BV Rance Aval Faluns-Guinefort
Oliviero	Nathalie	SMBV Linon
Brient	Luc	Chercheur OSUR - CNRS
Gruau	Gérard	Chercheur OSUR - CNRS
Baudelot	Claire	Conseil Général 35
Bouedo	Annick	Conseil Général 22
Beduneau	Gabriel	IAV -EPTB Vilaine
De Ridder	Jo	SM SAGE Rance Frémur baie de Beausais
Legeay	Anne	SM SAGE Rance Frémur baie de Beausais

En introduction, M. Ramard indique que la question du phosphore dans l'environnement est complexe. L'enjeu est d'identifier les objectifs atteignables et adaptés au contexte local.

## 1. Point d'avancement sur l'étude

Le contenu de l'étude est rappelé :

- (1) Connaissances générales sur le phosphore, l'eutrophisation et les cyanobactéries : en cours de finalisation
- (2) Mise en perspective de ces connaissances vis-à-vis des spécificités du territoire : la phase de compréhension des mécanismes de transfert du phosphore et des facteurs de risque vers les cours d'eau est finalisée.
- (3) Quantification des flux de phosphore : la collecte des données de rejets de stations d'épuration est en cours. Une méthode pour calculer les flux transitant dans les cours d'eau est proposée.

## 2. Un zoom sur les connaissances liées au comportement du phosphore dans le sol, dans l'eau et les modes de transfert

Le phosphore intervient dans la qualité et la précocité de la production végétale. Le phosphore n'a pas de phase gazeuse : il reste et s'accumule dans l'écosystème terrestre. Aujourd'hui en Bretagne, les rejets de phosphore dans le milieu aquatique sont principalement d'origine agricole (70 %), essentiellement dus à l'activité d'élevage (Conseil Scientifique de l'Environnement en Bretagne). Les autres principales sources sont les rejets des systèmes épuratoires collectifs et individuels. Les transferts de phosphore ont un caractère principalement diffus et très variable dans le temps et l'espace (en fonction de diverses variables du milieu comme la pluie, la saturation des sols en eau, l'occupation des sols...).

Dans le périmètre du SAGE, un calcul des flux a été réalisé par le bureau d'étude Interfaces et Gradients sur la période 2001 à 2008. Les conclusions sont similaires à l'estimation régionale : en fonction des années et des bassins versants, de 70 à 80 % du phosphore provient des sols agricoles (en excluant le littoral). Les pertes en phosphore transitant par la Rance jusqu'à l'estuaire se chiffrent à une 30<sup>aine</sup> de tonnes (Source : étude Interfaces et Gradients 2011).

### Le phosphore dans le sol

Qu'il soit dissous ou particulaire, le phosphore est associé **au fer et à l'aluminium** en sols acides (cas de notre région) et dans une moindre mesure à la matière organique du sol. Une part seulement du phosphore dissous est sous forme ionique. Le phosphore potentiellement assimilable par les plantes est mesuré en sols acides par la méthode dite Dyer. La solution du sol est réalimentée en phosphore dissous au fur et à mesure que celui-ci est absorbé par la culture. Une dégradation de la stabilité structurale (associée à l'activité biologique) du sol modifie les équilibres entre phosphore dissous et phosphore particulaire (diminution du pouvoir fixateur du sol).

Les sols bretons sont généralement riches en phosphore. Dans le périmètre du SAGE, le phosphore Dyer oscille entre 150 et plus de 400 mg/kg.

Les 4 grands bassins versants du territoire se distinguent par leur balance globale en phosphore (kg de phosphore/ha/an). La balance globale phosphorée est par exemple excédentaire en Haute-Rance et déficitaire dans le bassin versant du Frémur. Le Guinefort se distingue par une pression phosphorée essentiellement originaire des élevages bovins alors qu'en Haute Rance les élevages porcins sont de plus forts contributeurs.

#### Débat :

*P. Quideau souhaite relativiser la teneur élevée en phosphore des sols : comparé à l'ensemble de la Bretagne, le territoire du SAGE Rance Frémur a des sols moins riches.*

*J-L. Dupas s'interroge sur le lien entre richesse du sol en phosphore et perte de phosphore vers le milieu aquatique. M.C. Nihoul indique que c'est bien l'accumulation des facteurs de risque (dont la sensibilité à l'érosion) qui fait le risque global.*

*La question se pose aussi de savoir estimer le phosphore réellement bio-disponible. J. Martin indique que dans les sols bien pourvus en phosphore de notre territoire des impasses de fertilisation sont tout à fait possibles. Il est à noter que la fertilisation phosphatée minérale est devenue peu fréquente.*

## Comportement du phosphore dans l'eau

- Le **phosphore dissous est majoritairement biodisponible**. Sa consommation est fonction de l'activité biologique (optimum: printemps, été).
- Le **phosphore dissous** peut aussi être adsorbé par les particules en suspension, ou précipité puis sédimenté ce qui participe à la production d'un **stock** (cas dans les cours d'eau et les plans d'eau).
- Une désorption de phosphore à l'interface eau/sédiments peut apparaître s'il n'y a plus d'oxygène (la réduction du fer libère le phosphore) ce qui engendre un **relargage** (potentiel dans les plans d'eau).
- Le **phosphore particulaire** peut soit interagir avec du phytoplancton pour être assimilé, soit sédimenter ce qui participe aussi à la production d'un **stock** (cas dans les cours d'eau et les plans d'eau).
- La désorption du phosphore s'opère à l'occasion **des crues** sous l'effet de la remise en suspension de particules solides.

Saisonnalité du comportement du phosphore dans les cours d'eau (schéma de principe) :

- En période d'étiage (la nappe alimente le cours d'eau) le mécanisme qui prédomine est le piégeage du phosphore dissous dans les sédiments.
- La remontée progressive des eaux en fin d'été fait circuler majoritairement du phosphore dissous, les entrées étant environ égales aux sorties entre amont et aval. C'est ce qui est défini comme le « bruit de fond ».
- Les orages d'été engendrent des « flush » (ou pics) de phosphore particulaire et dissous, mais le retour à l'état initial est rapide.
- La remontée des eaux consécutive à la reprise des connections hydrologiques en octobre/novembre remobilise essentiellement le « stock interne » de phosphore. Ce stock interne de phosphore « non consolidé » est très biodisponible. Dorioz (chercheur spécialiste de la question, INRA Thonon-les-Bains) estime que jusqu'à 30 à 40 % du phosphore transitant annuellement dans les cours d'eau est originaire de la remobilisation du stock interne des sédiments (Dorioz et al., 2006).
- Enfin, lors des crues des périodes pluvieuses (de novembre à mars), le cours d'eau transporte d'importantes quantités de phosphore particulaire. Les teneurs en phosphore (particulaire ou dissous) sont alors proportionnelles et synchronisées au débit. Ceci appuie la thèse que les sources actives sont les sols agricoles. La quantité transférée est importante mais son potentiel polluant relativement faible car moins biodisponible. Ce phosphore peut ensuite être exporté dans les retenues et piégé dans les sédiments profonds.

Ces mécanismes de principe tirés de l'analyse bibliographique sont ensuite comparés à des données réelles du territoire provenant de l'étude du GEPMO réalisée en 2007-2008 en amont de la retenue de Rophémel (concentrations et débits au pas de temps journalier sur une année hydrologique). Les différentes contributions sont pointées. Il est à noter qu'en période estivale la concentration en phosphore dissous augmente légèrement (plateau). G. Gruau indique que ceci est dû à un effet de concentration. Autrement dit cela ne signifie pas qu'il y ait plus d'entrée de phosphore dissous (par exemple les rejets des stations d'épurations restent stables sur l'année, hors zone touristique).

### **Débat :**

*L'assemblée s'interroge sur le mécanisme de précipitation/sédimentation du phosphore qui vient enrichir les sédiments du cours d'eau en très basses eaux. Pourquoi n'est ce plus le cas en basses eaux ? G. Gruau donne son point de vue. Il s'agit simplement d'un mécanisme contrôlé par le débit : si l'eau circule, il n'y a plus de dépôts.*

*L'Agence de l'eau indique que dans la diapositive n°18 « orages d'été » il faudrait rajouter l'importance des rejets de stations d'épurations liés aux surcharges hydrauliques (dysfonctionnement des réseaux de collecte) et donc des possibles rejets par « surverse » (déversoirs d'orage, postes de relèvement).*

*D. Ramard indique qu'il est bien démontré ici la mise à contribution différenciée des sources de phosphore en*

fonction de l'année. Il souhaiterait voir apparaître plus clairement les différentes origines du phosphore ainsi que leur contribution relative dans les schémas présentés (améliorer la forme).

J. Martin s'interroge sur le gros pic de flux de phosphore en janvier. Il indique qu'en 2008 les couverts végétaux n'étaient pas encore généralisés ce qui pourrait expliquer cette forte contribution (22% du flux annuel!). Les mêmes mesures aujourd'hui montreraient peut-être un pic plus atténué. Cette question est débattue : en janvier les sols sous blé d'hiver sont très peu couverts. Toutefois, la généralisation des couverts végétaux a grandement contribué à diminuer les risques de transferts.

L'assemblée s'interroge sur le niveau du bruit de fond introduit dans la diapositive n°17. G. Gruau indique que dans l'étude GEPMO citée, en entrée de Rophémel le bruit de fond a été mesuré à 0.037 mg/L de phosphore dissous. Pour M.C. Nihoul la définition du bruit de fond est la teneur en deçà de laquelle on ne peut pas descendre, sur laquelle on ne peut agir. Une station d'épuration qui rejeterait trop ne contribue pas au bruit de fond.

J. Martin souhaite rappeler les seuils réglementaires définissant le bon état d'une masse d'eau : arrêté du 25 janvier 2010 Le tableau ci-après rappelle ces seuils. La classe d'état écologique est définie sur le percentile 90 obtenu sur la campagne de suivi.

	Phosphore dissous		Phosphore total
	en PO43- mg/l	en P mg/l	En P mg/l
Mauvais			
Médiocre	2	0.652	1
Moyen	1	0.326	0.5
Bon	<b>0.5</b>	0.163	<b>0.2 = Seuil CLE</b>
Très bon	0.1	0.033	0.05

Enfin, une réflexion doit être menée sur la pertinence de différencier la période estivale par rapport au reste de l'année pour évaluer la qualité de l'eau vis-à-vis des teneurs en phosphore.

#### Discussions concernant les eaux domestiques

Comment intégrer la contribution diffuse des ANC ? Difficulté à répartir les rejets en fonction des exutoires, des rendements épuratoires. Il faudrait voir si une méthodologie pertinente peut être appliquée.

D. Ramard propose, qu'en toute transparence, soit présentée l'évolution (sous forme de graphe par exemple) des rejets de phosphore des stations d'épuration pour démontrer les efforts des collectivités.

L. Xavier souhaite rappeler que l'interdiction des phosphates dans les lessives (depuis 2007) a largement contribué à faire diminuer les entrées de phosphore dans les dispositifs d'assainissement. D'autre part les stations d'épuration ont, ces dernières années, amélioré leur traitement. Notamment la majorité des stations à boues activées ont un traitement du phosphore.

L. Brient s'interroge sur la station d'épuration de Collinée (abattoir de Kermené). M.C. Nihoul explique que cette station a été rénovée et que les rejets en phosphore sont très faibles (a priori moins que le rejet d'une lagune de 1000 eq/hab).

## Remobilisation du phosphore des sédiments

La littérature scientifique démontre qu'il y a un mécanisme de re-solubilisation de phosphore provenant de phosphore temporairement fixé dans les sédiments des lits de cours d'eau (Dorioz et al, 2006), à l'occasion notamment de la remise en suspension des sédiments lors des épisodes de crues. Lorsque les phénomènes de turbulence atteignent les sédiments du fond, il y a « relargage ». Toutefois, la quantité de phosphore ainsi remis en circulation et potentiellement bio-disponible est difficile à chiffrer.

Qu'en est-il des sédiments en fond de retenue ? En principe à l'interface eau/sédiment, si des conditions anoxiques s'établissent (absence d'oxygène), le phosphore préalablement lié au fer et à l'aluminium peut être désorbé et donc devenir potentiellement biodisponible. Ce mécanisme chimique est facilement simulable en

laboratoire.

L'étude GEPMO sur la retenue de Rophémel a quantifié de novembre 2007 à novembre 2008 la quantité de phosphore entrant et sortant de la retenue. Le phosphore total entrant est d'environ 20 t/an alors que celui sortant est de 10 t/an. Autrement dit, environ 50 % du phosphore entrant est retenu. Pour autant, malgré l'observation de conditions anoxiques en fond de retenue de juillet à septembre/octobre il n'a pas été démontré d'apport de phosphore dissous en provenance des sédiments du fond.

**Débat :**

*G. Gruau explique qu'il faut relativiser ce résultat. La méthode utilisée par suivi de profils verticaux de concentration sur toute la colonne d'eau ne permet peut-être pas de déceler un relargage de phosphore dissous de moindre importance. L. Brient ajoute qu'il faudrait un équipement de type « cloche » à poser sur le fond de la retenue pour vraiment déceler ce mécanisme.*

*A. Bouedo indique que le relargage du fond des retenues est d'autant plus important que la retenue est stratifiée. L. Brient explique que c'est en effet le cas de certaines retenues profondes sous climat contrasté (type retenues alpines). Dans le contexte breton les temps de séjour de l'eau dans les retenues sont relativement courts, ne permettant pas une stratification marquée. G. Gruau ajoute que le bureau d'étude Interfaces et Gradients a montré que le démarrage du développement des cyanobactéries ne se fait pas dans les parties profondes de la colonne d'eau et n'est pas non plus entretenu par le fond. Les blooms démarrent en queue de retenue où l'eau est réchauffée et peu profonde, puis migrent en aval. L. Brient indique qu'il s'agit en effet d'un transfert linéaire.*

*D. Ramard souhaite avoir confirmation que ce n'est donc pas le niveau d'apport qui est à l'origine du phénomène (une année de fort apport ne résulte pas en une année de fort bloom) mais bien des conditions bio-hydro-physico-chimiques favorables en queue de retenue. Les chercheurs confirment cet état des connaissances.*

*D. Ramard conclut donc que ce sont les mécanismes d'ensemencement, de fonctionnement de la retenue et de relargage qui doivent être approfondis. Ce ne sont donc pas nécessairement des actions supplémentaires au niveau agricole qui auront un effet direct sur l'émergence ou non de blooms cyanobactériens. Il faut aussi intégrer la gestion de la retenue dans la réflexion. Les blooms peuvent-ils être limités par une gestion des niveaux d'eau ?*

*M.C. Nihoul indique qu'il est alors d'autant plus pertinent d'améliorer encore l'épuration des eaux domestiques car l'effet de concentration aux faibles débits augmente leur contribution. Dans l'analyse des chroniques de qualité de l'eau et des rejets des stations d'épuration il faudra présenter des valeurs mensuelles pour déceler le cas échéant des périodes de plus forte dégradation.*

*P. Desportes s'interroge sur le lien à faire entre fonctionnement de la retenue et apports du bassin versant. D'autre part, il rappelle que si l'objectif est le très bon état dans les cours d'eau, cela est-il cohérent avec le maintien d'une agriculture sur le bassin versant ?*

*D. Ramard rappelle que l'eutrophisation est liée aux apports et que l'étude permettra de hiérarchiser ces apports. Elle permettra aussi de lister les actions en cours au niveau agricole et au niveau des stations d'épuration.*

*G. Gruau indique que des résultats sur des bassins versants très instrumentés (Dupas et al, 2015) montrent que les zones saturées de fond de vallée relarguent du phosphore dont 30 à 40 % est sous forme dissoute. Ce mécanisme est à rapprocher des fortes teneurs en matière organique qui sont aussi observées à l'exutoire des fonds de vallée. Il faut éviter que l'érosion arrive en bas de versant car ce sont des zones réactives avec beaucoup de circulation d'eau. D. Ramard en conclut qu'il faut donc privilégier un aménagement de l'espace par une succession de protections anti-érosives. L'idée est de gérer les excédents d'eau à la parcelle. Dans la sortie terrain envisagée par la Commission Agricole sur la thématique de l'érosion il faudra aussi intégrer le risque lié aux bas-fonds.*

## Modes de transfert du phosphore du sol vers le réseau hydrographique

- Le transfert du phosphore depuis les sols se fait principalement par **ruissellement et érosion** qui ont lieu surtout au cours des épisodes de **crues**. Ce transfert se fait majoritairement sous forme particulaire mais une part dissoute est aussi présente. La concentration en phosphore dans le cours d'eau réceptacle est couramment multipliée par 20.
- Le **risque de transfert** vers le cours d'eau dépend des **connexions hydrauliques** ou au contraire est limité par

des éléments du paysage freinant ou interceptant le phosphore. L'aléa risque associé à une parcelle est le résultat du croisement entre les facteurs sources, transfert et connectivité. Autrement dit « même si le sol est érodé, si les sédiments restent en bas de parcelle, il n'y a pas de risque de transfert vers les cours d'eau ».

- Le transfert du phosphore par lessivage (à travers les horizons du sol et la nappe) est un mode minoritaire dans les sols limoneux acides et globalement peu perméables de l'ouest de la France.
- Les temps de transfert du phosphore pour rejoindre le réseau hydrographique sont variables, de l'ordre de quelques heures à quelques années.

### 3. Proposition de méthodologie pour calculer les flux de phosphore dans les cours d'eau

L'étude comporte une remise à jour du calcul des flux de phosphore dans les cours d'eau. L'exposé propose une méthodologie pour calculer les flux de phosphore sur le périmètre du SAGE afin d'actualiser et d'affiner les données de flux issues de l'étude réalisée par le bureau d'étude Interfaces et Gradients en 2011.

#### Définition d'un flux :

Le flux permet de connaître la quantité de phosphore transitant en un point donnée du cours d'eau pendant un temps donné (une année hydrologique par exemple). Il suffit de sommer les flux à chaque seconde. Graphiquement cela revient (pour ceux qui se souviennent de leurs cours de maths de lycée...) à intégrer l'aire sous la courbe des flux. Des méthodes automatisées existent !

$$FLUX \text{ en } t/an = \text{Intégration (Débit } \times \text{ concentration) sur la période voulue}$$

- Les données de débit sont disponibles en continu
- Les données de concentration sont disponibles à des pas de temps variables en fonction de la procédure d'échantillonnage : pour le phosphore à minima un prélèvement par mois à date fixe et en complément des prélèvements supplémentaires en période de crue (au-delà d'une intensité pluvieuse de plus de 10 mm en 24h).

#### L'importance d'une fréquence d'échantillonnage plus que mensuelle

Les points de mesures dans le périmètre du SAGE, où un calcul de flux est envisagé (9 points au total), ont une fréquence d'échantillonnage allant de 12 à 32 par an en fonction des stations et des années (voir diapositive n°34). Depuis 2014, il existe une plus grande homogénéité des données, notamment dû à l'application plus généralisée du « Protocole de suivi régional du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons » (notamment lors de la saisie dans la base de donnée, il est obligatoirement fait mention de la période d'échantillonnage en crue ou hors crue).

Le prélèvement en période de crue permet de très significativement diminuer l'erreur sur le calcul du flux (voir diapositives n°30 et 31 pour un exemple de calcul d'incertitude).

#### Les données de débits

A l'échelle du bassin versant du SAGE, seules 3 stations de mesure de débits existent. Pour pouvoir calculer des flux de phosphore à l'exutoire des quatre grands bassins versants, il manque donc des données de débit (voir diapositive n°33).

Dans son étude chiffrant les flux de phosphore sur le périmètre du SAGE, le bureau d'Etudes Interfaces et Gradients utilise une méthode d'extrapolation pour déduire les débits des points manquants. L'étude s'est basée sur 9 points de mesure où les séries de données en phosphore sont disponibles à des fréquences satisfaisantes et sur une période relativement longue (depuis 2002).

Le principe est le suivant :

- affecter les séries de débit d'une des trois stations aux bassins versants ayant des similitudes du point de vue climatique et des caractéristiques des cours d'eau (sévérité de la période d'étiage par exemple). Voir diapositive n°34.
- re-calculer les débits aux points manquants, en corrigeant par la surface du bassin versant alimentant le point.

## Logiciel de calcul des flux : Pol(F)lux

Remarque : par manque de temps, cet exposé sur la méthodologie de calcul des flux n'a pas été mené à son terme.

Dans le Protocole régional du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons (version de janvier 2015) il est proposé l'outil « système expert Pol(F)lux » développé par l'Université de Tours.

Cet outil de calcul a été validé pour des bassins de superficie supérieure à 500 km<sup>2</sup> et est actuellement en cours de test pour de petits bassins versants. Il permet de calculer des flux de phosphore et d'y associer une incertitude.

Son principe et les détails concernant le calcul de l'incertitude sont à retrouver dans les diapositives 35, 36 et 37.

Nous proposons d'utiliser ce logiciel pour le calcul des flux de phosphore transitant dans les cours d'eau en 9 points du territoire du SAGE.

### **Débat :**

*Concernant la fréquence d'échantillonnage, le suivi du protocole régional est satisfaisant pour calculer les flux de phosphore. B. Hennache rappelle le principe de réalité : il se peut que certains prélèvements par temps de pluie ne se fassent pas (disponibilité des agents, aléas du calendrier, week-end et vacances...). D. Ramard s'interroge sur la nécessité d'avoir plus d'échantillons. Il est fait mention par D. Helle de l'existence de cellules automatisées (turbidimètres) qui permettent la mesure en continu des matières en suspension (MES). Des abaques issus de travaux en laboratoire permettent en effet de relier la MES avec une teneur en phosphore. A. Bouedo indique que sur une longue série de chroniques, elle a effectivement pu mettre en évidence une corrélation entre MES et phosphore.*

*M.C. Nihoul rappelle que l'objectif n'est pas d'avoir un tonnage au gramme près. Il faut avant tout cibler les actions réalisables sur le bassin versant et en déduire l'abattement en flux. Il ne faut pas se perdre dans la bibliographie ni dans la masse de données.*

*B. Hennache insiste sur l'intérêt d'avoir un « thermomètre » pour pouvoir mesurer les efforts accomplis.*

*M.C. Nihoul s'interroge sur le besoin de connaître le flux, étant donné qu'il varie d'une année sur l'autre. D. Ramard s'interroge sur l'interprétation de cette variabilité, étant donné qu'elle est liée avant tout au contexte hydro-climatique.*

*M.C. Nihoul insiste sur le fait que seuls les rejets des systèmes épuratoires sont maîtrisables. Il faut partir de la connaissance fine de ces rejets pour les soustraire au flux total. Que le flux agricole reste relativement flou n'est pas un problème.*

*D. Ramard s'interroge : par exemple, il n'est pas possible de mesurer l'effet de la mise en place d'une haie sur le flux de phosphore.*

*G. Gruau s'interroge sur le bienfondé de la démarche : position qui implique qu'on ne peut agir que sur l'assainissement, le reste restant dans le flou ce qui a comme conséquence qu'on ne peut agir dessus. Si l'objectif en reste là, il ne voit pas l'intérêt de mener une étude. Il indique que les études scientifiques réalisées à l'échelle d'un micro bassin versant ne permettent pas d'extrapoler à grande échelle car le territoire n'est pas homogène en termes de réponse. En l'état des connaissances le transfert d'échelle est difficile. Il en résulte qu'il n'y a pas d'outil de gestion des risques qui pourrait être approprié à une mosaïque de territoires à risques différenciés.*

*D. Helle abonde dans ce sens : nous avons besoin d'une base solide pour quantifier l'effet des actions sur le flux. Les stations d'épurations, il faut s'en occuper, mais là n'est pas le frein. Il y a aussi un besoin de connaissance sur la valorisation agricole des sols.*

## 4. Facteurs de risque de transfert de phosphore dans le contexte local

L'érosion des terres en Bretagne existe, bien qu'elle soit en général diffuse et peu perceptible.

L'érosion concentrée (lorsque le ruissellement est lui-même concentré) provoquant la formation de rigoles et de ravinement est un processus bien visible. Pourtant, il ne participe qu'à quelques % du bilan annuel des

écoulements dans le contexte breton (Source : Territ'Eau). A l'inverse les sols bretons sont sensibles à l'érosion diffuse du fait de la prépondérance des limons sensibles à la battance.

Des méthodes pour estimer l'aléa érosif sur les parcelles agricoles sont communément utilisées. Plusieurs facteurs sont multipliés : la battance, l'érodibilité, la pente, l'occupation des sols et la pluviométrie (voir diapositive 44). Bien entendu, c'est l'accumulation des facteurs de risque qui fait le risque global, mais dans le contexte local du territoire du SAGE il apparaît que le facteur le plus discriminant dans cette équation est la battance (voir définition en diapositive n°46), du fait de la prépondérance des limons éoliens et de sols globalement peu perméables.

D'autres spécificités du territoire sont favorables au transfert de phosphore :

- A l'échelle locale, l'érosion des berges, la connectivité des parcelles par les chemins, importante dans les secteurs d'élevage, peut jouer un rôle déterminant sur ce bilan.
- Des études scientifiques sur des micro-bassins versants très instrumentés montrent que la remobilisation de phosphore accumulé dans les bas-fonds contribue de manière importante au transfert de phosphore vers les cours d'eau, notamment dans le contexte local où les écoulements d'eau sont majoritairement superficiels (pas de nappe profonde). En effet, les remontées de nappe viennent, en période de crue, ressolubiliser le phosphore (effet de lessivage combiné à des conditions anoxiques favorables à la forme soluble du phosphore). Des flushs (ou pics) de phosphore sont alors observés.
- Ce mécanisme peut prendre plus d'importance en cas d'à-coups importants des débits des cours d'eau (remontées et descentes plus rapides et plus fréquentes dans l'année).
- Enfin contrairement à une idée souvent admise, des recherches récentes montrent que les sols peuvent aussi exporter une part significative de phosphore dissous (Dupas R, 2015).

#### **Débat :**

*J. Martin indique qu'il faut aussi aller explorer la bibliographie des instituts techniques du réseau ACTA (type Arvalis).*

*G. Bedineau pointe l'intérêt d'un suivi des zones de transfert pour localiser les flux préférentiels (sur une année par exemple) ce qui permet de cibler les secteurs du territoire où des actions doivent être menées en priorité. Sur le SAGE Vilaine, le bureau d'Etudes Interfaces et Gradients a réalisé une étude sur deux bassins versant (Vilaine amont (123 km<sup>2</sup>) et Valière (65 km<sup>2</sup>)) pour diagnostiquer les fuites de phosphore sur le terrain. Un suivi des teneurs en phosphore a aussi été réalisé sur une cinquantaine de points. Ce diagnostic a été réalisé durant l'hiver 2014, hiver très humide, où ont pu être mis en évidence les fossés réellement circulants et connectés au réseau hydrographique ainsi que les parcelles à l'origine des fuites.*

*J.L. Dupas et P. Desportes souhaitent confirmation qu'un sol poreux engendre un moindre flux de phosphore. M. Armange souhaite confirmation qu'une prairie ou une pâture sont favorables à la limitation des flux. J. Martin répond qu'en effet, c'est la fermeture des pores du sol (phénomène de battance) associée à un sol peu couvert qui favorise le ruissellement, l'arrachement de particules et donc le transfert de phosphore.*

*D. Ramard donne son avis sur l'intérêt d'une carte d'aléa érosif qui ne tient pas compte de la pédologie fine ni de la rotation des cultures. En effet les cartes existantes (type SDAGE et UMR SAS), du fait de leur échelle de travail, intègrent l'occupation du sol sur une base « fixe » du type terres arables, prairies et pâturages, forêts...La nature du sol est au mieux à l'échelle 1/250 000. P. Quideau informe qu'une carte pédologique au 1/100 000 ème (réalisée en 1987) existe sur les Côtes d'Armor, sous format papier.*

*M. Armange s'interroge sur l'entretien des cours d'eau : aujourd'hui il n'est plus réalisé. Il n'y a plus de curage. F. Bontemps rappelle que le curage n'est pas de l'entretien mais au contraire s'apparente à de la dégradation. Aujourd'hui les préconisations d'entretien sont du type « gestion douce », soit un entretien non destructeur des berges, de la ripisylve et du bois mort. C'est au propriétaire de le faire. B. Hennache ajoute que le curage des lits de cours d'eau pour en retirer le substrat colmatant est préconisé pour restaurer les fonctionnalités écologiques, mais en aucun cas pour linéariser le cours d'eau.*

*B. Hennache aborde le sujet du réchauffement climatique qui est aussi un facteur à prendre en compte : le développement algal est favorisé en eaux plus chaudes. Elle souhaite aussi rappeler que la gestion des retenues doit être compatible avec la production d'eau potable, il y a un compromis à trouver entre les différents usages.*

*D. Helle souhaite insister sur l'importance d'aboutir à des actions opérationnelles et financées. Il donne comme exemple le lien à faire entre valorisation des sols, techniques culturales simplifiées et le stockage de carbone dans les sols (crédit carbone).*

*P. Quideau rappelle qu'il faut prendre des précautions quant aux impacts du travail simplifié du sol sur le transfert de phosphore. Les résultats des essais menés sur la station expérimentale de Kerguéhennec (Chambre d'Agriculture) ont montré qu'une réduction du travail du sol en profondeur peut entraîner une diminution de l'infiltration de l'eau. Dans des sols peu drainants, il en résulte une augmentation du ruissellement.*

## 5. Conclusion et perspectives

D. Ramard synthétise et met en perspective la suite du travail.

A faire :

- Acquérir des connaissances sur l'émergence des blooms cyanobactériens : facteurs hydro-bio-physico-chimiques favorables (ensemencement, température/profondeurs de l'eau, relargage des sédiments).
- Acquérir des connaissances sur la gestion de la retenue : quelle gestion des niveaux d'eau pour réduire le risque d'apparition des blooms ?
- Identifier les bonnes pratiques agricoles permettant de limiter l'érosion (actions en cours et actions à amplifier).
- Identifier les actions du SAGE qui répondent à la problématique et estimer l'ampleur de ces actions pour atteindre les objectifs de teneur en phosphore dans les cours d'eau.
- Calculer les flux avec la méthode proposée.
- Réaliser des chroniques de qualité de l'eau/débits sur plusieurs années et les interpréter. En déduire s'il est nécessaire d'améliorer/d'adapter le protocole de suivi.

Enfin, une visite de terrain du Comité de Pilotage élargi à la Commission Agricole de la CLE est programmée le mardi 9 juin sur le thème de l'érosion des sols.



partage

L'érosion des sols:  
état des lieux  
état des connaissances  
**sur le territoire du SAGE Rance  
Frémur baie de Beussais**

9 juin 2015

transfert





## Déroulement de l'après-midi

14h-15h:

- Accueil - **Yves Lemoine** (maire de Lanrelas)
- Thématique érosion : contexte - **Dominique Ramard** (Président de la CLE)
- Comprendre et estimer l'érosion hydrique des sols – **Blandine Lemerrier** (Ingénieur de recherche UMR Sol Agro Hydrosystème Spatialisation)
- Quelques images de notre territoire - **François Bontemps** (Rivière BV Haute-Rance) et **Manuel Lacocquerie** (Chambre d'Agriculture Côte d'Amor)

15h – 17h30:

- Visite de deux parcelles (**Nicolas Réallan et Daniel Lefeuvre**) et panorama



## Comprendre et estimer l'érosion hydrique des sols

**Blandine Lemerrier**  
Ingénieure de recherche en science du sol  
UMR AGROCAMPUS OUEST, INRA Sol Agro hydrosystème Spatialisation




Commission Locale de l'Eau du SAGE Rance Frémur Baie de Beussais, 9 juin 2015

## Introduction

- L'érosion des sols est un phénomène naturel, essentiel à la formation des sols et des paysages.
- Elle devient problématique quand l'érosion des sols est plus rapide que l'altération de la roche-mère.
- **Erosion hydrique** : ensemble de processus de détachement, transport et sédimentation qui interviennent à la surface du sol sous l'action de l'eau (pluie + ruissellement).
- C'est un processus irréversible.

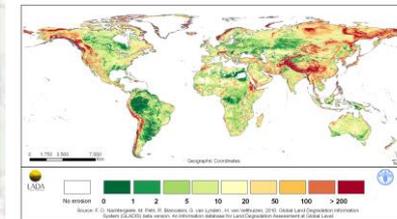
## Fil de la présentation

- Les enjeux de l'érosion hydrique des sols
- Comprendre l'érosion hydrique
  - Processus en jeu
  - Facteurs
- Estimer l'érosion
  - Observation
  - Modélisation
- Conclusion

## Les enjeux

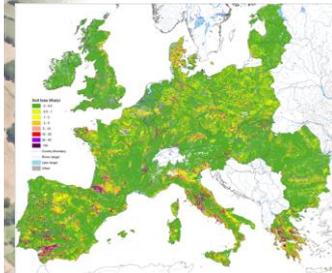
- Au niveau mondial, l'érosion hydrique est une cause majeure de dégradation des terres

Estimation des pertes en terre en T/ha/an (équation USLE)

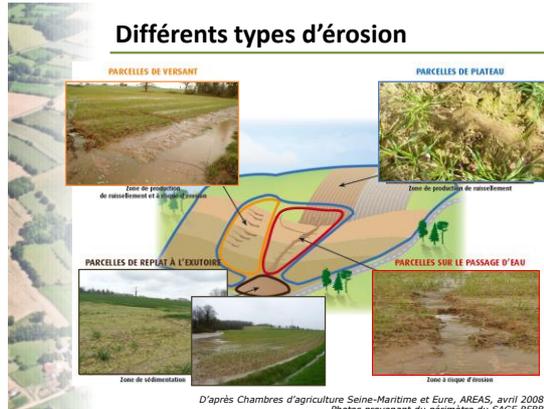


## Les enjeux

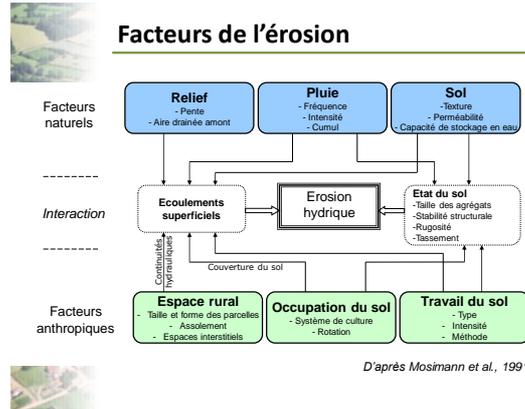
Estimation des pertes en terre en T/ha/an (PESERA)



## Différents types d'érosion



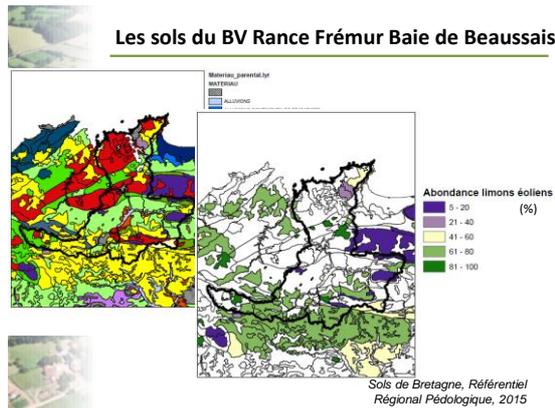
## Facteurs de l'érosion



## L'érosion, un phénomène « saisonnalisé »

- Printemps / été**
    - Ruissellement hortonien (intensité pluies > conductivité hydraulique)
    - Intensité, fréquence, hauteur pluies
    - Pluies antécédentes
    - Etat structural
    - Profil cultural
    - Stabilité structurale
  - Automne / hiver**
    - Ruissellement sur surface saturée (cumul de pluie > capacité de stockage en eau du sol)
    - Cumul de pluie
    - Train d'averses
    - Etat hydrique
    - Réserve utile/profondeur
    - Roche-mère
- ➔ **Considérer le sol sur toute son épaisseur et pas seulement la surface**

## Les sols du BV Rance Frémur Baie de Beausais



## Facteurs de l'érosion

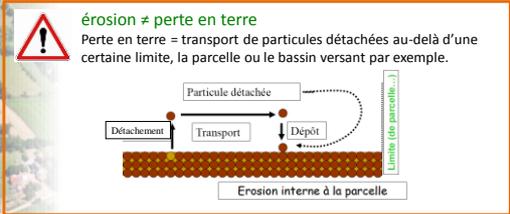
- Leviers d'action possibles sur les facteurs anthropiques :
  - **Couverture des sols**
    - Protéger la surface contre l'impact des gouttes de pluie (splash)
    - Réduire ou freiner l'écoulement : augmenter la rugosité de surface
  - **Pratiques agricoles (binage, mulch, enherbement, drainage) et activité biologique**
    - Augmenter l'infiltrabilité et la rétention en eau
    - Créer et maintenir une porosité importante et fonctionnelle
  - **Maintien / augmentation de la teneur en MO du sol en surface**
    - Améliorer la stabilité structurale du sol
  - **Mosaïque paysagère adaptée**
    - limiter les distances de transfert, donc l'énergie érosive (vitesse et capacité de transport)

## Fil de la présentation

- Les enjeux de l'érosion hydrique des sols
- Comprendre l'érosion hydrique
  - Processus en jeu
  - Facteurs
- Estimer l'érosion
  - Observation
  - Modélisation
- Conclusion

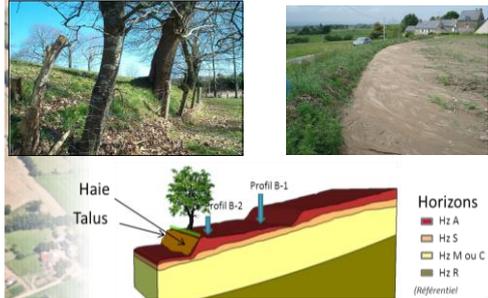
### Estimation de l'érosion

- Observation
  - Long terme
  - Court terme
- Modélisation



### Observation érosion long terme

- Epaissement de terre en amont des talus dans les paysages bocagers (Follain, 2005 ; Lacoste, 2012)



### Modélisation de l'érosion

- Les dispositifs d'observation / expérimentation sont :
  - Nécessaires (acquisition de références)
  - Lourds et coûteux, peu généralisables

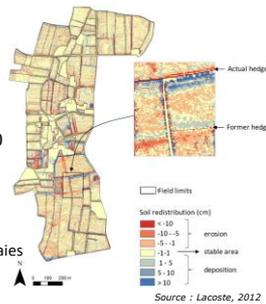
➔ Modélisation
- Estimation des pertes en terres
  - Application d'équations de perte en terre (RUSLE...)
  - Modélisation dynamique
- Modélisation de l'aléa érosif (probabilité de survenue de l'érosion)
  - Modèle MESALES

### Modélisation de l'érosion

- Échelle parcellaire

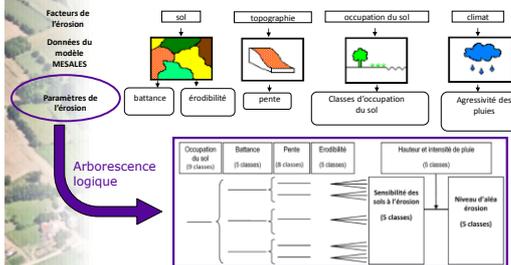
- Evolution de la redistribution de terre simulée de 2010 à 2100 par le modèle Landsoil

- Redistribution intra-parcellaire
- Impact des anciennes haies visible



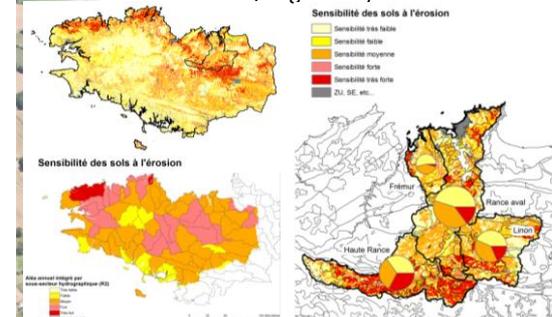
### Modélisation de l'érosion

- Echelle régionale / nationale
  - Modèle qualitatif MESALES : Modèle d'Estimation Spatiale de l'Aléa Erosion des Sols (Le Bissonais et al., 2002; Dubreuil et al., 2003)



### Modélisation de l'érosion

- Echelle nationale / régionale / locale



## Conclusion

- L'érosion hydrique des sols est un phénomène de dégradation des sols irréversible...
- ... qui a des conséquences agronomiques, environnementales, sociales et économiques majeures.
- L'érosion se caractérise par un emboîtement d'échelles
  - Spatiales
  - Temporelles
- L'érosion dépend de facteurs naturels, mais aussi anthropiques sur lesquels s'appuyer pour limiter l'érosion hydrique
- Besoin de références (cf exposés suivants)
- Gestion globale à l'échelle du BV nécessaire



Blandine Lemerrier

Ingénieure de recherche en science du sol

UMR AGROCAMPUS OUEST, INRA Sol Agro hydrosystème Spatialisation



## Lanrelas – Le Rohan – chez N. Réallan - Blé



Sol brun, substrat roche grenue acide  
*Texture: limono-sableuse*  
*Profondeur: profond*  
*Facteur favorable: réserve utile élevée*  
*Contraintes: tendance à la battance*  
*Hydromorphie: non hydromorphe*

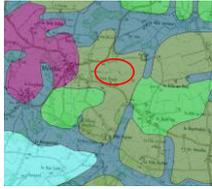
Sol peu différencié  
*Texture: limon-argilo-sableux*  
*Profondeur: profond*  
*Contraintes: terre lourde*  
*Hydromorphie: élevée*



- ✓ Surface contributive au ruissellement : 3 ha
- ✓ Talus efficace.
- ✓ Lors des grosses pluies accumulation d'eau en bas de parcelle mais infiltration en 24h.



**Mérillac - La Croix Rouge – chez D. Lefeuvre - Maïs**



Sol brun faiblement lessivé  
 Texture : **limon-moyen-sableux**  
 Profondeur: profond  
 Facteurs favorables : terre légère, réserve utile très élevée  
 Contraintes : **très sensible au tassement**  
 Hydromorphie : non hydromorphe



- ✓ Surface contributive au ruissellement : 8 ha
- ✓ Parcelle peu pentue
- ✓ Sensibilité accrue à l'érosion:
  - griffe d'érosion
  - accumulation de terre en bas de parcelle.





Sous mais...



Saint Vran



---

Videos



# Commission agricole

## SAGE Rance Frémur baie de Beausais

### « Erosion des sols agricoles »

8 juin 2015

### Compte rendu

#### Présents

NOM	Prénom	Structure
RAMARD	Dominique	Président CLE SAGE Rance Frémur baie de Beausais
CHEVALIER	Mickaël	Président CC du pays de Caulnes
LEMOINE	Yves	CC du Pays de Du Guesclin- maire Lanrelas
COUELLAN	Jean-Luc	Président CC du Pays de Du Guesclin
BONTEMPS	François	Technicien Rivière BV Haute-Rance
ALLAIRE	Lise-Chloé	Technicienne Bocage CC Montauban St Méen
ARMANGE	Michel	CPA BV Frémur baie de Beausais
BOUEDO	Annick	Conseil Général 22
DE RIDDER	Jo	SAGE Rance Frémur baie de Beausais
DESPORTES	Patrick	Agriculteur – CPA BV Haute-Rance
DUPAS	Jean-Luc	Agriculteur – élu Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor
FOUILLET	Sylvain	Technicien Bocage Cœur Emeraude
HELLE	Daniel	Coordinateur BV Haute-Rance - Eau du Bassin Rennais
FOURMI	Frédéric	Stagiaire - Eau du Pays de St Malo
LACOQUERIE	Manuel	Animateur agricole CA22
LEGEAY	Anne	SAGE Rance Frémur baie de Beausais
LEMERCIER	Blandine	Ingénieur de recherche SAS Agrocampus
LE ROUX	Mathilde	Technicienne bocage BV Linon
KEROMNES	Claudine	MISEN 22
LEVEQUE	Céline	Technicienne Bocage CC val d'Ille
MASSE	Guillaume	Technicien Bocage CC Pays de Caulnes
QUIDEAU	Pierre	Chambre d'Agriculture 22
QUIMERC'H	Sozic	Animatrice agricole Cœur Emeraude
THOMAS	Fabienne	Animatrice agricole Chambre d'agriculture 22
REALLAND	Nicolas	Agriculteur

## Déroulement de l'après-midi :

**14h-15h : en salle**

- **Accueil par Yves Lemoine – Maire de Lanrelas**

Les caractéristiques paysagères du territoire, avec un relief assez accentué et un remembrement qui a contribué à refaçonner le parcellaire, induisent la présence de zones érosives. Il y a aussi une problématique phosphore sur les rejets des lagunes, avec par exemple à Lanrelas la connexion d'un industriel sur la lagune communale.

- **Introduction par Dominique Ramard – Président de la CLE du SAGE Rance Frémur**

La lutte contre l'érosion des sols est identifiée comme un levier pour lutter contre l'eutrophisation des cours d'eau et plans d'eau (les sédiments fins sont les plus riches en phosphore). C'est aussi un enjeu majeur dans les décennies à venir pour le maintien durable du principal outil de travail des agriculteurs : le sol. Sur notre territoire l'érosion des terres existe, bien qu'elle soit en général diffuse et peu perceptible. Elle est notamment due à la prépondérance de sols limoneux sensibles à la battance. Cette érosion est très variable d'une année à l'autre, liée à l'occupation des sols et à l'occurrence d'évènements pluvieux majeurs.

L'objectif visé cet après-midi est de partager des connaissances sur les mécanismes érosifs sur notre territoire. Nous avons l'appui, pour l'animation de cette demi-journée, de Blandine Lemercier, ingénieur de recherche en sciences du sol à Agrocampus de Rennes, de Manuel Lacocquerie de la Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor et de François Bontemps de la Communauté de Communes du Pays de Caulnes -Missions Rivière & Bocage.

- **Présentation des enjeux liés à l'érosion des terres et la compréhension des mécanismes érosifs en lien avec notre territoire par Blandine Lemercier - ingénieur de recherche en sciences du sol à l'UMR Sol Agro et hydrosystème Spatialisation (SAS) de l'Agrocampus de Rennes**

➔ Voir le diaporama de présentation joint au compte-rendu.

➔ Les participants ont posé de nombreuses questions reprises dans la « foire aux questions » en annexe de ce compte-rendu.

**15h-17h30 : visite de deux parcelles agricoles.**

- **Explications de Manuel Lacocquerie (Chambre d'agriculture 22), appuyé de Blandine Lemercier.**
- **Commentaires de François Bontemps et Guillaume Masse (Communauté de Communes du Pays de Caulnes -Missions Rivière & Bocage) concernant les voies de transfert et les connections hydrauliques ainsi que les aménagements bocagers.**

### Parcelle de Nicolas Réalland sur la commune de Lanrelas

C'est une parcelle bordant un fossé connecté au cours d'eau à proximité. En bas de parcelle, une accumulation de limons fins est visible, sans être très importante. Un aménagement bocager avec talus a été réalisé il y a trois ans et s'avère efficace pour retenir les fuites de sédiments et d'eau vers le fossé. En cas de forte pluie, l'exploitant constate que l'eau s'infiltre rapidement. Ceci est à corréliser avec la surface contribuant au ruissellement vers le bas de la parcelle qui est de 3 ha, donc relativement faible.

Les caractéristiques du sol font apparaître une texture limono-sableuse, un sol profond, non hydromorphe ayant une réserve utile élevée. Il a une nette tendance à la battance. Le jonc des crapauds, petite plante touffue, est présent en nombre dans la parcelle, indiquant un état de surface fermé.

L'agriculteur, Nicolas Réalland, en GAEC avec son frère sur la commune de Lanrelas, a une exploitation polyculture-élevage (vaches laitières et allaitantes). Depuis son installation en 2005 il a fait évoluer son exploitation en regroupant et en augmentant le cheptel. Avec le souci d'avoir un système à la fois fonctionnel en termes d'organisation du travail, économiquement viable et cohérent avec la sensibilité environnementale du territoire. Il explique les méthodes culturales pratiquées dans la parcelle : une rotation type blé-maïs ; un travail du sol en labour peu profond (maximum 15 cm) et simplifié avant maïs dès que les conditions le permettent ; un couvert végétal type phacélie, radis, navets dont il soigne la mise en place. Il a constaté une nette amélioration de son sol grâce aux couverts : moins de tassement en hiver et moins de salissure. Un amendement en fumier et lisier était réalisé jusqu'à présent. Une modification dans le système d'exploitation conduira dorénavant à ne plus apporter que des lisiers. La préparation des sols est déléguée à la CUMA locale (Rouillac). Pour des impératifs pratiques (géométrie de la parcelle), le sol est travaillé dans le sens de la pente.

### Parcelle de Daniel Lefevre sur la commune de Mérillac

Cette grande parcelle a une sensibilité accrue à l'érosion. Ici, le problème n'est pas tant le lissage de la surface du sol (phénomène de battance) qui accélère le ruissellement. Les fortes pluies associées à des sols saturés en hiver et une couverture végétale encore faible, se traduisent plutôt par des ravinements : l'eau se cherche un chemin... et elle le trouve. Un aménagement bocager sur billon a été réalisé il y a deux ans. Il faut bien reconnaître que la jeune haie plantée sur billon paraît bien fragile face à la force de l'eau et des sédiments venant s'échouer là. Par endroit des brèches sont mêmes visibles dans le billon. Guillaume Masse indique que le billon fraîchement réalisé est encore fragile. Une accumulation de terre le long du billon est bien visible rendant la hauteur du billon faible (de l'ordre de 10 cm). La surface contributive au ruissellement arrivant en bas de parcelle est de 8 ha. L'exploitant envisage de planter une haie en continuité de celle existant en haut de versant.

Face à ce constat, Daniel Lefevre a sa recette: la diversification des rotations. Sur cette parcelle il a par exemple alterné blé/colza/maïs/blé/orge. L'agrandissement du cheptel a entraîné une augmentation des intrants. Avec ses deux collègues en GAEC, il s'est engagé dans une réflexion globale de son système d'exploitation. En élevage mixte vaches laitières et porcs, leur volonté est d'aller vers plus d'autonomie alimentaire et de limiter les intrants. En couvert végéta, il privilégie aujourd'hui les légumineuses type avoine/trèfle pour leur effet bénéfique sur la structure du sol et l'apport de nutriments. Il pratique dès que possible le travail simplifié sur blé et travaille le sol en travers de pente. Une bonne teneur en matière organique est essentielle pour conserver une bonne structure de sol. Le fumier est réparti au mieux, le lisier étant épandu au plus près des besoins de la culture. Un ensemble qui a forcément un impact bénéfique sur la conservation du sol.

Les caractéristiques du sol font apparaître une texture limon-moyen-sableux, une terre légère ayant une réserve utile très élevée, un sol profond et non hydromorphe. La contrainte principale de ce type de sol est sa forte sensibilité au tassement.

François Bontemps explique que les transferts d'eaux chargées en sédiments de cette parcelle se font vers le fossé directement derrière le billon, fossé connecté à quelques 100 m au cours d'eau en passant sous la route.

# Questions / Réponses

**Suite à la demi-journée d'échange sur le sujet, une synthèse des questions et des réponses qui ont pu y être apportées est présentée ici. Autant que possible, des références et compléments viennent compléter les réponses des intervenants.**

## **Est-il possible de mettre un coût face aux dommages induits par l'érosion des terres ?**

- La préservation du capital sol est difficile à évaluer.
- Des économistes commencent à y travailler mais l'exercice est difficile car des valeurs éthiques rentrent en compte : le sol peut-il être monnayer ou bien est-ce un bien commun ?
- Dans le chiffrage de l'ensemble des coûts liés à l'érosion, certains sont facilement accessibles : pertes en rendements, curage de fossés, déblayage de route, éventuellement la destruction des infrastructures... D'autres coûts restent à déterminer : la pollution des milieux aquatiques, l'eutrophisation, la perte de fertilité sur le long terme... Quelle est la valeur économique d'un cours d'eau propre et naturel comparé à un cours d'eau surchargé en sédiments et éléments nutritifs ?
- Ce chiffrage des coûts induits par l'érosion des terres permettrait de maximiser l'impact des investissements, de mieux cibler et dimensionner les dépenses publiques.

## **Quel est l'ordre de grandeur de la perte en sol sur une période donnée ?**

- Très variable : une étude, réalisée à l'UMR Agrocampus Ouest dans le contexte breton, évalue la redistribution de terre du haut vers le bas d'un versant à 10 cm en 100 ans (*Source : Lacoste, 2012*).
- Les quantités de terres mobilisées lors d'évènements érosifs importants se comptent en plusieurs tonnes/ha. Les pertes en terre inhérentes à l'érosion hydrique des sols sont estimées à 1,5 t/ha/an en moyenne en France, avec une forte hétérogénéité spatiale. En Bretagne, région d'élevage intensif, cette perte est supérieure à 2 t/ha/an. Pour les seules terres cultivées la valeur moyenne est de 3,6 t/ha/an. (*Source : Observation et statistiques – MEDDE*).

## **Existe-t-il des données chiffrées du taux de sédimentation dans la retenue de Rophémel ?**

- Une étude bathymétrique a été réalisée en 2011 : les sédiments occupent 310 000 m<sup>3</sup> et leur épaisseur varie de 25 cm à 1,2 m suivant les endroits.

## **Paramètres érosifs : peut-on les classer par ordre d'importance dans le contexte local ?**

- Non, la texture est un facteur parmi d'autres, l'occupation des sols est très importante mais les leviers d'action sont à évaluer au cas par cas.

## **Leviers d'action : une priorisation est-elle possible et généralisable ?**

- La couverture du sol est essentielle mais ce n'est plus sur ce facteur qu'il y a beaucoup d'amélioration à attendre aujourd'hui (même si certaines pratiques peuvent encore être améliorées).
- Il faut voir au cas par cas avec l'agriculteur ce qui peut être fait, en fonction de ses pratiques : réflexion sur ces rotations, augmentation du taux de matière organique...

## **Existe-t-il des mesures de quantité de phosphore perdues sur les zones de forte sensibilité à l'érosion ?**

- Ce sera probablement l'étape suivante. Aujourd'hui, les scientifiques travaillent à la validation puis la diffusion de la carte d'aléa érosif.
- Il existe des études scientifiques à petite échelle (micro-bassin versant) sur le transfert de phosphore en Bretagne (*par exemple, projet Trans-P*).
- Dans la station expérimentale de la Chambre Régionale d'Agriculture (Kerguéhennec), des études sont menées pour évaluer l'impact des pratiques agricoles sur le transfert de phosphore à l'échelle des parcelles agricoles. Elles ont notamment montré les bénéfices et contre-bénéfices des Techniques culturales sans labour (TCSL) sur le transfert de phosphore (voir plus loin dans le compte-rendu).

Pour plus d'information voir :

[http://www.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/22018/\\$File/Transfert\\_polluants\\_JST\\_Hanocq\\_Phosphore\\_2014\\_02.pdf](http://www.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/22018/$File/Transfert_polluants_JST_Hanocq_Phosphore_2014_02.pdf)

## **L'état de surface du sol conditionne-t-il à lui seul le ruissellement ?**

- Non : il est important de ne pas considérer uniquement l'état de surface du sol (qui conditionne effectivement l'érosion de printemps/été) mais aussi la nature/le profil du sol dans son ensemble (érosion d'automne/hiver).
- La macroporosité (ou porosité structurale) du sol contribue à sa réserve utile et à la capacité du sol à infiltrer les excès d'eau (et donc limiter le ruissellement). Il est donc important de la conserver par des pratiques du type binage, mulch, enherbement, apports de matière organique... et en favorisant l'activité biologique.
- Le rôle des vers de terre est important car ils travaillent à la construction du sol. Ils aèrent le sol et accroissent sa capacité de rétention d'eau. Ils ingèrent de grandes quantités de nourriture et contribuent à distribuer les éléments fertilisants dans le profil du sol (anéciques : verticalement ; épigés : en surface)
- La nature de la matière organique utilisée pour fertiliser les sols est importante car elle conditionne sa capacité à former de l'humus et ainsi à préserver la structure du sol (complexe argilo-humique). Un fumier (la paille est riche en lignine) sera donc plus favorable qu'un lisier qui aura un effet de court terme, pourvoyeur direct d'éléments fertilisants.

## **L'aménagement bocager en bas et pourtour de parcelle est-t-il efficace pour lutter contre l'érosion ?**

- Il permet de retenir la terre et d'éviter les fuites vers le réseau hydrographique si les quantités de terre et d'eau ne sont pas trop conséquents et les aménagements robustes.
- Mais il y a nécessité d'agir en considérant la globalité de la parcelle : haut et milieu de parcelle compris.
- Plutôt que du bocage dans le versant de la parcelle, quid de solutions type bandes enherbées ? Quid d'une mosaïque de culture ?

## **Existe-t-il des références techniques sur les leviers de lutte contre l'érosion des sols agricoles ?**

- Il existe une documentation technique de qualité avec des solutions qui ont fait leur preuve en Seine-Maritime et dans l'Eure, départements très impactés par l'érosion. Voir les fiches réalisées conjointement par les Chambres d'Agriculture de ces deux départements et une association qui œuvre à la compréhension et à la lutte contre l'érosion : AREAS (Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols).

A retrouver sur <http://www.areas.asso.fr/content/blogcategory/52/72/##04>.

## Techniques culturales sans labour

### Un panel de solutions

- Un panel de solutions existe en TCSL : travail profond (cultivateur à dent), travail superficiel (incorporation des résidus dans la couche travaillée, affinement du lit de semence et semis), strip till (ne travaille le sol que sur la ligne de semis), semis direct (semoir spécifique).
- Il ressort des enquêtes sur la pratique du non labour que la motivation première est d'ordre économique (gain de temps, réduction des charges de mécanisation), même si au fil de l'expérience, l'amélioration agronomique prend plus de place dans les motivations (*Source : Chambre d'Agriculture de Bretagne, Enquête sur les pratiques en TCSL, 2008*).

### Quels sont les freins actuels à leur développement?

- En Bretagne, les TCSL se sont développées ces dernières années : les surfaces semées sans labour ont beaucoup progressé entre 2001 et 2006 (de 6 à 21%) mais ne progressent plus que très marginalement depuis (24% en 2011) (*Source : Guide pratique des techniques culturales sans labour, 2014*). En Haute-Normandie par exemple, la proportion d'exploitants déclarant avoir pratiqué le sans labour sur au moins une de leurs parcelles en 2011 s'élève à 43% (en % des exploitants ayant des terres labourables) (*Source : RGA 2011*).
- La mise en œuvre des TCSL doit être intégrée dans une démarche globale de réflexion sur les pratiques de l'exploitant : elle nécessite une phase d'apprentissage (technicité élevée) et se fait de manière progressive. Elle nécessite de re-conceptualiser le système d'exploitation en intégrant une réflexion sur les couverts végétaux, la gestion des pailles, la diversification des rotations, les périodes d'interventions...
- En hiver où les sols sont proches de la saturation en eau, la capacité du sol à infiltrer les excès d'eau est généralement plus faible dans les techniques de non labour : le ressuyage des sols est plus long induisant une attente plus longue avant de pouvoir intervenir dans la parcelle (*Source : Guide pratique des techniques culturales sans labour, 2014*).
- Avec l'arrêt du labour, les mauvaises herbes ne sont pas enfouies et par conséquent se développent plus rapidement et concurrencent précocement les cultures. Il est nécessaire d'intervenir plus tôt. Les TCSL, en laissant des débris de cultures en surface, créent les conditions favorables à la présence de limaces : nécessite une vigilance accrue.

### Bénéfices et contre-bénéfices en matière de limitation de transfert de phosphore.

- En TCSL, les éléments fertilisants sont concentrés à la surface du sol : pour le phosphore, la disponibilité de la forme soluble est augmentée en cas de ruissellement.
- Concernant la préservation de la macroporosité (ou porosité structurale) qui contribue à la réserve utile du sol et à la capacité du sol à infiltrer les excès d'eau (et donc limiter le ruissellement), les TCSL ont des effets contrastés. En hiver où les sols sont proches de la saturation en eau, la capacité du sol à infiltrer les excès d'eau est généralement plus faible dans les techniques de non labour ce qui augmente les risques de ruissellement. Une distinction doit être faite entre type de TCSL : un travail superficiel du sol est bénéfique alors que le semis direct réduit la macroporosité.
- Pour autant les TCSL ont un effet bénéfique sur la stabilité structurale du sol. La stabilité structurale définit l'aptitude du sol à résister aux processus de désagrégation qui induit la battance. Elle est étroitement liée à l'abondance de matière organique.
- Il faut souligner, que les résultats des études et références actuelles sur les effets bénéfiques ou non des TCSL sur les transferts des nutriments doivent être interprétés avec précaution. Notamment, il y a un manque de référence sur le long terme. L'amélioration structurale des sols est un processus lent,

étroitement liée au taux de matière organique et à sa nature ainsi qu'à la recolonisation du sol par les micro-organismes, leur régulation par la mise en place d'un nouvel écosystème.

### **Les couverts végétaux : un panel de solutions éprouvées ?**

- La systématisation des couverts végétaux a débuté en 2001. On peut considérer aujourd'hui en Bretagne que les critères de choix des couverts végétaux sont au point. Des essais sont toutefois en cours pour explorer la faisabilité d'une couverture toute l'année et non plus seulement hivernale. Il s'agit en complément des couverts long entre céréales et maïs, de développer des couverts courts entre deux céréales et des couverts pluriannuels avec des trèfles blancs ou des luzernes (*Source : Guide pratique des techniques culturales sans labour, 2014*).

### **Le matériel en commun : leviers pour accroître les bonnes pratiques culturales ?**

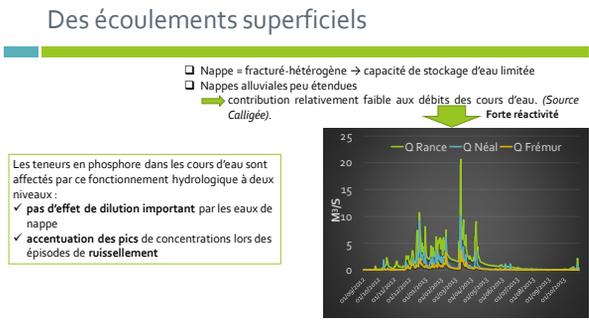
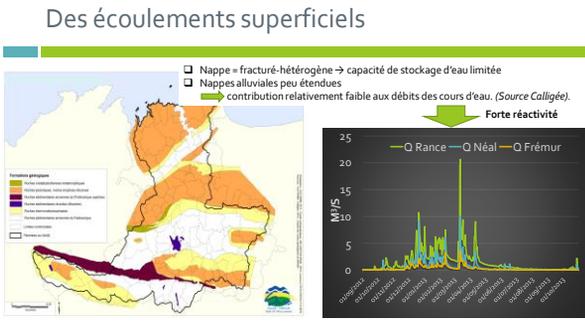
- La transition vers les TCSL demande un matériel spécifique et donc des coûts d'investissement significatifs.
- Le Ministère de l'Agriculture impulse les démarches collectives visant à développer la performance environnementale de l'agriculture en s'appuyant sur la création de Groupements d'Intérêt Economique et Environnemental (GIEE). Les CUMA s'intègrent parfaitement dans cette démarche et pourront à ce titre bénéficier d'aides préférentielles et majorées. Les appels à projets régionaux ont débuté début 2015.



## ETUDE PHOSPHORE DANS LE PÉRIMÈTRE DU SAGE RANCE FRÉMUR BAIE DE BEAUSSAIS

Comité de Pilotage  
Mercredi 8 juillet à 13h30  
Mairie de Ploubalay

## Hydrologie et teneur élevée en phosphore



## Teneurs en phosphore dans les cours d'eau

## COURS D'EAU 19 stations de mesure de la qualité des eaux vis-à-vis du phosphore

Réparties sur les 4 bassins versants

- Haute-Rance
- Linon
- Rance faluns  
Guinefort
- Frémur

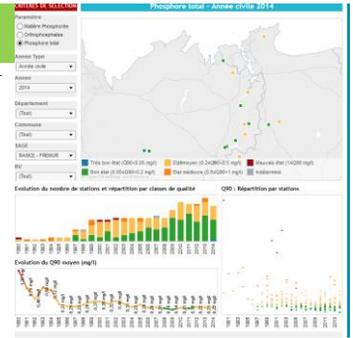


## Observatoire de l'Eau en Bretagne

<http://www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eaux-de-surface/Matieres-phosphorees>

Seuils réglementaires de bon état  
Arrêté du 25 janvier 2010  
Teneurs en mg/L de phosphore total

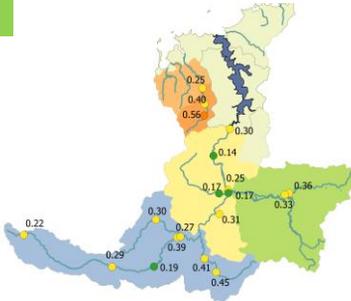
	P total
Mauvais	Plus de 1
Médiocre	0,5 à 1
Moyen	0,2 à 0,5
Bon	0,05 à 0,2
Très bon	0 à 0,05



## Percentile 90 moyenne 2008-2014

- p90 mg/L de P total
- Très Bon 0 - 0.05
  - Bon 0.05 - 0.2
  - Moyen 0.2 - 0.5
  - Médiocre 0.5 - 1
  - Mauvais > 1

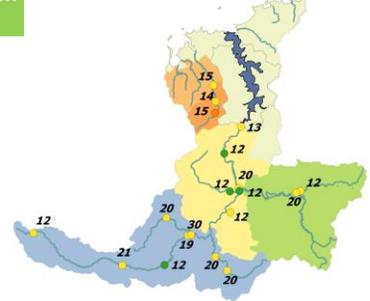
Une majorité de points de  
mesure en ETAT MOYEN



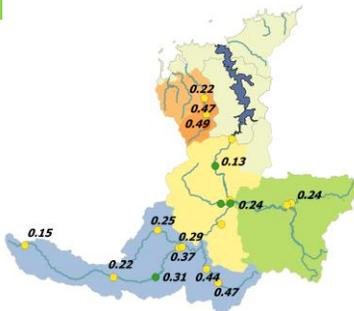
## Nombre d'échantillon moyen par an

- p90 mg/L de P total
- Très Bon 0 - 0.05
  - Bon 0.05 - 0.2
  - Moyen 0.2 - 0.5
  - Médiocre 0.5 - 1
  - Mauvais > 1

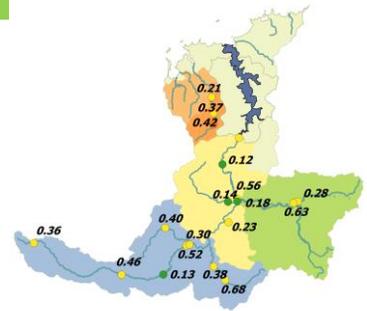
Représentativité des  
résultats si échantillonnage  
uniquement mensuel  
calendaire?



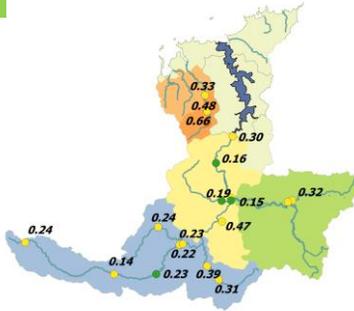
## Percentile 90 en 2008



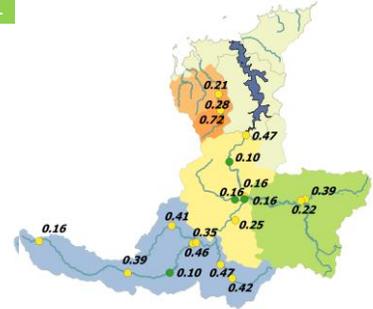
## Percentile 90 en 2009



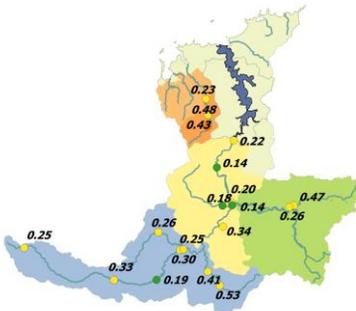
Percentile 90 en 2010



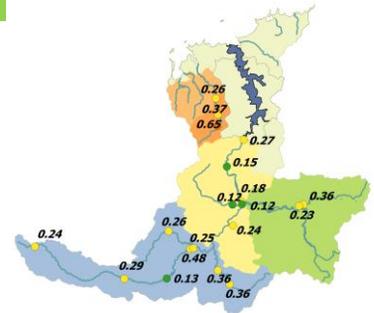
Percentile 90 en 2011



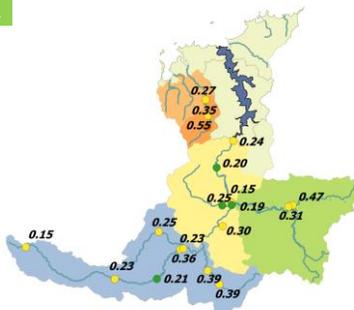
Percentile 90 en 2012



Percentile 90 en 2013



Percentile 90 en 2014



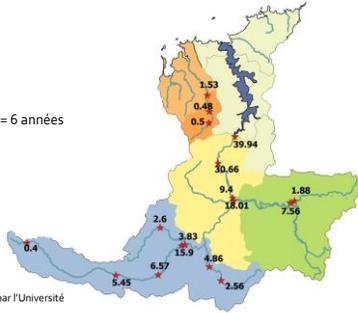
### Flux de phosphore = tonnes / an

- Flux de phosphore total aux points de mesure dans les cours d'eau
- Flux de phosphore total rejeté par l'assainissement collectif et industriel
- Méthode de calcul: outil « système expert Pol(F)lux » développé par l'Université de Tours. *Florentina Moatar.*

**Flux de phosphore total transitant par les cours d'eau**

Moyenne des années 2008 à 2014 = 6 années

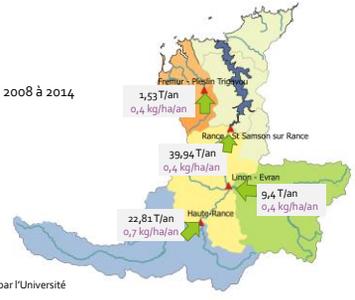
En tonnes /an



Outil « système expert Pol(F)lux » développé par l'Université de Tours. Florentina Moatar.

**Flux de phosphore total aux « exutoires »**

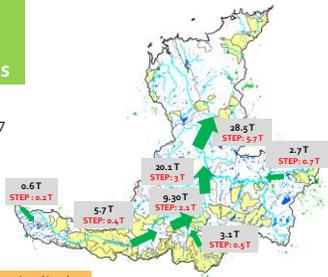
Moyenne des années 2008 à 2014 = 6 années



Outil « système expert Pol(F)lux » développé par l'Université de Tours. Florentina Moatar.

**Comparaison avec les flux calculés par Interfaces et Gradients**

Moyenne des années 2001 à 2007 = 6 années

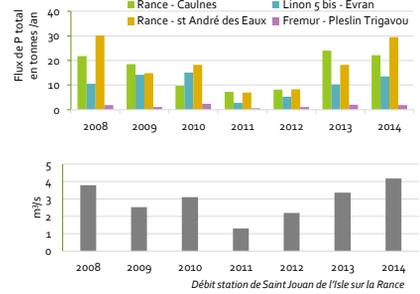


Nouveaux calcul de flux = valeurs plus élevées  
→ fréquence d'échantillonnage plus élevée

**Variation des flux de phosphore d'une année sur l'autre**

Facteur de 1 à 3 entre années « sèches » et années « humides »

Corrélé au débit des cours d'eau



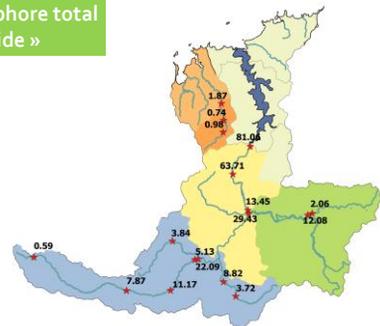
**Flux de phosphore total année « sèche »**

2011

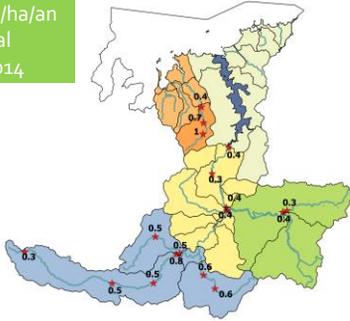


**Flux de phosphore total année « humide »**

2014



Flux spécifique kg/ha/an de phosphore total  
Moyenne 2008-2014



Flux spécifique kg/ha/an de phosphore total  
Année « sèche »

2011



Flux spécifique kg/ha/an de phosphore total  
Année « humide »

2014



Impact de Rophémel, Rance canalisée et plaine de Taden

Essai d'évaluation de l'impact des 3 unités sur le stockage ou le relargage de phosphore:  
 Flux théorique en un point en aval = flux entrant réel + (flux spécifique X surface contributive)  
 Comparaison entre flux théorique et flux réel mesuré en ce point

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Rophémel</b>						
Tonnes stockées	14,5	3,3	8,8	8,8	21,1	14,7
% du flux entrant	53 %	21 %	58 %	59 %	57 %	37 %
<b>Rance canalisée</b>						
Tonnes stockées ou relarguées	9,7		0,4	4,6	2	14,3
% du flux entrant	44 %		4 %	22 %	7 %	22 %
<b>Plaine Taden</b>						
Tonnes relarguées	16,3	33,1	7,1	0,3	7,7	14,4
% du flux entrant	59 %	24 %	40 %	1,3 %	26 %	37 %

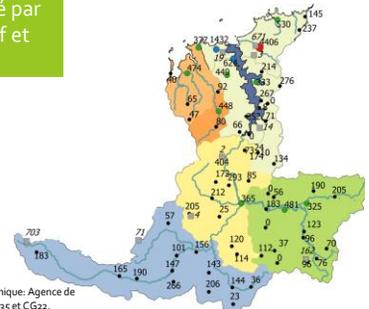
Flux de phosphore rejeté par l'assainissement collectif et industriel

- 69 stations d'épuration collectives
- 9 stations d'épuration industrielles non connectées au collectif



Flux de phosphore rejeté par l'assainissement collectif et industriel

- Rejets PT industriel kg/an
- Rejets PT collectivités kg/an
  - 0 - 300 kg/an
  - 300 - 600 kg/an
  - 600 - 2000 kg/an
  - 2000 - 3500 kg/an
  - 3500 - 4500 kg/an



Méthode validée par un groupe de travail technique. Agence de l'Eau LB, services d'assistance aux STEU du CG35 et CG22, DDTM35 et DDTM22

**Flux de phosphore total aux exutoires et part de phosphore provenant de l'épuration**  
Moyenne 2008-2014

Flux totaux: Moyenne 2008 - 2014  
Flux assainissement collectif et industriel: 2013



**Scénari d'améliorations**  
A réfléchir / mettre en débat

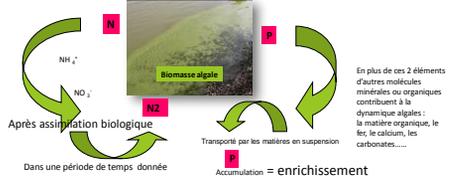
**Cyanobactéries: focus sur leur prolifération**

**Cyanobactéries: ques a ko?** Source: présentation Luc Brient Lanvallay 2 juillet 2015

Apparues il y a 3 milliards d'années  
A l'origine de l'oxygène sur notre planète.

Présentes dans tous les milieux  
Organismes photo-synthétiques

Le développement des algues est la réponse aux nutriments



**Deux échelles à considérer** Source: présentation Luc Brient Lanvallay 2 juillet 2015

**Bassin versant**

Apports des nutriments par la pluie essentiellement d'octobre à mars

**Plan d'eau**

Fonctionnement propre au plan d'eau par la stabilité de la colonne d'eau de mars à octobre

**Quelles sont les conditions qui favorisent les cyanobactéries ?** Source: présentation Luc Brient Lanvallay 2 juillet 2015

- En équivalence:
  - > Les éléments nutritifs → P
  - > Le régime hydraulique → faible plus la qualité du milieu sera prépondérante
- Elles n'ont besoin que d'une très faible teneur en phosphore (0.02 mg/l) pour se développer.
- La stabilisation de la colonne d'eau de la rivière induit une fonction biologique typique d'un fonctionnement d'un plan d'eau.
- L'ensemencement du milieu par d'autres milieux
- Les retenues du territoire sont alimentées par des cours d'eau à faibles débits spécifiques, peu soutenues en période d'étiage. L'eau de ces retenues, pour pouvoir stocker des volumes suffisants, est donc faiblement renouvelée en période d'étiage.
- Un autre facteur favorisant l'émergence de bloom est la relative longueur des queues de retenues (en entrée de retenue) peu profondes.

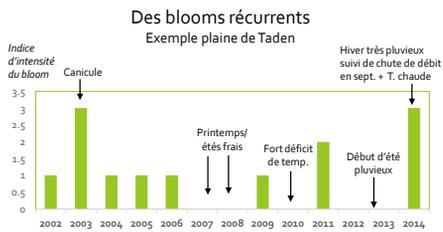
Eaux stagnantes = prolifération



Eaux stagnantes = prolifération

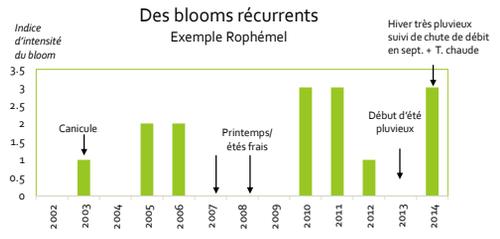


ETUDES pour comprendre l'origine des blooms

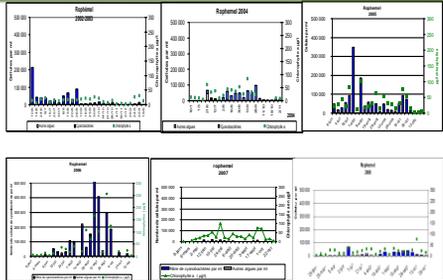


Importance des conditions climatiques et hydrologiques

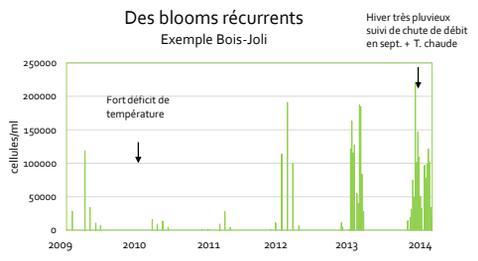
ETUDES pour comprendre l'origine des blooms



Rophémel Source: présentation Luc Briant Lanvallay 2 juillet 2015



ETUDES pour comprendre l'origine des blooms



### Rophémel et Bois-Joli: spécificités

	Rophémel	Bois-Joli
Bassin versant contributif	383 km <sup>2</sup>	47,5 km <sup>2</sup>
Morphologie (profondeur, longueur)	S'étend sur 7 km, profondeur max de 14 m (stratifié en été)	Profondeur max de 13 m (stratifié en été)
Volume d'eau	2,5 à 3 Mm <sup>3</sup>	3 Mm <sup>3</sup>
Débit d'entrée	41 à 85 Mm <sup>3</sup> (entre 2001 et 2014) donc du simple au double en fonction des années	3,5 à 10 Mm <sup>3</sup> (entre 2001 et 2014) donc du simple au triple en fonction des années
Prélèvement AEP	9 Mm <sup>3</sup> /an	2,5 à 3 Mm <sup>3</sup>
Temps de renouvellement Hiver	10 j	
Temps de renouvellement Été	Croissant de 40 à 130 j	270 j en moyenne
Temps de renouvellement Automne	Décroissant de 50 à 30 j	550 j en moyenne
Remarques diverses	Pas de lâcher d'eau de mai à novembre (hydro-électricité)	Existence d'une pré-retenu « piège à sédiment »

### Ensemencement / contamination par affluents

- ❑ Contribution des affluents réussis: sédiments, nutriments, cyanobactéries
- ❑ Pas de flux continu de cyanobactéries de l'amont vers l'aval → apports ponctuels qui pourront ou non rencontrer des conditions favorables à leur croissance au cours du trajet vers Taden.



### Que s'est-il passé en 2014 ?

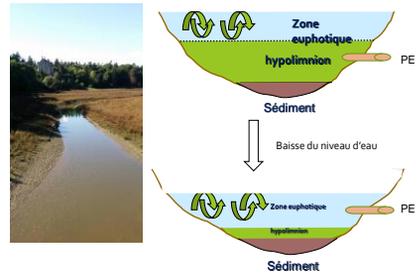
Source: présentation Luc Brient Lanvalley 2 juillet 2015



En 2014

### Que s'est-il passé en 2014 ?

Source: présentation Luc Brient Lanvalley 2 juillet 2015



### Que s'est-il passé en 2014 ?

Source: présentation Luc Brient Lanvalley 2 juillet 2015



Date des images satellite : 10/9/2014 49°18'20.90"N 2°03'36.82°E elev. 80 m altitude 445 km

### Que s'est-il passé en 2014 ?

Source: présentation Luc Brient Lanvalley 2 juillet 2015



7 oct 2014 sur la D39

Pour la suite...

COPIL le 16 septembre



# Comité de Pilotage

## « Etude phosphore »

### SAGE Rance Frémur baie de Beausais

8 juillet 2015

### Compte rendu

*Le diaporama de présentation est téléchargeable sur le site du SAGE RFBB, dans l'espace collaborateurs, rubrique présentation avec l'identifiant : comagrifbb ; et le mot de passe : comagrifbb*

#### Présents

NOM	Prénom	Structure
RAMARD	Dominique	Président CLE SAGE Rance Frémur baie de Beausais
LEMOINE	Yves	CC du Pays de Du Guesclin- maire Lanrelas
LEMOINE	Loïc	CC Rance Frémur
ARMANGE	Michel	CPA BV Frémur baie de Beausais
DUPAS	Jean-Luc	Agriculteur – élu Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor
FOURMY	Frédéric	Stagiaire - Eau du Pays de St Malo
LE ROUX	Mathilde	SM BV Linon
OLIVIERO	Nathalie	SM BV Linon
QUIDEAU	Pierre	Chambre d'Agriculture 22
MARTIN	Jérôme	DDTM35
MOATAR	Florentina	Université de Tours
COLL	Thibault	DREAL
GRUAU	Gérard	CNRS / OSUR Rennes
BRIENT	Luc	Université / OSUR Rennes
HENNACHE	Bérangère	Eau du Pays de St Malo
MOULIN	Jean-Luc	Chambre d'Agriculture 35
DE RIDDER	Jo	SAGE Rance Frémur baie de Beausais
LEGEAY	Anne	SAGE Rance Frémur baie de Beausais

D. Ramard introduit la réunion en rappelant que l'étude a permis de cibler trois leviers d'actions prioritaires :

**(1) Lutte contre l'érosion des sols** : la proposition est de s'inspirer du travail fait en Seine-Maritime et dans l'Eure. Les Chambre d'Agriculture et l'Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) ont réalisé 20 plaquettes à destination des agriculteurs sur les pratiques culturales qui limitent la formation du ruissellement et les petits aménagements qui réduisent l'érosion, freinent les flux d'eau, favorisent l'infiltration et la sédimentation. Une réflexion doit être menée pour adapter cette initiative sur notre territoire. J.L. Dupas indique qu'un travail débute sur ce sujet au sein de la Chambre d'Agriculture 22. D. Ramard indique qu'il faut intégrer les coûts/bénéfices engendrés par une meilleure conservation des sols (une baisse de fertilité induisant des pertes de profit). Il rappelle qu'une après-midi sur ce sujet a été organisée en Haute-Rance (communes de Lanrelas et Eréac), le 9 juin dernier. Elle a permis d'apporter des connaissances et des échanges très enrichissants.

**(2) Gestion des retenues** : la stabilité de la colonne d'eau en période d'étiage étant propice au développement excessif de cyanobactéries, une réflexion doit être menée sur les retenues de Rophémel et Bois-Joli pour étudier la faisabilité d'une gestion « dynamique » des niveaux d'eau en compatibilité avec la sécurisation de la demande en eau potable.

**(3) Rejets des stations d'épuration** : un chiffrage précis des rejets en phosphore de chaque station a été réalisé dans cette étude (présenté ce jour et tableau annexé à ce CR). La proposition est de cibler les stations où une amélioration est souhaitable, de chiffrer le nouvel objectif de rejet en phosphore, de chiffrer les coûts engendrés par les travaux et d'estimer si ces coûts sont économiquement soutenables.

## 1. Focus sur le fonctionnement hydrologique du bassin versant : facteurs favorisant les teneurs élevées en phosphore dans les cours d'eau

- L'essentiel des nappes souterraines sont du type « fracturé-hétérogène », ont une capacité de stockage d'eau limitée et sont relativement peu contributives aux débits des cours d'eau. D'autre part les nappes alluviales en bord de Rance sont peu étendues. D'où des débits fortement dépendants de la pluviométrie : ils sont irréguliers et présentent des étiages sévères. (*Source Calligée, Bureau d'Etude*).
- Les teneurs en phosphore dans les cours d'eau sont affectées par ce fonctionnement hydrologique à deux niveaux : pas d'effet de dilution important par les eaux de nappe et accentuation des pics de concentrations lors des épisodes de pluies entraînant du ruissellement.
- L'hydrologie du bassin versant est marquée par une forte artificialisation (retenues, plans d'eau, canal) qui induit des écoulements ralentis, associés à d'importants processus de sédimentation : le stockage de phosphore dans les sédiments est donc favorisé ainsi que les conditions environnementales propices au développement des cyanobactéries.

### Discussions

Y. Lemoine indique qu'en plus des retenues, plans d'eau et canal visibles sur la carte, il existe un grand nombre de petits plans d'eau privés. D. Ramard rappelle que la création de nouveaux plans d'eau est interdite dans le SAGE révisé (article 2).

## 2. Présentation de l'état des cours d'eaux et plans d'eau du territoire vis-à-vis des teneurs en phosphore

- Illustration par des cartes de l'évolution des teneurs en phosphore total de 2008 à 2012 : avec un échantillonnage plus resserré, rares sont les stations en bon état. Les cartes faites par Bretagne Environnement/Observatoire de l'Eau se basent sur une fréquence d'échantillonnage plus faible (max : 12), ce qui fait apparaître de plus nombreuses stations en bon état.
- En fonction des années, les teneurs en phosphore total varient, mais dans une gamme de valeurs relativement restreinte : ainsi sur les 6 années analysées (de 2008 à 2014), 4 stations apparaissent

systématiquement en bon état, les 15 autres étant systématiquement en état moyen. La fréquence d'échantillonnage conditionne le résultat.

- Sur des chroniques de données sur une longue période (1990 à aujourd'hui), la chute des teneurs en phosphore total dans les cours d'eau est marquée à partir de 1995.

### **Discussions**

La DREAL indique que c'est bien une amélioration nette de l'épuration dans les stations d'épuration qui explique la baisse importante des teneurs en phosphore dans les cours d'eau après 1995. C'est une observation généralisée en France.

B. Hennache explique que le point « 6F » sur le ruisseau du Pont Ravier est à sec en période d'étiage, limitant ainsi le suivi de la qualité de l'eau en cette période.

D. Ramard souhaite que la fréquence de suivi du phosphore dans les cours d'eau permette d'avoir une vue objective de la qualité mais également de mesurer l'effet des actions de reconquête de la qualité. Il ne faut pas se limiter au cadre de la DCE. La proposition est de suivre les préconisations du protocole de suivi régional. Ce sujet avait déjà été abordé au dernier COPIL, la DREAL ayant indiqué que le suivi du protocole (gamme allant de « l'idéal », soit 1 prélèvement à chaque pluie supérieure à 8 mm en 24h, au minima, soit 2 prélèvements par mois à date fixe) permet un calcul des flux acceptable.

F. Moatar indique qu'une fréquence d'échantillonnage hebdomadaire est idéale.

La DREAL rappelle que les mesures ne sont pas une fin en soi, l'objectif étant aujourd'hui d'aller vers des actions efficaces.

L. Brient explique que des turbidimètres, qui mesurent la matière en suspension (MES) en continu et doivent être calibrés au préalable (MES/phosphore), permettraient un suivi en continu. F. Moatar explique que ce type de suivi en continu est habituellement couplé à des mesures périodiques de phosphore, mais moins fréquentes que les suivis habituels.

De l'avis de P. Quideau ce suivi plus poussé pourrait être pertinent en quelques points stratégiques du bassin versant, par exemple aux 3 entrées de Rophémel (Néal, Frémur, Rance).

Enfin, un échange sur l'existence de phénomènes érosifs sur le bassin versant du Frémur est engagé. Malgré la présence de vallées boisées (M. Armange), la sensibilité à l'érosion est bien constatée (B. Hennache).

**En conclusion il est proposé que, dans le rendu final de l'étude, une fiche « action » propose un protocole de suivi à mettre en place sur le périmètre du SAGE (dont les points à équiper par des turbidimètres). Il faut aussi chiffrer les coûts et réfléchir à leur prise en charge.**

## **3. Présentation des résultats de calcul des flux de phosphore transitant dans les cours d'eau**

### **Flux de phosphore total transitant dans les cours d'eau**

- Les cartes présentées illustrent les résultats de calculs des flux de phosphore réalisés dans 19 points du périmètre du SAGE.
- L'amplitude des variations de flux de phosphore est importante entre année « sèche » et « humide » (environ un facteur 3).
- En comparant les calculs de flux réalisés antérieurement par le bureau d'étude Interfaces et Gradients (période de 6 années de 2001 à 2007), il apparaît que les flux réactualisés dans cette étude sont plus importants, reflétant logiquement une fréquence d'échantillonnage généralement plus élevée.

### **Discussions**

F. Moatar indique que la différence entre les deux flux (Interfaces et Gradients et nouveaux calculs) peut aussi être due à la méthode de calcul, car l'optimisation de la méthode demande un effort de recherche. La fréquence d'échantillonnage étant bien entendu aussi un facteur explicatif.

F. Moatar souhaite insister sur l'incertitude engendrée par le peu (au nombre de 3) de stations de mesure de débit, obligeant une extrapolation des débits sur des cours d'eau fortement artificialisés, en aval de Rophémel notamment. Ce point avait déjà été relevé dans le COPIL précédent.

D. Ramard s'interroge sur l'appréciation des données de flux : à quels chiffres se fier ?

G. Gruau indique à titre d'exemple que dans l'étude GEPMO de 2008, avec une fréquence d'échantillonnage journalière sur une année, le flux de phosphore en entrée de Rophémel était de 25,4 t/an, donc très proche de la moyenne présentée ici (25,6t/an).

### Flux de phosphore total provenant des stations d'épuration collectives et industrielles

- Les rejets de toutes les stations d'épuration collectives (69) et industrielles non raccordées aux stations collectives (9) ont été chiffrés. La méthodologie de calcul a été travaillée par un Comité technique regroupant Agence de l'Eau, les services d'appuis aux stations communales (MAJE 35 et SATESE 22) et les DTTM 35 et 22.
- Le « poids » du phosphore provenant de l'assainissement est comparé au phosphore total transitant dans les cours d'eau : par exemple en entrée de Rophémel, la part du phosphore issue de l'épuration représente environ 10 % du phosphore total (grand bassin versant rural) alors qu'en entrée de Bois-Joli elle représente 40% (très petit bassin versant).

### Discussions

L. Lemoine indique que les chiffres présentés sur la station de Pleslin-Trigavou datent de 2013, donc avant la rénovation (mars 2014, opérationnel en septembre 2014). **[Suite au COPIL, la réactualisation a été faite : 91t/an ; la part de phosphore provenant de l'assainissement descend à 17% du phosphore total en entrée de la retenue de Bois-Joli, contre 40% en 2013 (448t/an)].**

G. Gruau s'interroge sur l'incertitude du chiffrage des rejets par les lagunes. Celles-ci ont généralement une mesure de teneur en phosphore par an. Il est répondu que la méthode utilisée considère que la teneur en phosphore est identique tout le long de l'année. Les débits, par contre, sont réels. Une réflexion a été menée par le groupe de travail spécifiquement sur les lagunes car il apparaissait des flux calculés parfois trop élevés ou trop faibles par rapport à la charge d'entrée. Un « calcul de cohérence » a été mené en considérant la norme de rejet actualisé (1.7 g/j/habitant raccordé), le nombre réel d'habitants raccordés et un abattement de -30% (issu des données SATESE 22 et MAJE 35). Si le flux calculé est loin du flux théorique, alors le flux théorique est retenu.

Y. Lemoine demande si les assainissements non collectifs (ANC) ont été pris en compte. Ce sujet avait été abordé au précédent COPIL : le chiffrage est difficile, notamment du fait que ces ANC n'ont pas systématiquement de rejets ponctuels aux cours d'eau. Leur répartition spatiale est par définition très diffuse.

J. Martin précise qu'une étude dans le bassin versant de la Vilaine amont s'est essayée à chiffrer la contribution des ANC (bureau d'Etudes Interfaces et Gradients) et il apparaît que les ANC contribuent environ de manière équivalente aux stations collectives dans ce bassin versant. La méthodologie est toutefois expérimentale, des références solides en la matière n'existant pas actuellement.

Face à ce manque de références, **D. Ramard suggère de proposer une étude à l'échelle d'un micro-bassin versant pour contribuer à bâtir des références.**

J.L. Dupas s'interroge sur la contribution totale des rejets des assainissements : quelle est la population totale du bassin versant de Haute-Rance ?<sup>1</sup>

G. Gruau indique qu'il serait intéressant d'avoir, sur quelques stations, des chroniques de données plus longues (années 90 à aujourd'hui) pour évaluer l'impact des rénovations de station.

**Il est conclu de retenir 3 stations pour réaliser ce chiffrage : Caulnes, Kermené et Pleslin-Trigavou.**

J. Martin précise encore que dans l'étude sur la Vilaine amont des chroniques de rejets de stations de 2004 à 2012 ont montré une chute drastique des rejets de phosphore.

<sup>1</sup> [Suite au COPIL, les données sont listées ici. Le BV compte environ 14 800 habitants. Un individu produit 1,7g de phosphore total par jour [(Source : Gillot S. et Hauduc H. ONEMA 2010), la totalité des habitants produisant donc 9,2 tonnes par an. Les filières d'épuration permettent de « retenir » une partie de ce phosphore. Les lagunes retiennent environ 30% du phosphore (Source : étude lagunes 2012-2013 MAJE 35) alors que les boues activées retiennent entre 40 à 98% en fonction de la performance du traitement (déphosphatation ou pas) (Source : Gillot S. et Hauduc H. ONEMA 2010 et fiches de synthèse stations MAJE 35). Pour l'assainissement collectif et industriels le chiffrage des rejets donne 2.7 tonnes pour 2014 à comparer aux 33 tonnes transitant dans les cours d'eau en entrée de Rophémel (2014 étant une année à fort flux) ]

G. Gruau souhaiterait voir apparaître l'état du parc de stations d'épuration, leur âge, leur performance technique. Un tableau de synthèse joint à ce CR permet de visualiser ces données.

J.L. Dupas et P. Quideau s'interrogent sur le rôle des berges de cours d'eau, des fossés, des bords de route : sont-ils des contributeurs importants au transfert de phosphore vers les cours d'eau ? Il est répondu que c'est bien l'érosion et le ruissellement sur les terres agricoles qui est problématique, les superficies en jeu étant bien plus importantes. D'autre part, les pratiques de fertilisation en secteur d'élevage intensif enrichissent les sédiments fins érodés des terres agricoles.

J.L. Dupas plaide pour un fauchage/export des bords de route plutôt que le traditionnel broyage. D. Ramard indique que le Conseil Départemental 22 et certaines communes expérimentent ce type de technique.

J.L. Moulin souligne que la profession agricole a conscience des problèmes mais le contexte économique est difficile. Comment accompagner le changement ?

Pour terminer, J.L. Dupas souligne que la Chambre d'Agriculture 22 a bien intégré la problématique érosion des sols et va préparer un plan d'action cet automne.

#### 4. Scénarios d'amélioration/actions : mise en débat

D. Ramard souligne que l'étude a mis en évidence un écart important entre la faible teneur en phosphore total nécessaire pour déclencher des phénomènes d'eutrophisation excessive et plus spécifiquement de prolifération de cyanobactéries (**0,02 mg/L**) et les teneurs observées dans les cours d'eau (percentile 90 annuel au-delà de **0,2 mg/L** sur la quasi-totalité des stations). Une teneur approchant les 0,02 mg/L dans les cours d'eau paraît inatteignable. En conclusion, il est difficile de proposer une concentration en phosphore total dans les cours d'eau, en amont des retenues eutrophes, qui puisse solutionner le problème. L'objectif initial de 0,2 mg/L reste d'actualité.

L'objectif est maintenant d'aller vers des actions efficaces.

D. Ramard émet le souhait **qu'un plan d'action soit défini dans les 2 ans** en prenant en compte les 3 leviers d'action prioritaires qui ressortent de l'étude (voir introduction) : (1) lutte contre l'érosion des sols (2) gestion des retenues (3) amélioration des rejets des stations d'épuration.

Pour le prochain COPIL, il suggère de faire un point sur les capacités techniques, organisationnelles (cibler des pilotes, maîtres d'œuvre, partenariats) et financières pour mettre en place ces actions. Par exemple : doit-on faire figurer les actions dans les projets de territoires ? Comment accompagner les agriculteurs dans des actions qui auront un bénéfice dans 3-4 ans ?

J. Martin tient à rappeler qu'il faudra envisager des solutions nouvelles : des bandes enherbées de 5 mètres sont inefficaces pour contrer l'érosion. Il faut recréer des ceintures de bas-fond, un maillage bocager en amont des parcelles et limiter les apports de phosphore sur les sols. Il rappelle qu'en Ille-et-Vilaine l'équilibre strict de fertilisation en phosphore est imposé.

D. Ramard souhaiterait faire témoigner l'Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) sur leur démarche d'accompagnement, leur retour d'expérience.

D. Ramard souhaite aussi une initiative de l'Agence de l'Eau pour élaborer une méthodologie commune, intégrant l'ensemble des questionnements, par exemple par une approche globale sur un micro-bassin versant (chiffage rejets ANC, impact d'une réduction de l'érosion...).

#### 5. Cyanobactéries : focus sur leur prolifération

- La présentation détaille les conditions environnementales qui favorisent les cyanobactéries. Deux facteurs essentiels : un milieu riche en éléments nutritifs (en particulier en phosphore, même s'il n'en faut que très peu) et un régime hydraulique faible, une colonne d'eau stable étant la condition idéale.

- L'analyse des facteurs climatiques ne permet pas de dégager des tendances généralisables :
  - si globalement des étiages sévères sont suivis d'une prolifération de cyanobactéries dans les eaux stagnantes du périmètre (le cas de 2003), et à l'inverse les années 2007 et 2008 dépourvues de prolifération correspondent à des débits très élevés en juin.
  - Rophémel, Bois-Joli et la Plaine de Taden ne réagissent pas de la même manière lors des années « moins extrêmes », mettant en évidence l'importance du fonctionnement propre de ces unités. Par exemple le temps de séjour de l'eau à Bois-Joli est bien plus important que celui de Rophémel.
- Enfin, une contribution par les divers affluents et plans d'eau en apport de nutriments, sédiments et potentiellement une contamination/ensemencement en cyanobactéries a été mise en évidence dans plusieurs suivis depuis 2002 (suivis Cœur Emeraude sur la Rance fluviale).
- Pour l'année 2014, qui a vu une intense prolifération de cyanobactéries partout dans le périmètre du SAGE, une contamination depuis la retenue de Rophémel a été observée. Cet épisode coïncide avec un abaissement du niveau de la retenue pour raison de travaux sur le barrage, favorisant les conditions de développement des cyanobactéries.

### **Discussions**

Les échanges ont porté sur les solutions curatives pour stopper la prolifération de cyanobactéries : L. Brient a apporté des éléments de connaissance.

Mise en à-sec du plan d'eau pendant une longue période (1 à 2 ans) : elle permet notamment de minéraliser les nutriments contenus dans les sédiments. L'étang de Combours a été mis en à sec en 2006-2007 (pour raison de travaux sur la digue). L. Brient a fait un suivi de la biomasse les années suivantes : pendant les 3 années suivantes il n'y a plus eut de cyanobactéries.

Curage des sédiments du plan d'eau : permet d'ôter le stock de nutriments.

Eviter une colonne d'eau très stable : par des aérateurs. Permet de modifier les espèces, mais pas la biomasse globale.

Tuer les cellules de cyanobactéries par l'épandage de sulfate de cuivre : technique ancienne qui n'est plus préconisée notamment car la lyse des cellules peut diffuser des toxines.

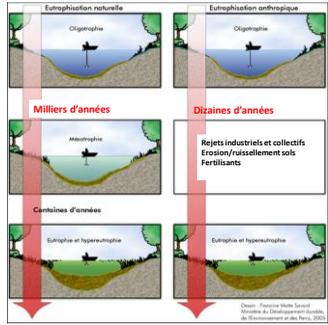
**PROCHAIN COMITE DE PILOTAGE :**  
**mercredi 16 septembre à 14h30**  
**lieu à définir, dans le bassin versant du Linon**



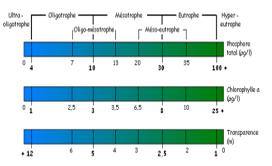
# COPIL Phosphore 14/09/2015



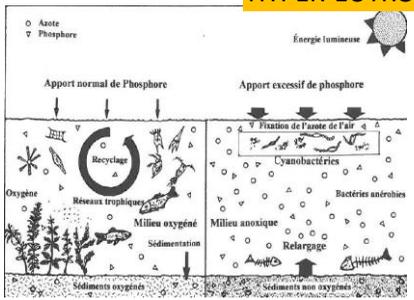
- I. Quel objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes ?
- II. Leviers d'action pour limiter le transfert de phosphore



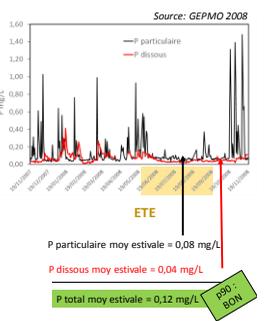
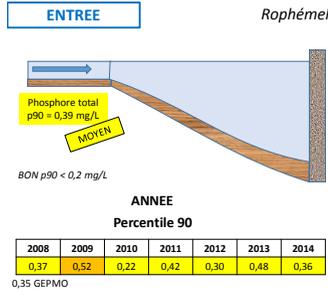
## EUTROPHISATION



## HYPER-EUTROPHISATION



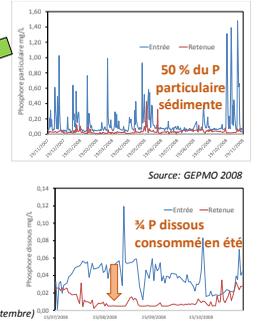
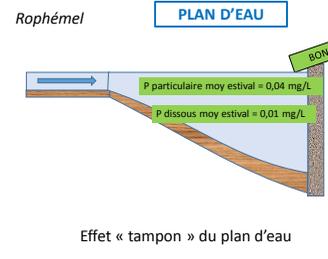
- Ecosystème en déséquilibre
- Forte biomasse
- Pas d'oxygène
- Cyanobactéries



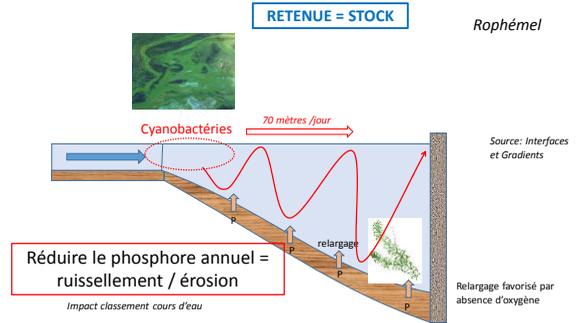
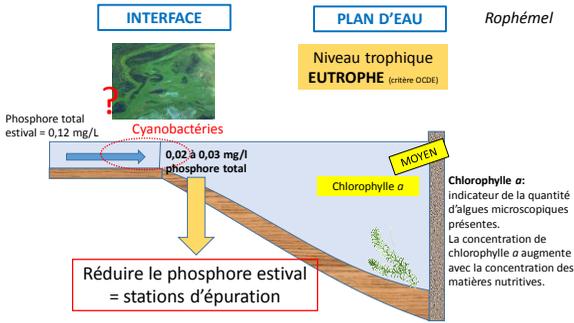
## Que nous dit le percentile 90 ?

- ☐ P90 = « 90 % des données en dessous »
- ☐ Sensible aux hautes valeurs des crues (en excluant les plus extrêmes)
- ☐ Si on abaisse le seuil de bon état = réduire les pics de phosphore lors des CRUES

Rance - Coulnes en 2011	
janvier	0.03
février	0.41
février	0.17
mars	0.04
avril	0.03
mai	0.52
mai	0.11
juin	0.09
juin	0.14
juillet	0.07
juillet	0.14
août	0.02
août	0.14
septembre	0.12
septembre	0.16
octobre	0.11
novembre	0.21
novembre	0.11
décembre	0.46
décembre	0.13



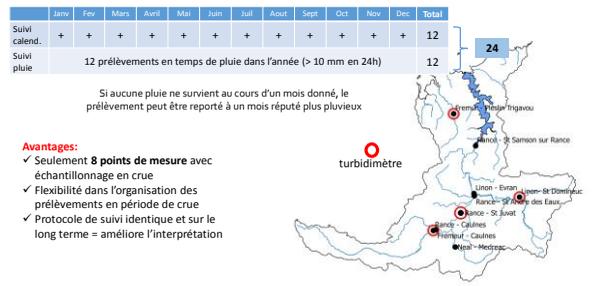
Effet « tampon » du plan d'eau  
Temps de renouvellement inférieur à 2 mois: moyenne estivale (juin à septembre)



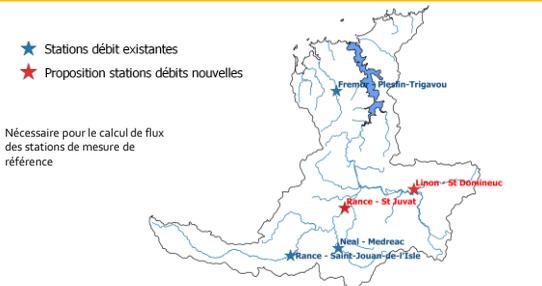
Quels efforts à faire pour améliorer la situation?



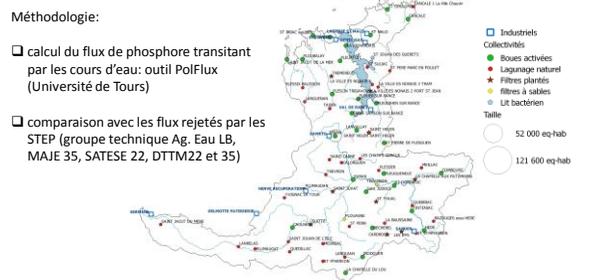
FLUX: un bon thermomètre



Proposition de mise en place de 2 stations de débit



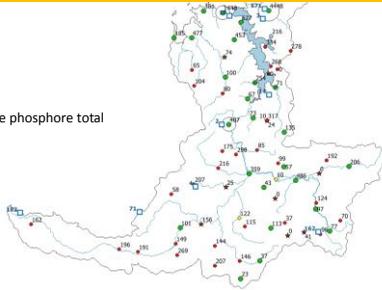
CONTRIBUTION DES STATIONS D'ÉPURATION



CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

Flux annuel

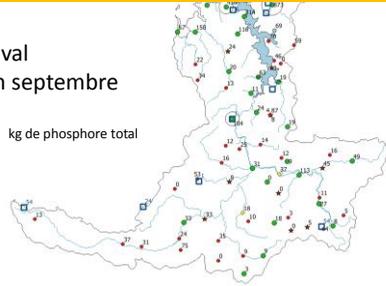
kg de phosphore total



CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

Flux estival  
juin à fin septembre

kg de phosphore total



CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

Dans l'année...

	Contribution flux STEP au flux total dans les cours d'eau			Flux STEP estival (juin à fin septembre)/ Flux STEP annuel
	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
Entrée Rophémel	8 %	15 %	6 %	18 %
Exutoire Linon	20 %	49 %	14 %	20 %
Exutoire RAFG	15 %	34 %	7 %	18 %
Entrée Bois-Joli	15 %	48 %	12 %	23 %
	Contribution STEP relativement faible	Excepté en Haute-Rance, contribution STEP importante	Erosion/ruissellement important	En période estivale de nombreuses STEP ont l'obligation de moins rejeter (sinon 33%...)

CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

Flux totaux  
(moyenne 2008 – 2014)

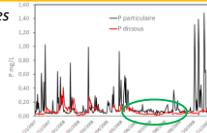
Flux assainissement collectif et industriel:  
2014



CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

A l'étiage...  
15 juillet au 15 août

Rance à Caulnes



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Contribution des STEP (GEPMO 58 %)	63 %	31 %	85 %	95 %	92 %	97 %	48 %
Volume d'eau écoulé	1.1 Mm3	1.2 Mm3	0.5 Mm3	0.4 Mm3	0.6 Mm3	0.6 Mm3	1.1 Mm3
	Contribution importante des STEP			Etiage sévère = STEP source unique de P			Contribution importante des STEP

Scenarios si objectif p90 = 0,2 mg/l

tonnes de phosphore à réduire originaires du ruissellement/érosion

Rénovation STEP	Année moyenne		Année sèche		Année humide			
	Sans rénovation STEP	Avec réno. STEP	Sans réno. STEP	Avec rénovation STEP	Sans réno. STEP	Avec rénovation STEP		
Entrée Rophémel	6 lagunes: rejet 2 mg/l	7.5 T	7 T	3.5 T	3 T	15 T	14.5 T	Grand BV et tonnage important
Exutoire Linon	Combourg et St Coulomb (BA rendt. similaire Caulnes)	3.3 T	2.8 T	1.6 T	1 T	6.2 T	5.7 T	Grand BV mais tonnage moindre
Exutoire RAFG	St Pern (lagune : objectif 100 kg/an)	16 T	15 T	6 T	5 T	39 T	38 T	Grand BV et tonnage intermédiaire
Entrée Bois-Joli	Lagune de Taden (Trélat) : rejet 2mg/l	0.53 T	0.50 T	0.12 T	0.07 T	0.75 T	0.7 T	Tonnage faible mais petit BV

Scenarios si objectif p90 = 0,2 mg/l

	Rénovation STEP	Année moyenne		Année sèche		Année humide		Commentaire
		Sans réno. STEP	Avec réno. STEP	Sans réno. STEP	Avec réno. STEP	Sans réno. STEP	Avec réno. STEP	
Entrée Rophémel	6 lagunes: rejet 2 mg/l	7.5 T	-	-	-	-	-	Grand BV et tonnage important
Exutoire Linon	Com-Coulom similit	-	-	-	-	-	-	Grand BV mais tonnage moindre
Exutoire RAFG (Haute-Rance+Linon + RAFG J)	St Pern (objectif 10)	-	-	-	-	-	-	Grand BV et tonnage intermédiaire
Entrée Joli	Lagune de 1 (Trélat) : re 2mg/l	0.50 T	0.12 T	0.07 T	0.75 T	0.7 T	-	Tonnage faible mais petite BV

**L'atteinte de l'objectif p90 = 0,2 mg/l nécessite des réductions/érosion importantes : l'objectif est déjà ambitieux, surtout en Haute-Rance**

II. LEVIERS D'ACTION

1. Réduction des rejets de 12 stations d'épuration : sur critère sensibilité masse d'eau et dysfonctionnement majeur

- 6 dans le BV de Haute-Rance (lagunes)
- 2 dans le BV du Linon (boues activées)
- 3 dans le BV RAFG (2 lagunes et 1 boue activée)
- 1 dans le BV Frémur (lagune)



Procédé physico-chimique pour lagunes



Source SATESE 22

**Traitement physico chimique :**  
 - coagulation (chlorure ferrique)  
 - floculation

**Séparation de phase :**  
 - opération physique et mécanique par filtration sur tambour  
 - récupération de 2 produits, l'eau traitée exempte de MES et les boues concentrées en MES

100 000 euros

II. LEVIERS D'ACTION

2. Lutte contre l'érosion/ruissellement des sols agricoles



Erecac



Pleurtuit



Saint Vran



Saint Launeuc

Lutte contre l'érosion/ruissellement des sols agricoles

S'inspirer du travail fait en Seine-Maritime et Eure par les Chambres d'Agricultures et l'Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS). Retour d'expérience de 30 ans.  
**Appui, conseil, acquisition de références, transfert de connaissances**  
 REALISATION DE FICHES RISQUES/OBJECTIFS/AGIR  
 REALISATION D'UN FILM PEDAGOGIQUE

**Maîtres d'œuvres envisageables:** Chambres d'Agricultures, Agrobio35 et GAB22 ; intégration programme d'action dans contrats territoriaux.

**Partenariats possibles:**

- Chambres d'Agriculture, Agrobio35, GAB22
- Syndicats de Bassin Versant
- AREAS
- Association Biodiversité, Agriculture, Sol & Environnement (BASE: Agriculture de Conservation des Sols en Bretagne)
- Association française pour l'étude du sol (AFES): société savante
- INRA Rennes UMR Sol Agro Systèmes
- Association Régionale pour l'Agriculture Paysanne (ARAP): projet de recherche « LienOsol » afin d'étudier les conditions et les conséquences d'un retour au sol des productions animales en Bretagne

Travail du sol: conserver une capacité d'infiltration

Céréales d'hiver	Maïs
<p>Déchaumage</p> <p>Houe rotative</p> <p>Déchaumer aussitôt après récolte</p>	<p>Maïs non biné</p> <p>Maïs biné</p> <p>Préférer outils à dents vibrantes</p>

## Guider, infiltrer, ralentir...

Interculture	Zones enherbées	Bocage
<p>Outil à disque</p>  <p>Privilégier outil à dents</p>  <p>Trèfle / luzerne</p>	 <p>AVANT</p>  <p>APRES</p> 	<p>Breizh bocage Inventaire et protections dispositifs anti- érosifs</p>  <p>1950</p>  <p>2010</p> 

## TOP 7 des actions de lutte contre l'érosion des sols

- Conduite de l'interculture** : déchaumage très grossier + implantation d'un couvert végétal (le TOP : trèfle blanc/luzerne)
- Maïs** : limiter la formation du ruissellement (travail superficiel du sol...)
- Céréales d'hiver** : limiter la formation du ruissellement (travail superficiel du sol...)
- Haies** : amplifier le linéaire de haies anti-érosives.
- Fossés – talus** : collecter, guider et infiltrer les eaux de ruissellement = gérer les écoulements dès l'amont du bassin versant. A étudier au cas par cas dans le cas où des rigoles/ravines se forment sur la parcelle.
- Zone enherbée** : protège contre l'arrachement, provoque la sédimentation et favorise l'infiltration. Ne pas localiser uniquement en bas-fond, mais aussi dans les talwegs/griffes d'érosion.
- Techniques culturales sans labour** : à promouvoir, mais en prenant des précautions car la réduction du travail du sol en profondeur peut entraîner une diminution de l'infiltration de l'eau. Besoin de définir le type de TCSL adapté localement.

## II. LEVIERS D'ACTION

### 3. Gestion des retenues de Rophémel et Bois-Joli (curage pré-retenu, mouvements d'eau pour contrer l'émergence des cyanobactéries...)

- Perturbation hydraulique de l'émergence d'un bloom en diminuant le temps de séjour d'une lame d'eau du réservoir
- Faisabilité et fréquence de curage pré-retenu

En réflexion...



# Comité de Pilotage

## « Etude phosphore »

### SAGE Rance Frémur baie de Beausais

14 septembre 2015

### Compte rendu

*Le diaporama de présentation est téléchargeable sur le site du SAGE RFBB, dans l'espace collaborateurs, rubrique présentation avec l'identifiant : comagrifbb ; et le mot de passe : comagrifbb*

#### Présents

NOM	Prénom	Structure
RAMARD	Dominique	Président CLE SAGE Rance Frémur baie de Beausais
LEMOINE	Yves	CC du Pays de Du Guesclin
MALGLAIVE	François	Représentant Président CŒUR Emeraude
GINGAT	Marie-Pierre	SPIR
DUPAS	Jean-Luc	Agriculteur – élu Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor
DESPORTES	Patrick	Agriculteur – CPA Haute-Rance
MOULIN	Jean-Luc	Chambre d'Agriculture 35
QUIDEAU	Pierre	Chambre d'Agriculture 22
OLIVIERO	Nathalie	SM BV Linon
MARTIN	Jérôme	DDTM35
COLL	Thibault	DREAL
NIHOUL	Marie-Claude	Agence de l'Eau
BOUEDO	Annick	Conseil Général 22
GRUAU	Gérard	CNRS / OSUR Rennes
BRIENT	Luc	Université / OSUR Rennes
HENNACHE	Bérangère	Eau du Pays de St Malo
HELLE	Daniel	Eau du Bassin Rennais
LAURENT	Xavier	Représentant technique CŒUR Emeraude
FOURMY	Frédéric	Stagiaire - Eau du Pays de St Malo
QUIMERC'H	Soizic	Représentant technique CŒUR Emeraude
BEDUNEAU	Gabriel	IAV – EPTB Vilaine
DE RIDDER	Jo	SAGE Rance Frémur baie de Beausais
LEGEAY	Anne	SAGE Rance Frémur baie de Beausais

Ce dernier Comité de Pilotage vise à donner une réponse argumentée à la question principale à laquelle devait répondre l'étude : quel objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes ? Dans un second temps sont déclinés les leviers d'actions identifiés comme les plus prioritaires.

## I. Quel objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes ?

**Rappel du contexte :** Il existe un problème d'eutrophisation excessive des retenues d'adduction en eau potable de Rophémel et de Bois-Joli (notamment efflorescence de cyanobactéries). Faut-il revoir l'objectif de « bon état » des cours d'eau alimentant ces retenues, fixé aujourd'hui à 0,2 mg/l (objectif SAGE) ?

## Bilan de l'étude :

Le problème d'eutrophisation et de cyanobactéries n'est pas limité à Rophémel et Bois-Joli. La problématique phosphore est étendue à l'ensemble des bassins versants « eau douce » en réalisant un état des lieux global.

Les cours d'eau et plans d'eau sont des systèmes interdépendants mais des écosystèmes aquatiques aux comportements différents vis-à-vis du paramètre phosphore (le plan d'eau « tamponne » les teneurs).

- Globalement, **les cours d'eaux du périmètre du SAGE sont classés en « état moyen »** vis-à-vis du paramètre phosphore (donc au-delà de  $p_{90} = 0,2 \text{ mg/L}$ ) sur la base des données plus denses récoltées dans cette étude (notamment en période de crue).
- Le classement de l'état des cours d'eau vis-à-vis du phosphore par le percentile 90 donne « du poids » aux valeurs hautes et est donc fortement influencé par les teneurs élevées (certes non extrêmes) en période de crue. Par conséquent, réduire ce  $p_{90}$  (par exemple de  $0,4 \text{ mg/L}$  à  $0,2 \text{ mg/L}$ ) demande un gros effort de réduction des transferts en période de crue.
- Le plan d'eau de Rophémel est classé en « état moyen » vis-à-vis du paramètre phosphore (le phosphore dissous est assimilé par la biomasse algale au  $\frac{3}{4}$  en été ; le phosphore particulaire sédimente de 50 % toute l'année ; autrement dit le plan d'eau « abaisse » les teneurs en phosphore) et en « état moyen » vis-à-vis de l'indice phytoplanctonique. Son niveau trophique est **EUTROPHE** (suivant critères OCDE).
- Le plan d'eau de Bois-Joli est classé en « état moyen » vis-à-vis du paramètre phosphore, et en « état moyen » vis-à-vis de l'indice phytoplanctonique. Son niveau trophique est **HYPER-EUTROPHE**.

Il est souligné l'importance de la queue de retenue (en entrée) dans l'émergence des cyanobactéries : il faudrait une **concentration en phosphore très basse (de l'ordre de  $0,02$  à  $0,05 \text{ mg/l}$  de phosphore total)** pour éviter leur émergence. **Donc un cours d'eau à  $0,1 - 0,2 \text{ mg/L}$  ?** En l'état des connaissances, il est difficile de fixer une teneur. Il n'y a pas de valeur unique, la teneur étant dépendante des caractéristiques de chaque plan d'eau (notamment le temps de séjour).

Il est souligné l'importance, pour mesurer les améliorations, de stations de mesure du phosphore fréquemment échantillonnées et de deux stations de débit supplémentaires. Il est proposé 8 stations de référence échantillonnées à date fixe et en période de crue (24 par an au total), 4 turbidimètres pour une mesure en continu des matières en suspension (qui permettent notamment de détecter les pics de concentration qui n'auraient pas été échantillonnés) et 2 stations de débits supplémentaires (sur le Linon et la Rance en aval de Rophémel). L'idée est d'avoir un « thermomètre » précis et homogène sur le territoire du SAGE sur le LONG TERME.

Le précédent comité de pilotage a présenté les résultats de calcul des flux de phosphore transitant dans les cours d'eau. **Ici sont présentés les résultats de la contribution des stations d'épuration (STEP) au flux total.** Ce travail de chiffrage des rejets des stations d'épuration a été réalisé par un groupe technique : les services d'appui aux stations d'épuration du 35 et du 22 (MAJE et SATESE), les DTTM du 35 et du 22 et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

**Globalement dans l'année la contribution des stations d'épuration au flux total est minoritaire excepté en année sèche.** En Haute-Rance la contribution des stations d'épuration est particulièrement faible, même en année sèche.

	Contribution flux STEP au flux total dans les cours d'eau			Flux STEP estival (juin à fin septembre)/ Flux STEP annuel
	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
Entrée Rophémel	8 %	15 %	6 %	18 %
Exutoire Linon	20 %	49 %	14 %	20 %
Exutoire RAFG	15 %	34 %	7 %	18 %
Entrée Bois-Joli	15 %	48 %	12 %	23 %

*Contribution STEP relativement faible*     
 *Excepté en Haute-Rance, contribution STEP importante*     
 *Erosion/ruissellement important*     
 *En période estivale de nombreuses STEP ont obligation de moins rejeter*

**Par contre, quand le débit est au minimum dans le cours d'eau (15 juillet-15 août), la contribution des stations d'épuration est importante.** Elle semble même être l'unique source de phosphore en cas d'étiage sévère. A titre d'exemple, le chiffrage présenté dans le tableau ci-dessous concerne la Rance à Caulnes en amont de Rophémel. Toutefois ce chiffrage est entaché d'une marge d'erreur car sur cette courte période de 1 mois, il n'existe qu'une ou 2 mesures de teneurs en phosphore dans le cours d'eau et au mieux 1 teneur de rejet des stations d'épuration.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Contribution des STEP	63 %	31 %	85 %	95 %	92 %	97 %	48 %
Volume d'eau écoulé	1.1 Mm3	1.2 Mm3	0.5 Mm3	0.4 Mm3	0.6 Mm3	0.6 Mm3	1.1 Mm3
	<i>Contribution relativement importante des STEP</i>		<i>Etiage sévère = STEP source unique de P</i>				<i>Contribution relativement importante des STEP</i>

L'étude met l'accent sur deux périodes cibles pour diminuer le transfert de phosphore :

✓ **De juin à septembre** : période optimale de croissance du phyto-plancton et des cyanobactéries → **réduire le rejet des stations d'épuration** (phosphore dissous et particulaire). Rappelons que le ruissellement et l'érosion sont peu actifs à cette période.

✓ **En période de crue hivernale** (maximum de transfert) → **réduire le ruissellement/érosion des sols agricoles** car ils contribuent à la création de stocks de phosphore dans les sédiments des plans d'eau, stocks qui alimentent la biomasse (y compris les cyanobactéries) en période estivale.

### Réduction des rejets des stations d'épuration : 12 stations sont priorisées

Un groupe de travail technique composé de l'Agence de l'Eau, des services d'appui aux stations d'épurations des Conseils Généraux (SATESE 22 et MAJE 35) et des DDTM des deux départements a travaillé au chiffrage des rejets de l'ensemble des stations d'épuration du territoire du SAGE (données mensuelles de 2012 à 2014). Ce travail a abouti à prioriser 12 stations d'épuration pour lesquelles un objectif de réduction des rejets en phosphore est souhaitable. Les critères de choix sont (1) la sensibilité de la masse d'eau où est fait le rejet et (2) les cas de dysfonctionnement majeurs (STEP sous-dimensionné, rendement épuratoire P insuffisant...).

- 6 dans le bassin versant de Haute-Rance (lagunes) : rejet maximal de 2 mg/l/jour toute l'année
- 2 dans le bassin versant du Linon (Combours et St Domineuc : boues activées) : atteinte d'un rendement épuratoire similaire à la STEP de Caulnes.
- 3 dans le bassin versant RAFG (2 lagunes et 1 boue activée) : atteinte d'un rejet maximal de 100 kg/an pour la lagune de St Pern (les deux autres concernent la Rance Maritime et le littoral ; pas d'objectif de rejet chiffré).
- 1 dans le bassin versant du Frémur (lagune de Taden/Trélat) : rejet maximal de 2 mg/l/jour toute l'année.

Afin de mesurer l'effort d'amélioration à accomplir, le scénario où l'objectif est d'atteindre un percentile 90 de 0,2 mg/l aux 4 points « exutoires » des bassins versants est présenté dans le tableau suivant. Dans le scénario sont déjà intégrées les diminutions de rejets prévues sur les 12 stations d'épuration. Ces chiffres sont à prendre avec prudence, car le lien entre teneur en phosphore (et encore plus percentile 90) et flux est difficile (méthodologie employée: (1) les teneurs les plus élevées sont abaissées à un niveau permettant d'atteindre un p90 de 0,2 mg/L sur la série de données puis (2) le flux est recalculé sur la nouvelle série de données). L'idée est ici d'essayer d'approcher des ordres de grandeur de tonnages à réduire.

Le tableau 1 présente les tonnes de phosphore à réduire, **originaires du ruissellement/érosion**.

Tableau 1: réduction de flux provenant de l'érosion/ruissellement nécessaire pour atteindre un p90 de 0.2 mg/L

	Rénovation STEP	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
Entrée Rophémel	6 lagunes: rejet 2mg/l (de 8.5 à 7%)	7 T	3 T	14.5 T	Grand BV et tonnage important
Exutoire Linon	Combours et St Domineuc (BA rendt. similaire Caulnes)	2.8 T	1 T	5.7 T	Grand BV mais tonnage moindre
Exutoire RAFG (Haute-Rance+Linon + RAFG !)	St Pern (lagune : objectif 100 kg/an)	15 T	5 T	38 T	Grand BV et tonnage intermédiaire
Entrée Bois-Joli	lagune de Taden (Trélat) : rejet 2mg/l	0.50 T	0.07 T	0.7 T	Tonnage faible mais petit BV

**L'atteinte de l'objectif p90 = 0,2 mg/l nécessite des réductions de transfert par ruissellement/érosion importantes : l'objectif est déjà ambitieux, surtout en Haute-Rance.**

## CONCLUSION :

1. Le p90 est par définition sensible aux hautes valeurs (pas les extrêmes, certes) : **le réduire signifie réduire drastiquement l'érosion/ruissellement (pics de concentration en période de crue). PROPOSITION : conserver l'objectif de 0,2 mg/l (déjà ambitieux).**
2. Par contre en période d'étiage, une marge d'amélioration est possible par la **réduction ciblée des rejets des stations d'épuration.**
3. **3 leviers d'actions prioritaires**
  - a. **Réduire les rejets de phosphore des stations d'épuration en période estivale aux endroits critiques** (et extension à toute l'année): **PROPOSITION de 12 stations d'épuration à rénover** avec un objectif de réduction de rejet chiffré.
  - b. **Lutter contre l'érosion/ruissellement des sols agricoles notamment pour réduire les stocks dans les plans d'eau** (contribue aussi à améliorer le classement d'état des cours d'eau).
  - c. Gestion des retenues : voir dans la seconde partie de ce compte-rendu.

### Discussions :

T. Coll indique que le percentile 90 a sa légitimité dans le protocole DCE car le prélèvement est calendaire et il est donc important qu'il reflète les valeurs hautes. D. Ramard en déduit donc que sur le tableau de bord annuel du SAGE il faut conserver les résultats calendaires. Par contre pour avoir une idée plus juste de la réalité du terrain, il est important d'avoir un suivi plus précis, homogène et à long terme.

M.C. Nihoul souhaite rappeler que la réduction envisagée des rejets des stations d'épuration est un levier d'amélioration efficace (rejet ponctuel) et de long terme.

D. Helle s'interroge sur la méthodologie utilisée dans l'étude. Ne faudrait-il pas prendre le problème dans l'autre sens c'est-à-dire (1) définir des mesures efficaces et des indicateurs opérationnels (du type pourcentage d'agriculteurs touchés par des actions de lutte contre l'érosion) (2) en déduire la réduction en flux de phosphore attendu. Il s'interroge aussi sur le niveau d'ambition en conservant l'objectif de 0,2 mg/L. D. Ramard indique qu'en pratique les deux démarches ont été suivies mais qu'il faut bien se donner un objectif sur la base d'un état des lieux solide. Jo De Ridder explique que l'atteinte de l'objectif « 0,2 mg/l » est en soi un objectif ambitieux car les p90 sont, quelle que soit l'année, compris entre 0,21 et 0,55 mg/L (excepté certains points échantillonnés seulement 12 fois dans l'année à fréquence calendaire). Etant donné que les gros événements pluvieux sont associés aux teneurs les plus élevées (et aussi à la majorité du flux), l'objectif de réduction est dépendant des aléas climatiques et nécessite de faire des aménagements/modifications de pratiques importants (et impossible à chiffrer).

X. Laurent s'interroge sur le protocole de suivi des 8 points de référence pour le suivi du phosphore : cela nécessite-t-il d'échantillonner au même moment sur tout le territoire du SAGE alors que les événements pluvieux ne sont pas homogènes?

J. De Ridder indique qu'il faut adapter l'échantillonnage aux conditions climatiques réelles et rien n'oblige à tout uniformiser. L'essentiel est de « capter » le signal (événement pluvieux d'importance).

L. Brient s'interroge sur l'opportunité de suivre des points de cours d'eau éloignés de la retenue, à son avis les stations d'épuration proches étant les seules qui impactent vraiment; de même c'est l'érosion aux abords proches de la retenue qu'il faut limiter. P. Quideau rappelle qu'il n'est pas de cet avis : lors de gros événements pluvieux associés à du ruissellement et de l'érosion les matières en suspension (riches en phosphore) sont rapidement transportées vers l'aval. Il y a de plus un déplacement des sédiments par « effet de chasse » lors des crues.

L. Brient rappelle qu'il est important de mettre en parallèle des flux de phosphore le temps de renouvellement de l'eau dans les retenues, Rophémel et Bois-Joli ayant une hydrologie très différente [*précision post-réunion : le temps de renouvellement à Rophémel est croissant en été de 40 à 130 jours et en moyenne de 10 jours en hiver; à Bois-Joli il est en moyenne de 270 jours en été, de 550 jours en automne et de 75 jours en hiver. Source : études GEPMO*].

L. Brient informe que la réglementation relative aux méthodes et critères d'évaluation de l'état des eaux de surface (dont les plans d'eau) a récemment évolué [*arrêté du 27 juillet 2015 : pour le phosphore les valeurs seuils de détermination des classes d'état ont évolué et dépendent de la profondeur moyenne du plan d'eau*]. M.C. Nihoul indique que cela ne change pas fondamentalement les critères : la réglementation évolue vers une prise en compte des spécificités des plans d'eau.

M.C. Nihoul rappelle les deux éléments majeurs de l'étude : chiffrer le rejet des STEP et ne pas omettre les ANC ; enclencher une dynamique dans le monde agricole pour réduire le ruissellement et l'érosion (préserver les sols). Des chiffrages plus précis n'apporteront rien de plus, le constat est à présent bien établi. Il faut maintenant réfléchir à comment faire pour mobiliser les acteurs. D. Ramard souhaite rappeler qu'il y a un besoin de recherche appliquée pour mesurer l'effet des mesures de lutte contre l'érosion. M.C. Nihoul répond que c'est l'enjeu du projet de recherche Trans-P.

G. Gruau s'interroge sur l'omission, dans la présentation, de l'effet du stock de phosphore déjà présent dans les retenues qui plaide aussi en faveur d'une réduction de l'érosion des sols. J. De Ridder répond qu'il est fait mention de l'effet de relargage du phosphore provenant des sédiments dans la diapo 8. L'accumulation de sédiments est bien intégrée dans la problématique, l'action curative de curage des retenues étant une option en complément de la réduction de l'érosion. Pour autant cette étude n'a pas cherché à chiffrer les stocks de sédiments accumulés au cours des années. G. Gruau informe que des connaissances complémentaires sont nécessaires pour mieux estimer le rôle du relargage du phosphore.

D. Ramard demande aux chercheurs présents si l'argumentaire développé dans la présentation, qui a vocation à être vulgarisé, n'est pas trop simpliste. G. Gruau répond que la conclusion qui vise à réduire les flux domestiques (assainissement) et agricoles est justifiée. Par contre, il faut être vigilant à ne pas réduire la période d'étiage à un problème de phosphore provenant uniquement des apports domestiques, les stocks des apports agricoles hivernaux jouant aussi un rôle. C'est bien sur les deux fronts, domestiques et agricoles, qu'il faut se battre.

Enfin D. Ramard interroge la DREAL sur l'équipement du point nodal (sur la Rance à St André-des-Eaux), disposition inscrite dans le SAGE. T. COLL fait état des difficultés techniques que posent cette installation (débits très faibles à l'étiage ; influence de la retenue de Rophémel). Il fera néanmoins remonter la demande dans ses services. Une réunion technique est à prévoir.

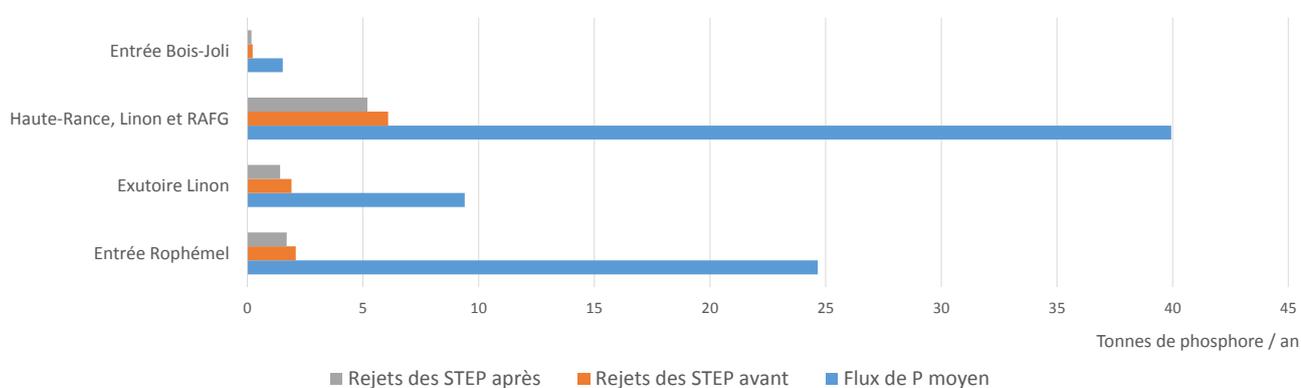
## II. Leviers d'action pour limiter le transfert de phosphore

### 1. Réduction des rejets de 12 stations d'épuration.

Voir chapitre I. où les stations et les critères de choix ont déjà été explicités.

Le graphe ci-dessous illustre la comparaison entre les tonnes de phosphore transitant dans les 4 bassins versants et les rejets en phosphore avant rénovation des stations et après leur rénovation. Le « gain » simulé semble faible relativement à l'importance du flux total annuel. **Par contre en période d'étiage, les flux originaires des rejets des stations d'épuration peuvent être majoritaires (voir diapo 17) et la forme du phosphore plus bio-disponible : un effort de réduction, là où cela est encore techniquement possible (avec bien entendu un coût/bénéfice acceptable), est donc à privilégier.**

Un procédé d'épuration physico-chimique adapté aux lagunes est présenté : c'est un équipement testé actuellement par le SATESE 22.



#### Discussions

M.C. Nihoul souhaite mettre en avant que l'équipement physico-chimique présenté est uniquement un exemple. Il faut veiller à rappeler que les solutions doivent être trouvées au cas par cas, le rendu de l'étude ne vise pas à donner de solutions techniques.

Y. Lemoine fait part de son expérience : la lagune de sa commune (Lanrelas) fait partie de celles ciblées par les services de l'Etat pour une mise aux normes « phosphore ». Il s'interroge sur les coûts et l'efficacité de cette mise aux normes pour une petite commune dont beaucoup d'habitants ne sont pas raccordés.

D. Ramard rappelle que les communes ciblées en Haute-Rance font une démarche pour mutualiser la réflexion et les études de faisabilité.

## 2. Lutte contre l'érosion/ruissellement des sols agricoles

La proposition est de s'inspirer du travail fait en Seine-Maritime et dans l'Eure. Les Chambre d'Agriculture et l'Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) ont réalisé 20 plaquettes à destination des agriculteurs sur les pratiques culturales qui limitent la formation du ruissellement et les petits aménagements qui réduisent l'érosion, freinent les flux d'eau, favorisent l'infiltration et la sédimentation. Plus globalement AREAS appui, conseille, acquiert des références et a un rôle de transfert de connaissances sur ces problématiques. Elle travaille en partenariat avec les structures de bassins versants.

**Une réflexion doit être menée pour s'inspirer de leur logique et l'adapter à notre territoire.**

**Maîtres-mots : conserver une bonne capacité d'infiltration des sols, guider, infiltrer, ralentir.**

Cette problématique de lutte contre l'érosion des sols est transversale et intègre des problématiques telles que la lutte contre les inondations, la reconquête des têtes de bassins versants (dense chevelu = grand intérêt hydrologique, écologique, épuration...), l'écologie des cours d'eau (lutte contre le colmatage...).

Une liste du TOP 7 des actions efficaces contre l'érosion des sols est proposée à titre d'exemple. C'est un premier exercice de priorisation qui doit être retravaillé/affiné/détaillé par les organismes de recherche et d'appui technique agricole.

- 1- Conduite de l'interculture** : déchaumage très grossier suivi de l'implantation d'un couvert végétal (critère de choix à adapter en fonction de la date d'implantation, facilité d'implantation et de destruction ; le TOP : trèfle blanc/luzerne)
- 2- Maïs : limiter la formation du ruissellement** : affiner le moins possible le sol en surface (1) couvrir les sols avant maïs (2) réaliser un labour motteux et homogène (3) préserver les mottes sur l'interrang (outils à dents vibrantes) (4) biner en cours de végétation
- 3- Céréales d'hiver** : (1) déchaumer les précédents récoltés aussitôt (redonner de la capacité d'infiltration) (2) réaliser un lit de semence très rugueux (3) réaliser un décroûtage par houe rotative en cours de pousse si nécessaire (4) déchaumer aussitôt après la récolte (redonner de la capacité d'infiltration).
- 4- Haies** : amplifier le linéaire de haies anti-érosives.
- 5- Fossés – talus** : collecter, guider et infiltrer les eaux de ruissellement = gérer les écoulements dès l'amont du bassin versant. A étudier au cas par cas dans le cas où des rigoles/ravines se forment sur la parcelle. Fossés et talus à enherber.
- 6- Zone enherbée** : protège contre l'arrachement, provoque la sédimentation et favorise l'infiltration. Ne pas les localiser uniquement en bas-fond, mais aussi dans les talwegs/griffes d'érosion.
- 7- Techniques culturales sans labour (TCSL)** : à promouvoir, mais en prenant des précautions car la réduction du travail du sol en profondeur peut entraîner une diminution de l'infiltration de l'eau. Il y a un besoin de définir le type de TCSL adapté localement : à priori pas le semis direct mais plutôt le travail superficiel qui laisse des résidus en surface (mulch). C'est un pari sur le long terme, le développement de l'activité biologique pourrait remplacer tout ou partie des interventions mécaniques.

**A ce stade de la réflexion, l'étude liste un certain nombre de partenaires qui pourraient être mobilisés sur ce travail.**

**PILOTES possibles**: Mixte Chambre Régionale et autres structures (FRAB/Agrobio35/GAB22? SAGE ?)

**Partenaires possibles**: AFES ; AREAS ; BASE ; ARAP ; Porteurs Breizh bocage

**Maîtres d'œuvres possibles**: Chambres d'Agricultures, Agrobio35 et GAB22 ; intégration programme d'action dans contrats territoriaux.

## Discussions

D. Ramard indique que l'idée n'est pas de reproduire mais bien de s'inspirer de la logique « AREAS » en l'adaptant à nos conditions. L'idée est de renforcer le volet « érosion » dans les contrats territoriaux (nombreux sont ceux en révision). Il rappelle que la préservation des sols n'est pas une préoccupation nouvelle mais elle redevient une priorité (vue dans les comices agricoles : gestion globale, approche pluri-annuelle). Elle mobilise la recherche appliquée (cf. Alain Tiengou de la Chambre d'Agriculture 22 au Comice de Broons).

J.L. Dupas rappelle que la réflexion est engagée à la Chambre d'Agriculture avec l'élaboration d'un plan qui vise à vulgariser/adapter les techniques et systèmes agricoles. Mais il rappelle que la conjoncture actuelle est difficile, elle oblige à « avancer à pas de velours ». P. Desportes ajoute que l'intérêt pour l'agriculteur n'est pas immédiat. Il ne faut pas le culpabiliser. Il faut réussir à faire partager ce souci, notamment l'aménagement parcellaire en mobilisant les agriculteurs mais aussi les élus.

J.L. Moulin indique que dans les fiches techniques d'AREAS (qui circulent dans la salle), beaucoup des pratiques sont déjà à l'œuvre. Cela ne devrait pas être source de blocage, il faut renforcer ces pratiques et cela devrait engendrer des bénéfices rapides. D. Ramard abonde dans ce sens : préserver le sol présente un bénéfice direct pour l'agriculteur, un sol préservé c'est une agriculture préservée. Concernant l'introduction de légumineuses dans les couverts végétaux, J. Martin informe qu'il n'y a pas d'interdit mais il faut une exportation (valorisation fourragère). Il indique aussi que les fiches AREAS sont adaptées à un contexte pédo-climatique différent. Il ajoute que des diagnostics anti-érosifs sont obligatoires pour les ICPE soumises à autorisation dans les zones 3B1 mais ne sont pas faits jusqu'à présent : cela nécessite un cadrage. De plus, beaucoup des mesures proposées dans les fiches AREAS sont déjà en partie réglementaires : il faut aller plus loin par la mise en place d'un réel maillage bocager dense et des bandes enherbées plus larges. D. Ramard s'interroge sur la non réalisation des diagnostics anti-érosifs. P. Quideau répond qu'un travail est en cours à la Chambre Régionale d'Agriculture pour adapter la méthodologie du diagnostic phyto à la problématique érosion. B. Hennache demande si une telle méthodologie ne pourrait pas s'élaborer à l'échelle du SAGE. D. Ramard s'interroge sur la pertinence de réaliser une méthodologie complexe : ce qui fonctionne c'est le bon sens. Il faut mettre l'énergie sur l'animation et pas forcément sur des diagnostics ou études.

P. Quideau rappelle que la problématique phosphore n'est pas une priorité pour les agriculteurs, il faut miser sur un travail à long terme. La prise de conscience pour réduire les nitrates a aussi pris du temps.

## 3. Gestion des retenues de Rophémel et Bois-Joli (curage pré-retendue, perturbation hydraulique...)

Les Présidents des structures gestionnaires des retenues de Rophémel (Eau du Bassin Rennais) et de Bois-Joli (Eau du Pays de St Malo) ont été sollicités par courrier par le Syndicat mixte du SAGE RFBB pour connaître les modalités de gestion envisagées pour limiter l'eutrophisation et les blooms de cyanobactéries. Une réponse a été fournie.

En résumé, en ce qui concerne Rophémel, l'option du curage de la retenue n'est pas retenue, ni l'aération de la colonne d'eau (jugés inefficaces). Une expérience pilote de « perturbation hydraulique de l'émergence du bloom » est jugée envisageable après 2017. En effet, une période de travaux prévue pour durer deux ans va débuter prochainement et ne permet pas de mener à bien une telle expérience (fonctionnement hydraulique atypique). Pour information, la production d'eau potable est arrêtée depuis le 10 septembre et ceux pour au moins 3 semaines, en raison d'une teneur trop élevée en cyanobactéries.

En ce qui concerne Bois-Joli, il existe une pré-retendue qui vise à retenir une partie des sédiments. Cet ouvrage est prévu pour être curé chaque 10 ans et devrait l'être l'année prochaine (si les conditions hydrologiques le permettent). Un suivi visant à évaluer l'efficacité de cette pré-retendue (quantité/qualité des sédiments ; impact du curage sur la teneur en phosphore de la retenue...) est envisagé. Une méthodologie devra être élaborée, Eau du Pays de St Malo associera la structure SAGE et les chercheurs le cas échéant. L'option de diminuer le temps de séjour de l'eau dans la retenue en période d'étiage (propice aux blooms de cyanobactéries) n'est pas retenue car elle ne permet pas d'assurer l'approvisionnement en eau. B. Hennache précise que le Syndicat est très attentif aux solutions curatives qui pourraient émerger.

### Discussions

A. Bouedo précise qu'un traitement au sulfate de cuivre est réalisé depuis les années 80 sur 3 retenues en Côtes d'Amor sur la base d'un protocole élaboré en partenariat avec la recherche appliquée. L. Brient informe que ce type de traitement n'est plus préconisé car ce procédé engendre une lyse des cellules qui peuvent alors libérer des toxines. Il ajoute aussi que des procédés curatifs existent. La retenue du Gouet (Côtes d'Armor) utilise un système d'aération à la prise d'eau (cloche) pour réduire le manganèse notamment. Par contre l'aération ne modifie pas la biomasse [*non adapté à la problématique eutrophisation*]. D. Ramard indique que la faisabilité et l'efficacité de ces procédés curatifs devrait être creusées. A. Bouedo ajoute que l'étang de Jugon a été curé au début des années 2000 mais il y a aujourd'hui des blooms de cyanobactéries.

D. Ramard réagit au courrier d'Eau du Bassin Rennais : ce n'est pas parce que les flux de phosphore sont importants qu'il ne faut pas curer la retenue. Il y a une responsabilité partagée entre gestionnaires de STEP, de retenues et l'agriculture. Il ajoute aussi que la faisabilité de « la perturbation hydraulique » lui paraît difficile.

J. Martin indique que, comme sur St Malo, le secteur de Rennes est aussi sous tension vis-à-vis de la ressource en eau potable.

## III. CONCLUSIONS GENERALES

D. Ramard conclut la réunion en rappelant les points essentiels :

- Disposition n°40 du SAGE visant à fixer un objectif de teneur en phosphore en amont des retenues eutrophes : maintenir le 0,2 mg/l qui est un objectif déjà ambitieux. Le renforcement de cet objectif ne pourra intervenir que dans un second temps.
- Stations d'épuration : il faudra veiller à ce que la question du phosphore soit bien prise en compte, notamment pour les 12 STEP ciblées dans l'étude.
- Gestion des retenues : la responsabilité doit être partagée entre gestionnaires des STEP, gestionnaires des retenues et monde agricole.
- Levier agricole : affirmer l'importance de la préservation du sol, réussir à mobiliser la profession agricole, mettre de l'énergie dans l'animation.
- Aménagement de l'espace rural : les collectivités, via l'urbanisme, doivent être offensives vis-à-vis du bocage. Il faut aussi améliorer la gestion des fossés.

D. Ramard termine en questionnant l'assemblée : comment prédire l'ampleur que devrait prendre les actions pour améliorer la qualité écologique des retenues ? Dans quel sens faut-il prendre le problème ? Il n'y a pas de réponse unique et facile. A son sens, il y a une incapacité à définir le "bon potentiel écologique" à l'échelle du SAGE, avec nos moyens et notre niveau de connaissance. Il propose de mettre en place une démarche à l'échelle du bassin Loire-Bretagne au travers d'un projet opérationnel consacré au "bon potentiel écologique des retenues d'eau", qui inclura la question du phosphore dans sa globalité. Un sous bassin versant de la Rance pourrait être retenu comme bassin pilote.

M.C. Nihoul souhaite conclure en rappelant qu'il y a un état des lieux, des connaissances. L'effort encore à réaliser sur les stations d'épuration est bien identifié. La priorité est aujourd'hui la préservation des sols. Il faut aujourd'hui trouver les moyens pour mobiliser les agriculteurs. B. Hennache ajoute qu'il existe des outils financiers à mobiliser : les nouvelles MAEC. M.C. Nihoul ajoute qu'en terme de lutte contre l'érosion des sols il faut compléter les connaissances, échanger sur les bonnes pratiques, voir comment mutualiser les approches. D. Ramard évoque la possibilité de collaborer avec le SAGE Vilaine. J. Martin ajoute que Rophémel et Bois-Joli sont deux retenues prioritaires : il faut accompagner l'évolution du parcellaire, sécuriser les chemins de l'eau, contenir l'érosion. Enfin M.C. Nihoul indique que le changement climatique va induire une pression encore plus forte sur les retenues, notamment en période estivale.

## ETUDE PHOSPHORE

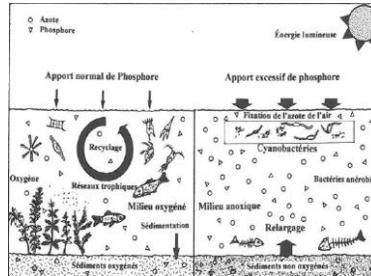
CLE 30/09/2015



Quel objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes ?

Leviers d'actions pour limiter le transfert de phosphore

## HYPER-EUTROPHISATION



Ecosystème en déséquilibre

Cyanobactéries

Forte biomasse

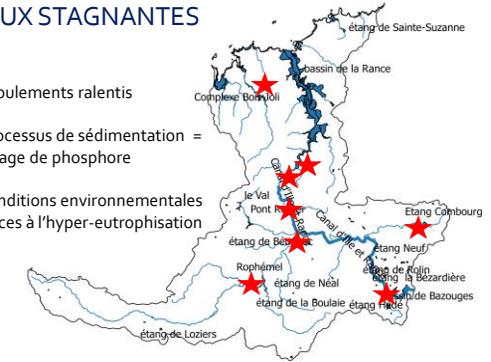
Pas d'oxygène

## EAUX STAGNANTES

→ écoulements ralentis

→ processus de sédimentation = stockage de phosphore

→ conditions environnementales propices à l'hyper-eutrophisation



## Faut-il revoir l'objectif de 0,2 mg/L?

Dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes

Objectif SAGE : p90 = 0,2 mg/L « bon état »

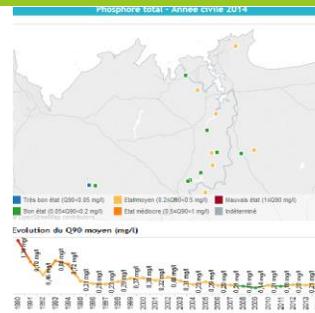
## Amélioration sur le long terme

Chute des teneurs de 1990 à 1995

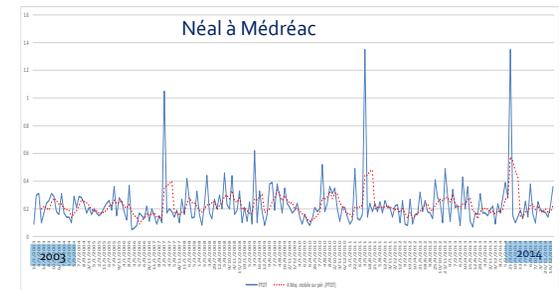


Stations d'épuration

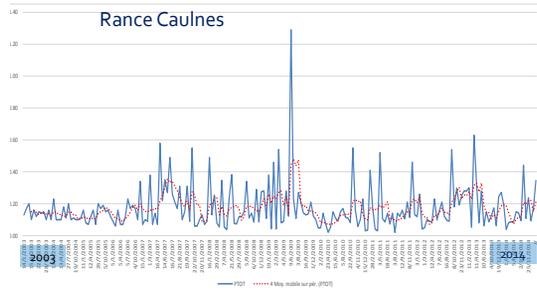
Tendance générale à l'échelle de la Bretagne  
(Source: *Projet Trans-P*)



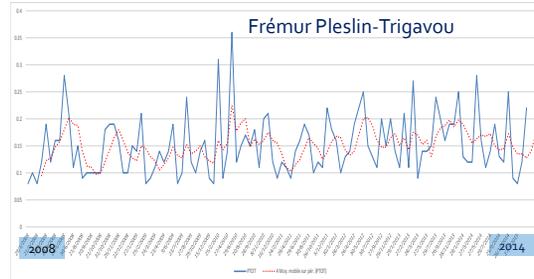
## Depuis pas de tendance visible...



### Depuis pas de tendance visible...

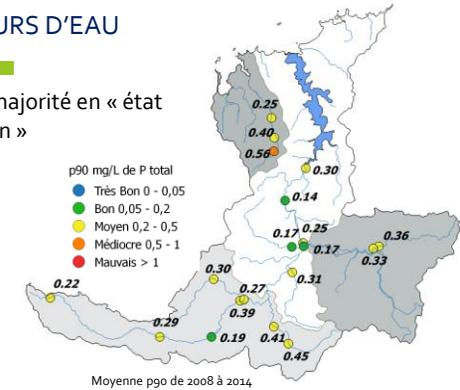


### Depuis pas de tendance visible...

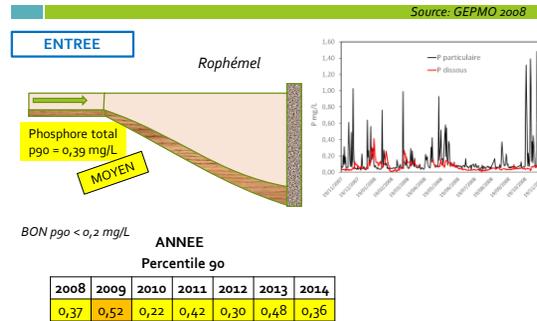


### COURS D'EAU

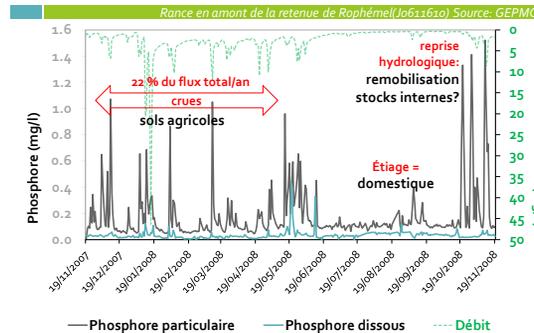
Une majorité en « état moyen »



### CE QUI RENTRE DANS LA RETENUE



### EN FONCTION DES SAISONS ...



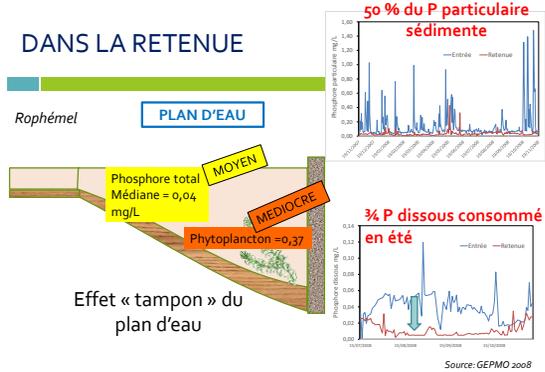
### QUE NOUS DIT LE percentile 90?

- p90 = « 90 % des données en dessous »
- Sensible aux hautes valeurs des CRUES (en excluant les plus extrêmes)
- Si on abaisse le seuil de bon état = réduire les pics de phosphore lors des CRUES

Rance - Caulnes en 2011

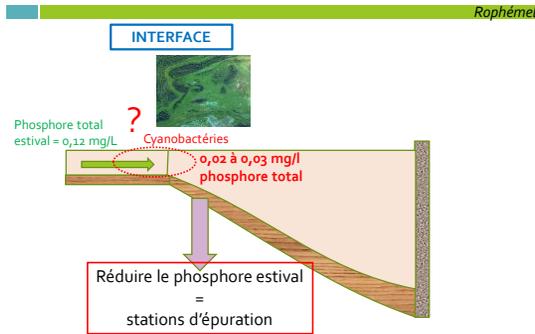
janvier	0,03
février	0,17
mars	0,04
avril	0,03
mai	0,52
juin	0,11
juillet	0,09
août	0,14
septembre	0,12
octobre	0,16
novembre	0,11
décembre	0,21
décembre	0,13
décembre	0,42

### DANS LA RETENUE

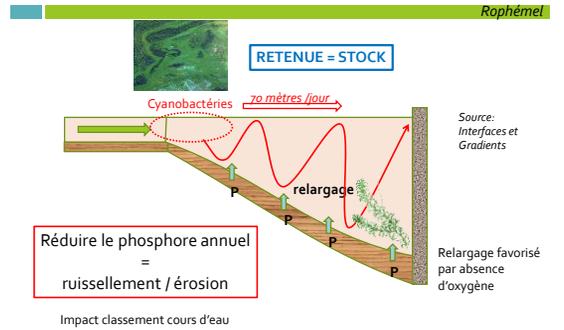


Source: classement avec les nouveaux indicateurs arrêté du 27 juillet 2015

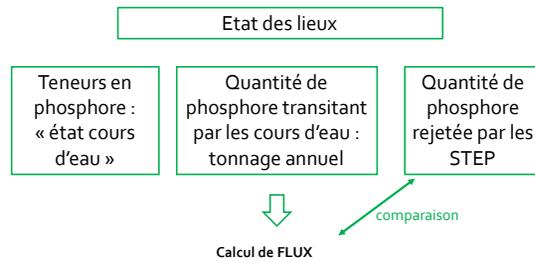
### A L'INTERFACE



### SEDIMENTS = stocks de phosphore



### QUELS EFFORTS à FAIRE POUR AMELIORER LA SITUATION ?



### FLUX: un bon thermomètre

	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Avout	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie	12 prélèvements en temps de pluie dans l'année (> 10 mm en 24h)												12

Si aucune pluie ne survient au cours d'un mois donné, le prélèvement peut être reporté à un mois réputé plus pluvieux

#### Avantages:

- ✓ Seulement 8 points de mesure avec échantillonnage en crue
- ✓ Flexibilité dans l'organisation des prélèvements en période de crue
- ✓ Protocole de suivi identique et sûr le long terme = améliore l'interprétation

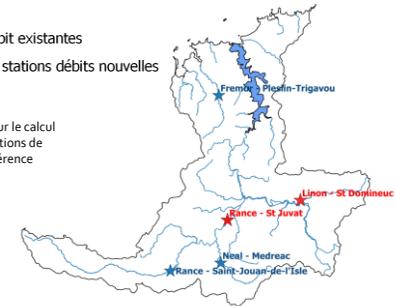


### PROPOSITION DE 2 STATIONS DE DEBIT

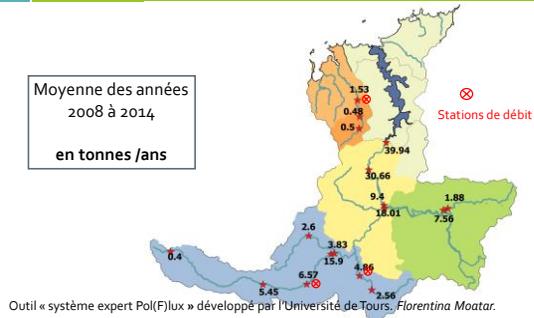
★ Stations débit existantes

★ Proposition stations débits nouvelles

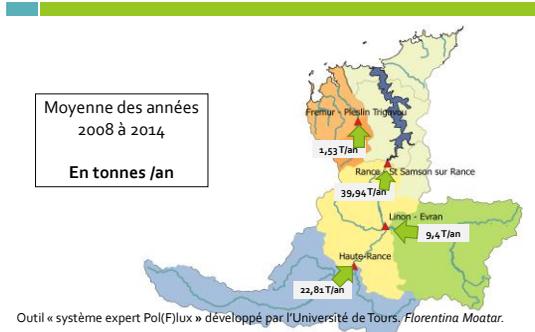
Nécessaire pour le calcul de flux des stations de mesure de référence



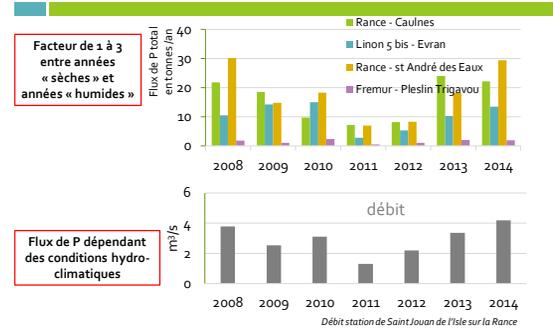
### Flux de phosphore total transitant par les cours d'eau



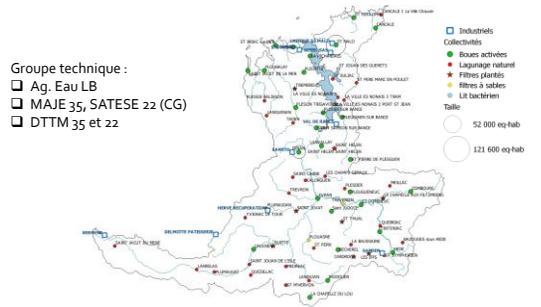
### Flux de phosphore total aux « exutoires »



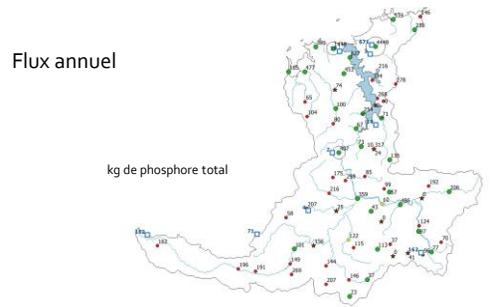
### Variation des flux d'une année sur l'autre



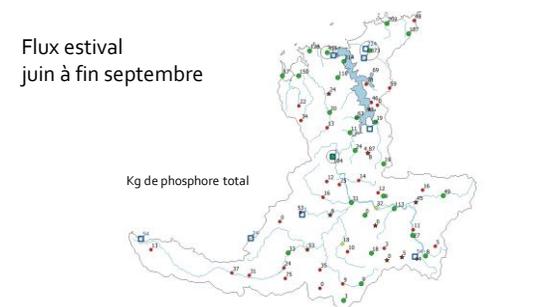
### CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION



### CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION



### CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION



## CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

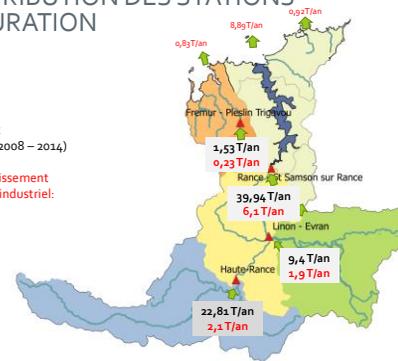
Dans l'année...

	Contribution flux STEP au flux total dans les cours d'eau			Flux STEP estival (juin à fin septembre)/ Flux STEP annuel
	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
Entrée Rophémel	8 %	15 %	6 %	18 %
Exutoire Linon	20 %	49 %	14 %	20 %
Exutoire RAFG	15 %	34 %	7 %	18 %
Entrée Bois-Joli	15 %	48 %	12 %	23 %
	Contribution STEP relativement faible	Excepté en Haute-Rance, contribution STEP importante	Erosion/ruissellement important	En période estivale de nombreuses STEP ont l'obligation de moins rejeter (sinon 33%...)

## CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

Flux totaux (moyenne 2008 - 2014)

Flux assainissement collectif et industriel: 2014



## CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

A l'étiage...15 juillet au 15 août : flux STEP majoritaire

	2012	2013	2014
Contribution des STEP	92 %	97 %	48 %
Volume d'eau écoulé	0.6 Mm3	0.6 Mm3	1.1 Mm3
Etiage sévère = STEP source unique de P			

MAIS...

« Il y a déjà une quantité de phosphore dissous présent dans la retenue en début d'été supérieure à la quantité de P dissous qui rentre pendant toute la période estivale (calculs CNRS étude GEPMO) »

➔ **Même en été (= bloom de cyano) contribution du phosphore des STEP + celui hérité des apports hivernaux (contribution environ équivalente)**

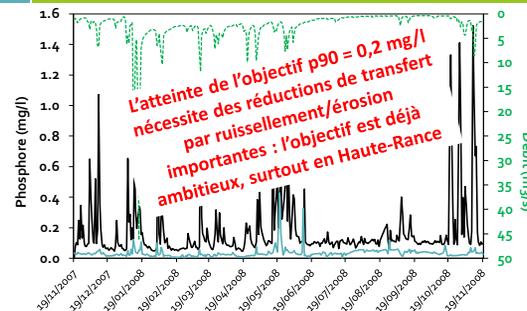
## SCENARIO SI OBJECTIF p90 = 0,2 mg/L

tonnes de phosphore à réduire **originaires du ruissellement/érosion**

	Rénovation STEP	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
Entrée Rophémel	6 lagunes: rejet 2mg/l (de 8,5 à 7%)	7T	3T	14,5T	Grand BV et tonnage important
Exutoire Linon	Combourg et St Domineuc rendt. simil. Caulnes)				nd BV mais tonnage moindre
Exutoire RAFG (Haute-Rance+Linon+RAFG I)	St Pern (lagune: objectif 100 kg/an)	15T	5T	38T	Grand BV et tonnage intermédiaire
Entrée Bois-Joli	lagune de Taden (Trélat): rejet 2mg/l	0.50T	0.07T	0.7T	Tonnage faible mais petit BV

Attention: hypothèses simplistes!

Réduire p90 = réduire pics de crue hivernale et remobilisation sédiments

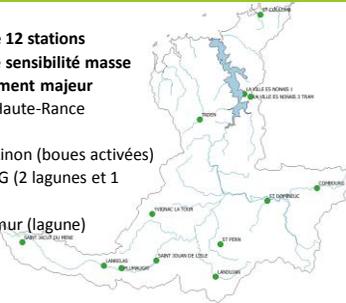


## Leviers d'action

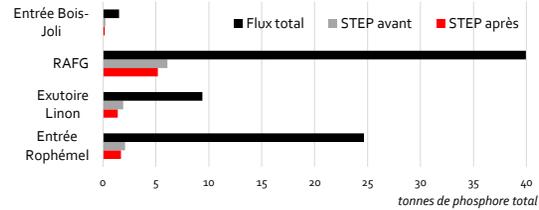
## Réduction des rejets de 12 stations d'épuration

### Réduction des rejets de 12 stations d'épuration : sur critère sensibilité masse d'eau et dysfonctionnement majeur

- 6 dans le BV de Haute-Rance (lagunes)
- 2 dans le BV du Linon (boues activées)
- 3 dans le BV RAFG (2 lagunes et 1 boue activée)
- 1 dans le BV Frémur (lagune)



## Réduction des rejets de 12 stations d'épuration



Le « gain » semble faible mais réduction de phosphore bio-disponible en période critique d'étiage

## Réduire l'érosion/ruissellement



## Réduire l'érosion/ruissellement

S'inspirer de la logique du travail fait en Seine-Maritime et Eure par les Chambres d'Agricultures et l'Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS). Retour d'expérience de 30 ans.

**Appui, conseil, acquisition de références, transfert de connaissances**  
**REALISATION DE FICHES RISQUES/OBJECTIFS/AGIR**  
**REALISATION D'UN FILM PEDAGOGIQUE**

**Maîtres d'œuvres envisageables:** Chambres d'Agricultures, Agrobio35 et GAB22 ; intégration programme d'action dans contrats territoriaux.

### Partenariats possibles:

- Chambres d'Agriculture, Agrobio35, GAB22
- Syndicats de Bassin Versant
- AREAS
- Association Biodiversité, Agriculture, Sol & Environnement (BASE: Agriculture de Conservation des Sols en Bretagne); Association française pour l'étude du sol (AFES)
- INRA Rennes UMR Sol Agro Systèmes
- Association Régionale pour l'Agriculture Paysanne (ARAP)

## Travail du sol: conserver une capacité d'infiltration

Céréales d'hiver	Maïs
<p><b>Décroulage</b></p>	<p>Maïs non biné</p> <p>Maïs biné</p>
<p><b>Houe rotative</b></p> <p>Déchaumer aussitôt après récolte</p>	<p>Préférer outils à dents vibrantes</p>

## Guider, infiltrer, ralentir...

Interculture	Zones enherbées	Bocage
<p><b>Outil à disque</b></p> <p>Privilégier outil à dents</p> <p>Trèfle / luzerne</p>	<p><b>AVANT</b></p> <p><b>APRES</b></p>	<p><b>Breizh bocage</b></p> <p>1950</p> <p>2010</p>

## TOP 7 des actions de lutte contre l'érosion des sols

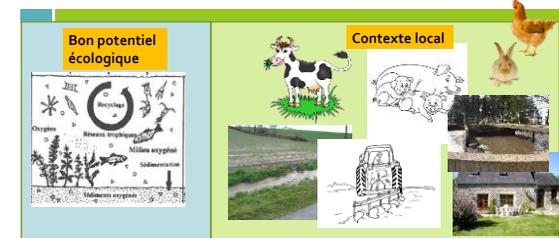
1. **Conduite de l'interculture** : déchaumage très grossier + implantation d'un couvert végétal (le TOP : trèfle blanc/luzerne)
2. **Maïs** : limiter la formation du ruissellement (travail superficiel du sol...)
3. **Céréales d'hiver** : limiter la formation du ruissellement (travail superficiel du sol...)
4. **Haies** : amplifier le linéaire de haies anti-érosives.
5. **Fossés – talus** : collecter, guider et infiltrer les eaux de ruissellement = gérer les écoulements dès l'amont du bassin versant. A étudier au cas par cas dans le cas où des rigoles/ravines se forment sur la parcelle.
6. **Zone enherbée** : protège contre l'arrachement, provoque la sédimentation et favorise l'infiltration. Ne pas localiser uniquement en bas-fond, mais aussi dans les talwegs/griffes d'érosion.
7. **Techniques culturales sans labour** : à promouvoir, mais en prenant des précautions car la réduction du travail du sol en profondeur peut entraîner une diminution de l'infiltration de l'eau. Besoin de définir le type de TCSL adapté localement.

## Gestion interne des retenues

- ❑ Rophémel:
  - Curage retenue : non (jugé non efficace)
  - Curage pré-retenu du Néal: non (jugé non efficace)
  - Aération colonne d'eau: non (des retours d'expériences ont démontré que ce n'est pas efficace)
  - Perturbation hydraulique émergence d'un bloom: expérience pilote envisageable après 2017
- ❑ Bois-Joli:
  - Curage pré-retenu: oui, envisagée en 2016 (prévue pour être curée chaque 10 ans). Suivi efficacité envisagé.
  - Perturbation hydraulique ou diminution du temps de séjour de l'eau en période d'étiage: non

« Excepté le curage qui permet d'ôter le stock accumulé de phosphore particulaire (impact à court terme), les autres solutions curatives n'ont pas fait leur preuve (notamment des effets indirects non bénéfiques). »

## Bon potentiel écologique d'une retenue? Où mettre le curseur?



démarche à l'échelle du bassin Loire-Bretagne au travers d'un **projet opérationnel**

question du phosphore dans sa globalité  
un sous-bassin versant de la Rance = bassin pilote

## NOTE de SYNTHÈSE

### CLE du 30 septembre 2015 : « Etude phosphore »

Le diaporama de présentation est téléchargeable sur le site du SAGE RFBB, dans l'espace collaborateurs, rubrique présentation avec l'identifiant : comagrifbb ; et le mot de passe : comagrifbb

L'étude visait à donner une réponse argumentée à la question suivante : quel objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes ?

**Rappel du contexte** : il existe un problème d'eutrophisation excessive des retenues d'adduction en eau potable de Rophémel et de Bois-Joli (notamment efflorescence de cyanobactéries). Faut-il revoir l'objectif de « bon état » des cours d'eau alimentant ces retenues, fixé aujourd'hui à 0,2 mg/L (objectif SAGE) ?

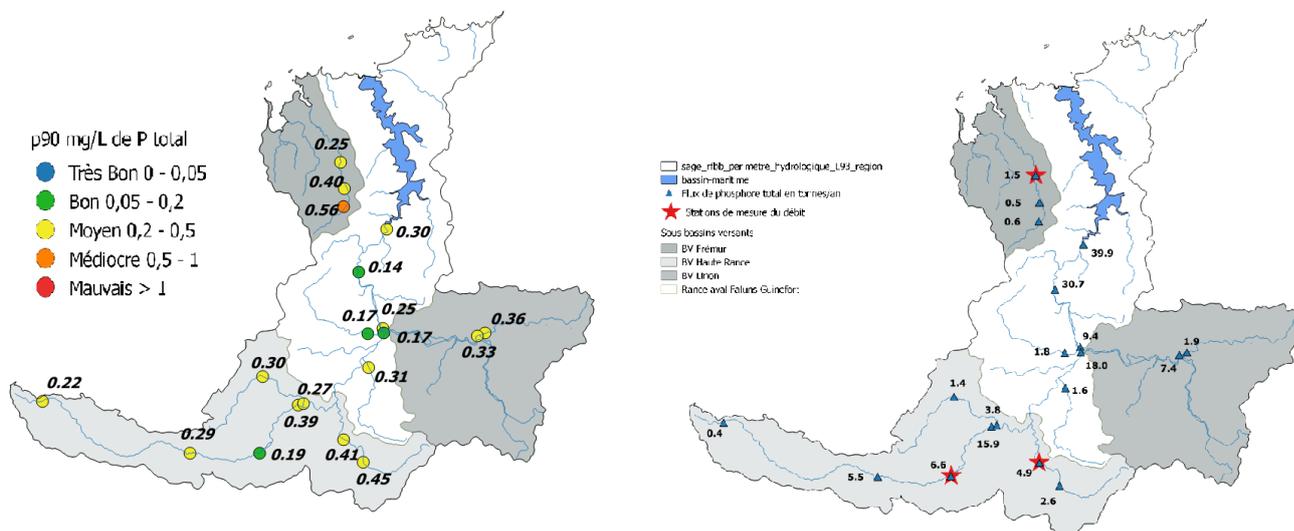
#### I. Faut-il revoir l'objectif de 0,2 mg/L ?

Le problème d'eutrophisation et de cyanobactéries n'est pas limité à Rophémel et Bois-Joli. La problématique phosphore a été étendue à l'ensemble des bassins versants «eau douce» en réalisant un état des lieux global.

Les cours d'eaux et plans d'eau sont des systèmes interdépendants mais des écosystèmes aquatiques aux comportements différents vis-à-vis du paramètre phosphore (le plan d'eau « tamponne » les teneurs).

- **Les cours d'eaux du périmètre du SAGE sont classés majoritairement en « état moyen »** vis-à-vis du paramètre phosphore (donc au-delà de  $p_{90} = 0,2$  mg/L) sur la base des données plus denses récoltées dans cette étude (notamment en période de crue).

Figure 1: Percentile 90 des teneurs en phosphore total dans les cours d'eau (moyenne annuelle de 2008 à 2014) et flux associé



- Le classement de l'état des cours d'eau vis-à-vis du phosphore par le percentile 90 donne « du poids » aux valeurs hautes et est donc fortement influencé par les teneurs élevées (certes non extrêmes) en période de crue. Par conséquent, réduire ce p90 de, par exemple 0,4 mg/L à 0,2 mg/L, demande un gros effort de réduction des transferts en période de crue.
- Le plan d'eau de Rophémel est classé en « **état moyen à médiocre** » vis-à-vis du paramètre phosphore (le phosphore dissous est assimilé par la biomasse algale au ¾ en été ; le phosphore particulaire sédimente de 50 % toute l'année ; autrement dit le plan d'eau « abaisse » les teneurs en phosphore). Son niveau trophique est **EUTROPHE** (bien nourri).
- Le plan d'eau de Bois-Joli est classé en « **état moyen à médiocre** » vis-à-vis du paramètre phosphore. Son niveau trophique est **HYPER-EUTROPHE** (« très bien nourri »).

Il est souligné l'importance de la queue de retenue (en entrée) dans l'émergence des cyanobactéries : il faudrait une **concentration en phosphore très basse (de l'ordre de 0,033 mg/L de phosphore total)** pour éviter leur émergence. **Donc un cours d'eau à 0,1 - 0,2 mg/L ?** En l'état des connaissances, il est difficile de fixer une teneur. Il n'y a pas de valeur unique, la teneur étant dépendante des caractéristiques de chaque plan d'eau (notamment le temps de séjour).

Il est souligné l'importance, pour mesurer les améliorations, de stations de mesure du phosphore fréquemment échantillonnées et de deux stations de débit supplémentaires sur le territoire du SAGE. Il est proposé 8 stations de référence échantillonnées à date fixe et en période de crue (24 échantillons par an), 4 turbidimètres pour une mesure en continu des matières en suspension (qui permet notamment de détecter les pics de concentration qui n'auraient pas été échantillonnés) et 2 stations de débits supplémentaires (sur le Linon et la Rance en aval de Rophémel). L'idée est d'avoir un « thermomètre » précis et homogène sur le territoire du SAGE sur le LONG TERME.

**Les quantités de phosphore transitant dans les cours d'eau (les FLUX) ont été calculé sur le périmètre du SAGE de 2008 à 2014 :** voir Figure 1 (grâce à un outil de calcul développé par l'Université de Tours, Pol(F)lux). En parallèle un travail de **chiffrage des rejets des stations d'épuration** a été réalisé par un groupe technique.

- **Le flux se chiffre en tonnes/an et dépend des conditions hydro-climatiques de l'année : une année humide (comme 2014) exporte en moyenne trois fois plus de phosphore qu'une année sèche (comme 2011).**
- **Globalement dans l'année la contribution des stations d'épuration au flux total est minoritaire excepté en année sèche.** En Haute-Rance la contribution des stations d'épuration est particulièrement faible, même en année sèche.
- **Par conséquent la majorité du phosphore provient du ruissellement et de l'érosion des sols.**

	Contribution flux STEP au flux total dans les cours d'eau			Flux STEP estival (juin à fin septembre)/ Flux STEP annuel
	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
Entrée Rophémel	8 %	15 %	6 %	18 %
Exutoire Linon	20 %	49 %	14 %	20 %
Exutoire RAFG	15 %	34 %	7 %	18 %
Entrée Bois-Joli	15 %	48 %	12 %	23 %

*Contribution STEP relativement faible*

*Excepté en Haute-Rance, contribution STEP importante*

*Erosion/ruissellement important*

*En période estivale de nombreuses STEP ont obligation de moins rejeter*

- **Toutefois, quand le débit est au minimum dans le cours d'eau (15 juillet-15 août) : la contribution des stations d'épuration est importante.** Elle semble même être l'unique source de phosphore en cas d'étiage sévère. A titre d'exemple, le chiffrage présenté dans le tableau ci-dessous concerne la Rance à Caulnes en amont de Rophémel.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Contribution des STEP	63 %	31 %	85 %	95 %	92 %	97 %	48 %
Volume d'eau écoulé	1.1 Mm3	1.2 Mm3	0.5 Mm3	0.4 Mm3	0.6 Mm3	0.6 Mm3	1.1 Mm3
	<i>Contribution relativement importante des STEP</i>		<i>étiage sévère = STEP source unique de P</i>				<i>Contribution relativement importante des STEP</i>

L'étude met l'accent sur deux périodes cibles pour diminuer le transfert de phosphore :

✓ **De juin à septembre** : période optimale de croissance du phyto-plancton et des cyanobactéries → **réduire le rejet des stations d'épuration** (phosphore dissous et particulaire). Rappelons que le ruissellement et l'érosion sont peu actifs à cette période.

✓ **En période de crue hivernale** (maximum de transfert) → **réduire le ruissellement/érosion des sols agricoles** car ils contribuent à la création de stocks de phosphore dans les sédiments des plans d'eau, stocks qui alimentent la biomasse (y compris les cyanobactéries) en période estivale.

#### Réduction des rejets des stations d'épuration : 12 stations sont prioritaires

- 6 dans le bassin versant de Haute-Rance (lagunes) : rejet maximal de 2 mg/l/jour toute l'année
- 2 dans le bassin versant du Linon (Combours et St Domineuc : boues activées) : atteinte d'un rendement épuratoire similaire à la STEP de Caulnes.
- 3 dans le bassin versant RAFG (2 lagunes et 1 boue activée) : atteinte d'un rejet maximal de 100 kg/an pour la lagune de St Pern (les deux autres concernent la Rance Maritime et le littoral ; pas d'objectif de rejet chiffré).
- 1 dans le bassin versant du Frémur (lagune de Taden/Trélat) : rejet maximal de 2 mg/l/jour toute l'année.

Afin de mesurer l'effort d'amélioration à accomplir, le scénario où l'objectif est d'atteindre un p90 = 0,2 mg/l aux 4 points « exutoires » des bassins versants est présenté dans le tableau suivant. Dans le scénario sont déjà intégrées les diminutions de rejets prévues sur les 12 stations d'épuration. Ces chiffres sont à prendre avec prudence, car le lien entre teneurs en phosphore (et encore plus percentile 90) et flux est difficile (méthodologie employée: (1) les teneurs les plus élevées sont abaissées à un niveau permettant d'atteindre un p90 de 0,2 mg/L sur la série de données puis (2) le flux est recalculé sur la nouvelle série de données). L'idée est ici d'essayer d'approcher des ordres de grandeur de tonnages à réduire.

Tableau 1: réduction de flux provenant de l'érosion/ruissellement nécessaire pour atteindre un p90 de 0.2 mg/L

	Rénovation STEP	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
Entrée Rophémel	6 lagunes: rejet 2mg/l (de 8.5 à 7%)	7 T	3 T	14.5 T	Grand BV et tonnage important
Exutoire Linon	Combours et St Domineuc (BA rendt. similaire Caulnes)	2.8 T	1 T	5.7 T	Grand BV mais tonnage moindre
Exutoire RAFG (Haute-Rance+Linon + RAFG !)	St Pern (lagune : objectif 100 kg/an)	15 T	5 T	38 T	Grand BV et tonnage intermédiaire
Entrée Bois-Joli	lagune de Taden (Trélat) : rejet 2mg/l	0.50 T	0.07 T	0.7 T	Tonnage faible mais petit BV

**L'atteinte de l'objectif p90 = 0,2 mg/l nécessite des réductions de transfert par ruissellement/érosion importantes : l'objectif est déjà ambitieux, surtout en Haute-Rance.**

#### CONCLUSION :

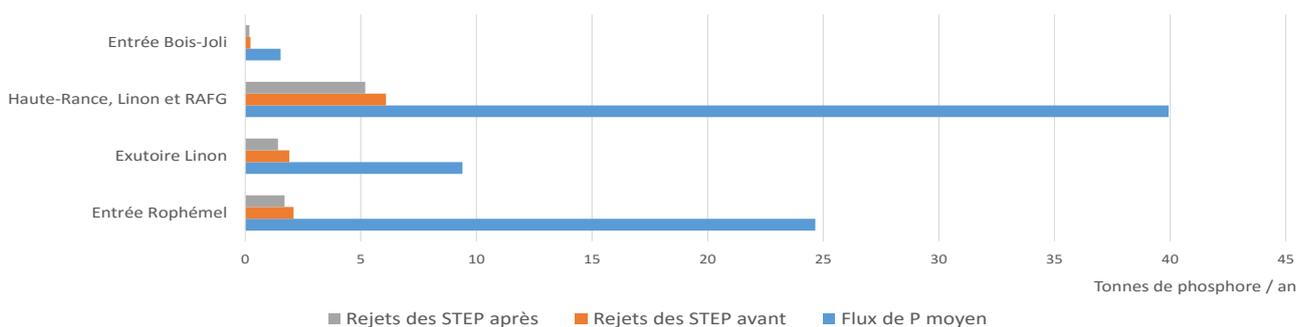
1. Le p90 est par définition sensible aux hautes valeurs (pas les extrêmes, certes) : **le réduire signifie réduire drastiquement l'érosion/ruissellement (pics de concentration en période de crue). PROPOSITION : conserver l'objectif de 0,2 mg/l.**
2. En période d'étiage, une marge d'amélioration est possible par la **réduction ciblée des rejets des stations d'épuration.**
3. **3 leviers d'actions prioritaires : (1) Réduire les rejets de phosphore des stations d'épuration en période estivale aux endroits critiques** (et extension à toute l'année): **PROPOSITION de 12 stations d'épuration à rénover** avec un objectif de réduction de rejet chiffré ; (2) **Lutter contre l'érosion/ruissellement des sols agricoles notamment pour réduire les stocks dans les plans d'eau** (contribue aussi à améliorer le classement d'état des cours d'eau) ; (3) **Gestion des retenues** : curage / gestion des niveaux d'eau pour réduire l'eutrophisation.

## II. Quels leviers d'action pour limiter le transfert de phosphore

### 1. Réduction des rejets de 12 stations d'épuration.

Les critères de choix sont (1) la sensibilité de la masse d'eau où est fait le rejet et (2) les cas de dysfonctionnement majeurs (STEP sous-dimensionné, rendement épuratoire P insuffisant)

Le graphe ci-dessous illustre la comparaison entre les tonnes de phosphore transitant dans les 4 bassins versants et les rejets en phosphore avant rénovation des stations et après leur rénovation. Le « gain » simulé semble faible relativement à l'importance du flux total annuel. **Par contre en période d'étiage, les rejets des stations d'épuration peuvent être majoritaires et la forme du phosphore plus bio-disponible : un effort de réduction, là où cela est encore techniquement possible (avec bien entendu un coût/bénéfice acceptable), est donc à privilégier.**



### 2. Lutte contre l'érosion/ruissellement des sols agricoles

La proposition est de s'inspirer de la logique du travail fait en Seine-Maritime et dans l'Eure. Les Chambre d'Agriculture et l'Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) réalisent un travail d'appui, de conseil, acquiert des références et ont un rôle de transfert de connaissances sur ces problématiques. Ils travaillent en partenariat avec les structures de bassins versants.

**Maîtres mots : conserver une bonne capacité d'infiltration des sols, guider, infiltrer, ralentir.**

Cette problématique de lutte contre l'érosion des sols est transversale et intègre des problématiques telles que la lutte contre les inondations, la reconquête des têtes de bassins versants (dense chevelu = grand intérêt hydrologique, écologique, épuration...), l'écologie des cours d'eau (lutte contre le colmatage...).

Une liste du TOP 7 des actions efficaces contre l'érosion des sols est proposée à titre d'exemple. C'est un premier exercice de priorisation qui doit être retravaillé/affiné/détaillé par les organismes de recherche et d'appui technique agricole.

**1- Conduite de l'interculture :** déchaumage très grossier suivi de l'implantation d'un couvert végétal (critère de choix à adapter en fonction de la date d'implantation, facilité d'implantation et de destruction ; le TOP : trèfle blanc/luzerne)

**2- Maïs : limiter la formation du ruissellement :** affiner le moins possible le sol en surface (1) couvrir les sols avant maïs (2) réaliser un labour motteux et homogène (3) préserver les mottes sur l'interrang (outils à dents vibrantes) (4) biner en cours de végétation

**3- Céréales d'hiver :** (1) déchaumer les précédents récoltés aussitôt (redonner de la capacité d'infiltration) (2) réaliser un lit de semence très rugueux (3) réaliser un décroûtage par houe rotative en cours de pousse si nécessaire (4) déchaumer aussitôt après la récolte (redonner de la capacité d'infiltration).

**4- Haies :** amplifier le linéaire de haies anti-érosives.

5- **Fossés – talus** : collecter, guider et infiltrer les eaux de ruissellement = gérer les écoulements dès l'amont du bassin versant. A étudier au cas par cas dans le cas où des rigoles/ravines se forment sur la parcelle. Fossés et talus à enherber.

6- **Zone enherbée** : protège contre l'arrachement, provoque la sédimentation et favorise l'infiltration. Ne pas les localiser uniquement en bas-fond, mais aussi dans les talwegs/griffes d'érosion.

7- **Techniques culturales sans labour (TCSL)** : à promouvoir, mais en prenant des précautions car la réduction du travail du sol en profondeur peut entraîner une diminution de l'infiltration de l'eau. Il y a un besoin de définir le type de TCSL adapté localement : à priori pas le semis direct mais plutôt le travail superficiel qui laisse des résidus en surface (mulch). C'est un pari sur le long terme, le développement de l'activité biologique pourrait remplacer tout ou partie des interventions mécaniques.

A ce stade de la réflexion, l'étude liste un certain nombre de partenaires qui pourraient être mobilisés sur ce travail.

### 3. Gestion des retenues de Rophémel et Bois-Joli (curage pré-retenue, perturbation hydraulique...)

Les Présidents des exploitants de Rophémel (Eau du Bassin Rennais) et de Bois-Joli (Eau du Pays de St Malo) ont été sollicités par courrier par le Syndicat mixte du SAGE RFBB pour connaître les modalités de gestion envisagées pour limiter l'eutrophisation et les blooms de cyanobactéries. En résumé, en ce qui concerne Rophémel, l'option du curage de la retenue n'est pas retenue, ni l'aération de la colonne d'eau (jugés inefficaces). Une expérience pilote de « perturbation hydraulique de l'émergence du bloom » est jugée envisageable après 2017. En effet, une période de travaux prévue pour durer deux ans va débuter prochainement et ne permet pas de mener à bien une telle expérience (fonctionnement hydraulique atypique). Pour information, la production d'eau potable est arrêté depuis le 10 septembre et ceux pour au moins 3 semaines, en raison d'une teneur trop élevée en cyanobactéries. En ce qui concerne Bois-Joli, il existe une pré-retenue qui vise à retenir une partie des sédiments. Cet ouvrage est prévu pour être curé chaque 10 ans et devrait l'être l'année prochaine (si les conditions hydrologiques le permettent). Un suivi visant à évaluer l'efficacité de cette pré-retenue (quantité/qualité des sédiments ; impact du curage sur la teneur en phosphore de la retenue...) est envisagé. Une méthodologie devra être élaborée, Eau du Pays de St Malo associera la structure SAGE et les chercheurs le cas échéant. L'option de diminuer le temps de séjour de l'eau dans la retenue en période d'étiage (propice aux blooms de cyanobactéries) n'est pas retenue car elle ne permet pas d'assurer l'approvisionnement en eau.

## III. Conclusions générales

- Disposition n°40 du SAGE visant à fixer un objectif de teneur en phosphore en amont des retenues eutrophes : maintenir le 0,2 mg/l qui est un objectif à atteindre déjà ambitieux. Le renforcement de cet objectif ne pourra intervenir que dans un second temps.
- Stations d'épuration : il faudra veiller à ce que la question du phosphore soit bien prise en compte, notamment pour les 12 STEP ciblées dans l'étude.
- Gestion des retenues : la responsabilité doit être partagée entre gestionnaires des STEP, gestionnaires des retenues et monde agricole.
- Levier agricole : affirmer l'importance de la préservation du sol, réussir à mobiliser la profession agricole, mettre de l'énergie dans l'animation
- Aménagement de l'espace rural : les collectivités, via l'urbanisme, doivent être offensives vis-à-vis du bocage. Il faut aussi améliorer la gestion des fossés.

**Comité Professionnel Agricole**  
Bassin versant Frémur-Baie de Beausais

**Plan d'actions spécial Phosphore**

02 octobre 2015, 10h00  
Mairie de Saint-Lunaire

## Ordre du jour

- Rappels des objectifs et des contraintes réglementaires
- Etat des connaissances suite à l'étude du SAGE Rance-Frémur-Baie de Beausais (Jo DE RIDDER – 20 min)
- Présentation des 3 leviers d'actions :
  1. Amélioration des rejets des stations d'épuration (Jo DE RIDDER – 10 min)
  2. Pratiques agricoles de préservation du « capital sol » (Manuel LACOCQUERIE – 10 min)
  3. Gestion de la retenue d'eau (Bérangère HENNACHE – 10 min)
- Discussion sur un plan pluriannuel « phosphore-préservation du capital sol »



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

## Réglementation

Réglementation fertilisation équilibrée:

- note préfectorale du 30 novembre 2010
- ICPE régime autorisation

	inférieur 25 000 UN	supérieur 25 000 UN et créations ex nihilo
En zone 3 B1	80 U de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (90 U si volailles) + diagnostic risque érosif + maillage bocager	Equilibre (+10%) + diagnostic risque érosif + maillage bocager
Hors zone 3 B1	85 U de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (95 U si volailles) + diagnostic risque érosif + maillage bocager	/

## Dans le SAGE... très SAGE!

Disposition n° 40: fixer un objectif de teneur en phosphore dans les cours d'eau en amont des retenues eutrophes

↳ Etude « phosphore » : maintien de l'objectif 0,2 mg/L

« La CLE vise une réduction des flux de phosphore [...] pour le BV en amont de Rophémel et le BV en amont de Bois-Joli »

Orientation de gestion n°19: afin de mieux cibler les actions à mettre en place pour diminuer le risque érosif, la connaissance de la sensibilité des sols à l'érosion par sous-bassins versants doit être améliorée.

Orientation de gestion n°20: dans le cadre des contrats territoriaux, les exploitations agricoles [...] réalisent un schéma d'aménagement de l'espace qui vise à lutter contre l'érosion [...].

Orientation de gestion n°21: la mise en œuvre des mesures permettant de réduire la pression phosphorée [...] est encouragée et facilitée.

Disposition n° 41: lutter contre les rejets domestiques de phosphore en amont de Rophémel et Bois-Joli.

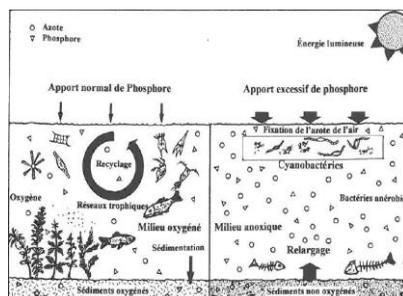


## Etude Phosphore

Janvier – septembre 2015

**Etat des lieux sur le bassin versant du Frémur**

## HYPER-EUTROPHISATION



Ecosystème en déséquilibre

Cyanobactéries

Forte biomasse

Pas d'oxygène



**Cyanobactéries, qu'est ce que c'est ?**

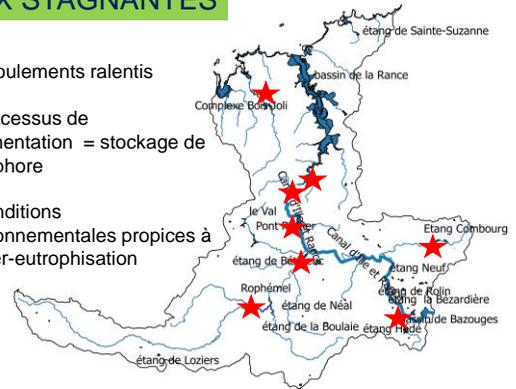
C'est un embranchement des bactéries appelées aussi « **algues bleu-vert** ». Il comporte l'unique classe des **Cyanophycées** regroupant 7 500 espèces et 150 genres.

Elles réalisent la photosynthèse comme les plantes. Elles peuvent fixer l'azote, consommer le carbone organique et consomment certaines formes du phosphore.

Apparues il y a environ 3,8 milliards d'années, elles ont contribué à l'expansion des formes actuelles de vie sur terre par leur production d'oxygène.

## EAUX STAGNANTES

- écoulements ralentis
- processus de sédimentation = stockage de phosphore
- conditions environnementales propices à l'hyper-eutrophisation



## Quel constat?

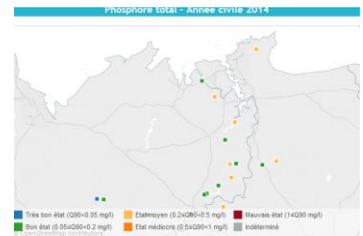
## Amélioration sur le long terme

A l'échelle du SAGE...

Chute des teneurs de 1990 à 1995



Stations d'épuration



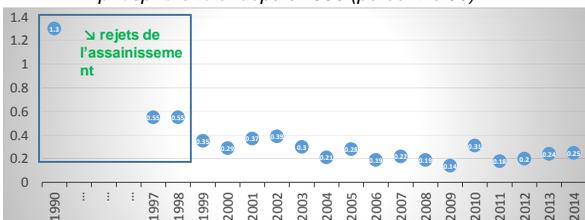
Tendance générale à l'échelle de la Bretagne (Source: Projet Trans-P)



## Amélioration sur le long terme

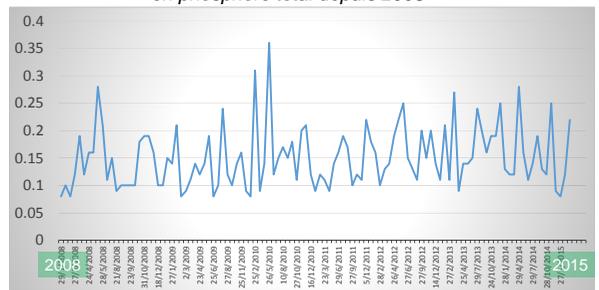
A l'échelle du BV du Frémur....

Cours d'eau à Pleslin-Trigavou: évolution des teneurs en phosphore total depuis 1990 (percentile 90)



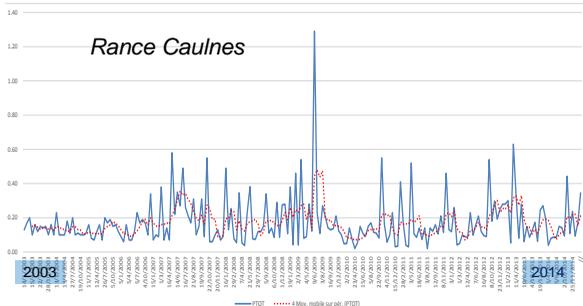
## Depuis pas de tendance ...

Station de Pleslin-Trigavou: évolution des teneurs en phosphore total depuis 2008



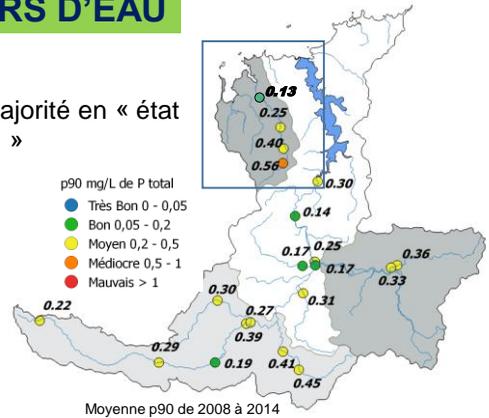
## Depuis pas de tendance ...

C'est le cas aussi ailleurs...

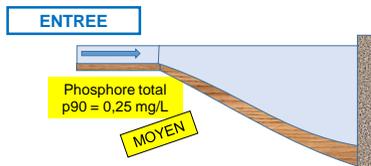


## COURS D'EAU

Une majorité en « état moyen »



## CE QUI RENTRE DANS LA RETENUE de BOIS-JOLI



ANNEE

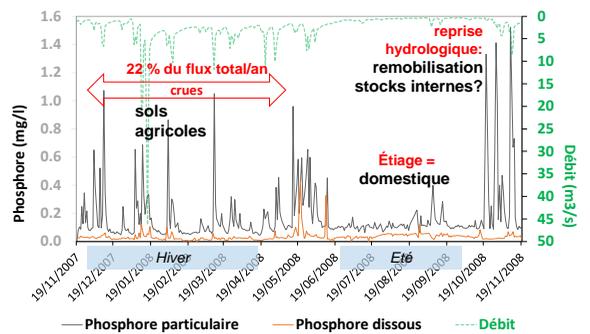
Percentile 90 en amont de Bois-Joli

ANNEE	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Percentile 90	0,22	0,21	0,33	0,21	0,23	0,26	0,27

BON p90 < 0,2 mg/L

## EN FONCTION DES SAISONS ...

Source: entrée Rophémel – étude GEPMO

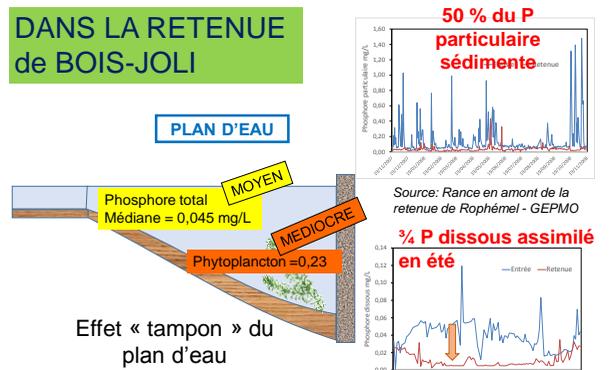


## Erosion/ruissellement



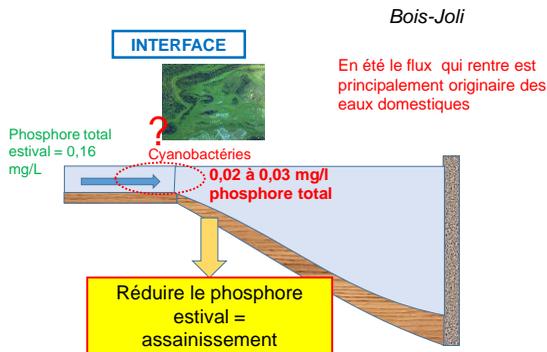
Ploubalay

## DANS LA RETENUE de BOIS-JOLI



Source: classement avec les nouveaux indicateurs (arrêté du 27 juillet 2015) – Agence de l'Eau LB

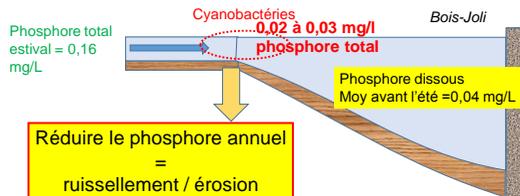
## A L'INTERFACE



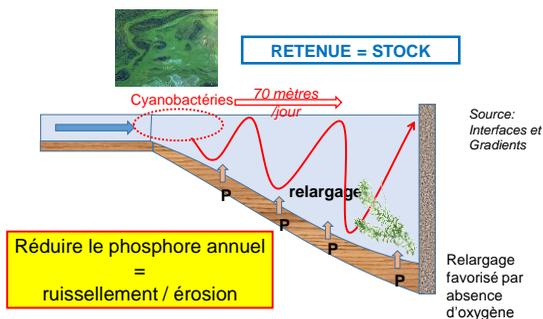
## MAIS... il y a déjà un « stock » avant l'été

« Il y a déjà une quantité de phosphore (dissous) présent dans la retenue en début d'été »

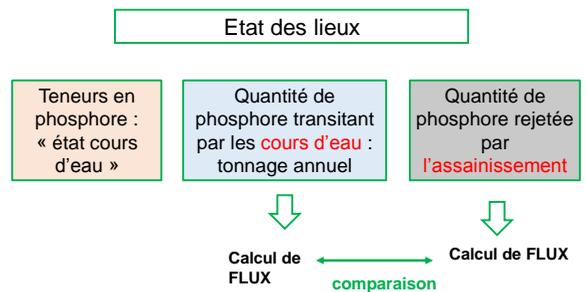
➔ Même en été (= bloom de cyano) contribution du phosphore de l'assainissement + celui hérité des apports hivernaux



## SEDIMENTS = stocks de phosphore



## QUELLES CONTRIBUTIONS DE L'ASSAINISSEMENT ?



## FLUX: un bon thermomètre

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie	12 prélèvements en temps de pluie dans l'année (> 10 mm en 24h)												12

Si aucune pluie ne survient au cours d'un mois donné, le prélèvement peut être reporté à un mois réputé plus pluvieux

### Avantages:

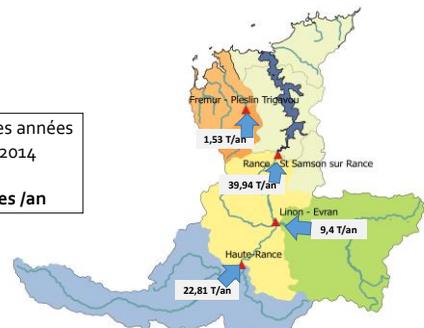
- ✓ Seulement 8 points de mesure avec échantillonnage en crue
- ✓ Flexibilité dans l'organisation des prélèvements en période de crue
- ✓ Protocole de suivi identique et sur le long terme = améliore l'interprétation



## Flux de phosphore total aux « exutoires »

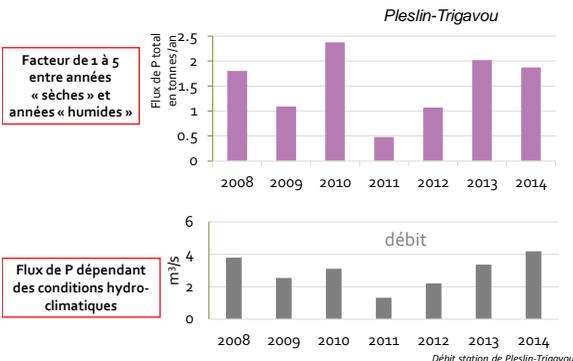
Moyenne des années 2008 à 2014

En tonnes /an



Outil « système expert Pol(F)ux » développé par l'Université de Tours. Florentina Moatar.

## Le rôle de l'hydro-climat



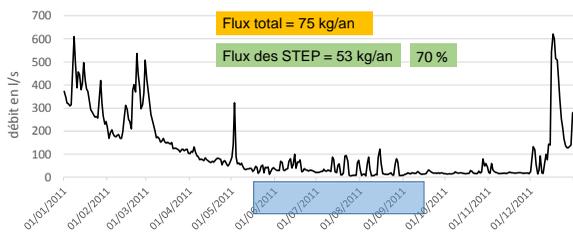
## CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION

Dans l'année...

Pleslin-Trigavou (78)  
+ Tremereuc (74)  
+ Trélat (80)  
= **232 kg**

Entrée Bois-Joli	Contribution flux STEP au flux total dans les cours d'eau			Flux STEP estival (juin à fin septembre)/ Flux STEP annuel
	Année moyenne	Année sèche	Année humide	
	15 %	48 %	12 %	23 % (53 kg)
	Contribution relativement faible	Contribution plus importante	Erosion/ruissellement important	En période estivale de nombreuses STEP ont l'obligation de moins rejeter (sinon 33%...)

## CONTRIBUTION DES STATIONS D'EPURATION à l'ETIAGE



Flux entrant en période d'étiage est majoritairement d'origine domestique

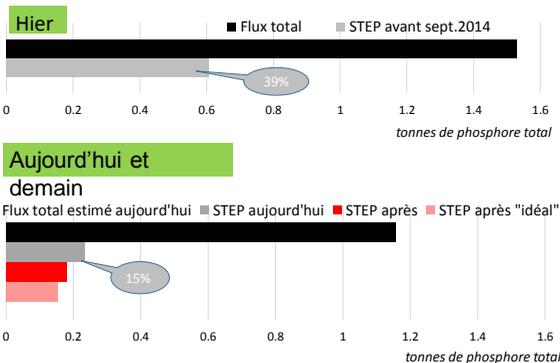
MAIS ne pas oublier que ce n'est pas seulement les flux entrant au fur et à mesure de l'été qui contribuent à alimenter la retenue mais aussi ce qui est déjà présent! « A Rophémel la contribution du « stock » de phosphore dissous (le plus bio-disponible) qui « nourri » la biomasse en été est estimée à environ 60 % (étude scientifique GEPMO 2008) »

## Leviers d'action

## Rejets de l'assainissement collectif

	Taden	Tremereuc	Pleslin-Trigavou
Filière	Lagunage	Filter planté de roseaux + lagunage + saulaie	Boue activée + traitement phosphore toute l'année
Année de mise en service	1988	2011	2014
Habitants raccordés	332	480	2250
Rejets actuels	80 kg/an (6 mg/L)	74 kg/an (4,5 mg/L)	78 kg/an (0,3 mg/L)
Objectif de rejet	objectif de rejets à 0,2 mg/L toute l'année soit 28 kg/an	si réglementation strictement appliquée: 46 kg/an	/
Remarques	BV Frémur classé en 3B1: des restrictions de rejets à prévoir...	pas de rejets d'avril à octobre (pour l'instant terrain saturé par temps de pluie d'où rejets)	avant sept. 2014 le rejet était de 451 kg/an

## Rejets de l'assainissement collectif



## Contribution des assainissements individuels – Pas de références précises!

Une première approche qui demande à être affinée

Sur la base des données SPANC

Nombre d'habitants non raccordés à l'assainissement collectif en amont de Bois-Joli: 1400  
 Nombre d'ANC: 690  
 Rejet de phosphore / habitant = 1,7 g/j  
 Abattement moyen en phosphore = de 20 à 30 %  
 Rejet total ANC = 660 à 750 kg/an

**Rejets en connexion potentielle cours d'eau = 190 à 220 kg/an**

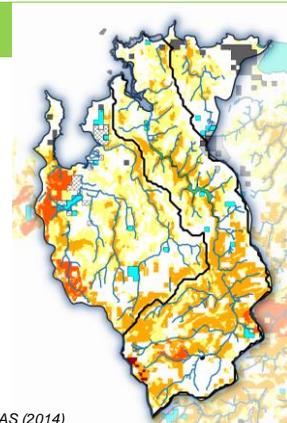
Assainissement collectif = 232 kg/na

**Collectif environ équivalent à individuel?**

## Aléa érosif

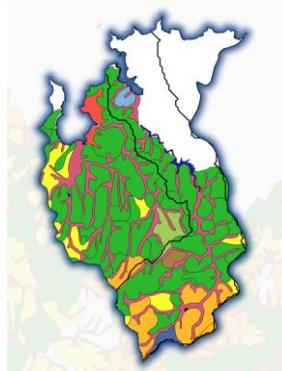
Aléa\_érosif

- très faible
- faible
- moyen
- fort
- très fort
- zones urbaines
- sans info
- surfaces en eau
- espaces ouverts



Source: Agrocampus Rennes – UMR SAS (2014)

## Pédologie

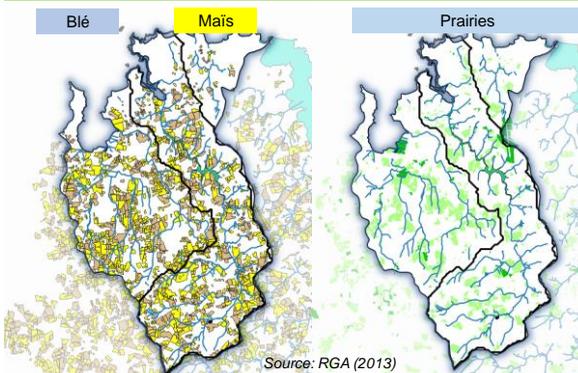


- Substrat grenue acide – moyennement sensible au tassement
- Substrat schiste micacé – sensible au tassement
- Substrat limoneux - très sensible au tassement

Une cartes des sols non exhaustive

Source: carte pédologique CG22 (1987)

## Occupation des sols



Source: RGA (2013)

## 2. Pratiques agricoles de « préservation du capital sol »

### EXEMPLES DE SOLUTIONS

1. – Travail dans les parcelles
  - o Occupation et couverture du sol
  - o Pratiques culturales
  - o Pratiques d'épandage
  - o Aménagement pour réduire les effets de ruissellement
2. – En périphérie des parcelles
  - o Talus, haies, fossés, bandes enherbées...
  - o Gestion des zones humides et zones d'infiltration et/ou d'épanchement de crues (et d'alluvionnement)
  - o Gestion et entretien des chemins (notamment si passage fréquent d'animaux), fossés, talus
3. – MAEC

CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

35

## Lutte contre le transfert de phosphore dans l'eau

### EXEMPLES DE SOLUTIONS

1. – Travail dans les parcelles
  - o Occupation et couverture du sol
    - Choix de cultures (lien avec échanges de cultures, échanges parcelaires)
    - Remise en herbe de certaines zones très sensibles
    - Panachage (2 cultures dans une parcelle)
    - Amélioration de l'efficacité des couverts (semis de couverts dans les céréales, couverture « permanente » des sols...)

CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

36

avec VOUS pour des territoires vivants



avec VOUS pour des territoires vivants



## Lutte contre le transfert de phosphore dans l'eau

### EXEMPLES DE SOLUTIONS

#### 2. – Travail dans les parcelles

##### o Pratiques culturales

- Amélioration du sol (porosité, rugosité, stabilité...) et gestion de la matière organique
- Travail simplifié du sol : strip till; TCS sans glyphosate...
- Implantation des cultures : semis dispersé, semis de couverts sous céréales ...

CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

37

## Lutte contre le transfert de phosphore dans l'eau

### EXEMPLES DE SOLUTIONS

#### 3. – Travail dans les parcelles

##### o Pratiques d'épandage

- Condamnation de la descente du pendillard au niveau des roues
- Rechercher une bonne répartition du phosphore organique sur l'ensemble des parcelles d'une exploitation (en tenant compte des restitutions au champ)

CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

38

## Lutte contre le transfert de phosphore dans l'eau

### EXEMPLES DE SOLUTIONS

#### 4. – Travail dans les parcelles

##### o Aménagement des parcelles pour réduire les effets de ruissellement

- Bandes enherbées, billons, fossés aveugles, chemins d'eau, passages de tracteurs, gestion du tour de parcelle...

CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

39

## Lutte contre le transfert de phosphore dans l'eau

### EXEMPLES DE SOLUTIONS

#### 5. – En périphérie des parcelles

- o Talus, haies, fossés, bandes enherbées...
- o Gestion des zones humides et zones d'infiltration et/ou d'épandage de crues (et d'alluvionnement)
- o Gestion et entretien des chemins (notamment si passage fréquent d'animaux), fossés, talus

CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

40

### 3. Gestion de la retenue

- Objectifs de limiter le relargage du phosphore contenu dans les sédiments de la retenue
- Une pré-retenu a été construite en 2006, sous le pont des Rues dans l'objectif de retenir les sédiments



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015



### Plan d'actions pluriannuel « phosphore – préservation du capital sol »

- Film pédagogique de sensibilisation sur les phénomènes rencontrés sur le bassin versant du Frémur (érosion, ruissellement, dégradation des sols)
- Diagnostic de l'aléa érosif des parcelles du bassin versant amont de Bois-Joli
  - Etude des méthodes, universités de Tours, Agrocampus Rennes
- Étude du stockage du phosphore dans la retenue de Bois-Joli et ce qui est consommé
- Étude des phénomènes de développement d'algues en queue de retenue
- Suivi de la qualité de l'eau : augmentation des fréquences de prélèvements pour avoir des tendances fiables

DIAGNOSTIC



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

## Plan d'actions pluriannuel « phosphore – préservation du capital sol »

CONCERTATION

- Voir les autres initiatives :
  - AREAS (76) ;
  - bassin versant Vilaine amont (35) ;
  - calculs de perte de rendement (Sud Ouest)
- Mise en place d'un groupe de travail regroupant :
  - Les représentants des agriculteurs du bassin versant
  - Des prescripteurs
  - Des élus du SMPEPCE, des élus des communes
  - Le SAGE
  - Les administrations



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

## Plan d'actions pluriannuel « phosphore – préservation du capital sol »

1. ACTIONS ASSAINISSEMENT

- Amélioration des stations d'épuration
  - Trémereuc : rejets d'été
  - Trélat-Taden : mise en place d'un traitement primaire
- Amélioration des ANC
  - Programme de réhabilitation sur Pleurtuit, Ploubalay et Trémereuc
  - Demander de l'étendre aux autres communes du bassin versant amont du Frémur (Pleslin-Trigavou, Taden, Languenan, Corseul, Quévert) ?
- Bilan annuels de suivi :
  - Travaux
  - Rejets des stations d'épuration
  - Réhabilitation des ANC



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

## Plan d'actions pluriannuel « phosphore – préservation du capital sol »

2. ACTIONS AGRICOLES

- Démonstrations collectives :
  - Amélioration de la couverture des sols,
  - Pratiques culturales qui permettent de conserver la structure des sols
- Diagnostic et accompagnement individuel :
  - Utilisation du logiciel SIMEOS : outil de simulation de l'état organique du sol
  - Engagement dans des MAEC
- Aménagements intra et inter parcellaire (Breizh Bocage)
- Ecriture d'un guide phosphore en proposant des solutions qui s'appliquent à chaque système d'exploitation.

Comment associer les Coop et négoce?



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

## Plan d'actions pluriannuel « phosphore – préservation du capital sol »

3. ACTIONS RETENUE D'EAU

- Étude des solutions de curage de la pré-retenu de Bois-Joli (Pont des Rues, construite en 2006),
  - Évaluation de la quantité et de la qualité des sédiments
  - Évaluation des périodes de curage le cas échéant
- Recherche bibliographique et autres expériences efficaces (aération...)
- Étude du traitement optimal au sulfate de cuivre pour limiter la prolifération dès le début de la saison



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

## Date prochain CPA

- Fin novembre / début décembre
  - Faire le bilan des actions 2015
  - Valider les actions agricoles pour 2016
  - Faire le bilan de Nature en fête 2015



CPA – Frémur Baie de Beausais – 2 octobre 2015

<p><b>Compte-rendu</b>  <b>Réunion du Comité Professionnel Agricole</b>  du 02 octobre 2015</p>
---

**Etaient présents :**

Jo DE RIDDER	Syndicat Mixte du SAGE Rance Frémur Baie de Beaussais
Réjane DEBROISE	Communauté de communes Côte d'Emeraude
Manuel LACOCQUERIE	Chambre d'agriculture des Côtes d'Armor
Océane ABRY	Association CoeurEmeraude
Sylvain FOUILLET	Association CoeurEmeraude
Elodie PRUAL	Agricultrice à Ploubalay
Michel ARMANGE	Agriculteur à Ploubalay
Jean MICHEL	Agriculteur à Ploubalay
Jean-Luc DUPAS	Agriculteur élu chambre d'agriculture des Côtes d'Armor
Christian SAVARY	Agriculteur à Saint-Briac sur mer
Antoine REUX	Agriculteur à Pleurtuit
Eric AMELOT	Agriculteur à Créhen
Michel MARTIN	Agriculteur à Languenan
Auguste MARTIN	Agriculteur à Languenan
Jean-Luc BOURGEAUX	Président de Eau du Pays de Saint-Malo (SMPEPCE)
Michel PENHOUE	Vice-président de Eau du Pays de Saint-Malo (SMPEPCE)
Alain LAUNAY	Vice-président de Eau du Pays de Saint-Malo (SMPEPCE)
Bérandère HENNACHE	Eau du pays de Saint-Malo

M. Jean-Luc Bourgeaux remercie M. le Maire de Saint-Lunaire pour son accueil, il remercie également les personnes présentes.

Il donne la parole à Mme Bérandère HENNACHE qui présente l'ordre du jour.

Le diaporama présenté en séances est annexé au présent compte-rendu.

Le SAGE Rance Frémur Baie de Beaussais a réalisé une étude d'état des lieux de la problématique phosphore menée par Jo DE RIDDER, chargée de cette mission pour 9 mois. Il est proposé aux membres du CPA de prendre connaissances de cet état des lieux :

- concentrations et flux de phosphore total mesurés dans le Frémur
- état des connaissances des phénomènes de développement d'algues dans la retenue de Bois-Joli
- état des connaissances des contributions : phénomènes d'érosion et ruissellement des sols, apports provenant de l'assainissement collectif et individuel.

Mme Jo de RIDDER commente la présentation.

M. Michel ARMANGE : l'équilibre de la fertilisation phosphorée est impossible à atteindre, car cela limite les apports azotés et les exploitants seront obligés de mettre de l'engrais minéral.

M. Jean MICHEL : très peu d'exploitations sont concernées par le régime ICPE autorisation sur le bassin versant.

M. Michel ARMANGE : les photos présentées pour illustrer l'érosion des terres agricoles ne sont pas conformes à la réalité.

M. Jean MICHEL : ces photos ont été prises après l'orage exceptionnel de mai 2010 durant lequel 130 mm d'eau sont tombés. Elles ne reflètent pas la réalité.

M. Antoine REUX : ces photos ont été prises chez moi et cette parcelle ne s'érode pas de cette façon en temps normal. Il faut souligner que l'on voit bien l'effet du talus et de la haie pour retenir les sédiments.

M. Michel PENHOUE : chaque fois que l'on avance on a des surprises. L'idée ici est d'avancer dans la connaissance des phénomènes, sans opposer les personnes. On travaille dans un esprit de collaboration.

M. Jean-Luc DUPAS : on est tous coupables et les efforts doivent être partagés entre les collectivités, les agriculteurs et les gestionnaires des retenues. Il faut regarder ce qui peut être fait et prévoir des aménagements et des améliorations de pratiques dans la limite du raisonnable. Dans une réunion avec la DDTM des Côtes d'Armor, il a bien été montré que partout où il y a des actions de bassin versant, cela porte ses fruits et qu'il y a du résultat. Mais il est important de se laisser le temps de faire les choses.

M. Michel ARMANGE : les efforts de faits sont payants mais les agriculteurs doivent être respectés.

M. Jean-Luc BOURGEOUX : si on ne fait rien, on prend le risque que ces phénomènes se répètent de plus en plus souvent. Avec le changement climatique, les gros orages risquent d'être plus fréquents et leurs conséquences sur l'érosion des terres importantes.

M. Michel ARMANGE : l'érosion des terres est une perte pour l'agriculteur (perte de semences). Il ne faut pas oublier la partie économique. Pour ce qui est des aménagements, on connaît nos parcelles, il faut nous laisser travailler.

M. Daniel GOUPIL : on est conscient des constats, on doit se donner du temps pour avancer et trouver des solutions.

M. Michel ARMANGE : les agriculteurs sont aux normes, mais il y a des communes qui doivent encore faire des efforts.

M. Michel PENHOUE : dans les communes, on est aussi en mise aux normes en permanence, y compris pour les stations d'épuration. On nous demande toujours des efforts supplémentaires.

M. Jean-Luc DUPAS : on est entre nous en train de parler d'un programme volontaire. Pour le moment rien n'est imposé et on a une latitude pour choisir nos actions. Il en est de même pour les mises aux normes des assainissements individuels.

M. Michel ARMANGE : en travaillant uniquement sur les stations d'épuration, on diminue de moitié les apports de phosphore. Les communes doivent faire un effort pour leurs stations d'épuration alors que l'on nous demande l'équilibre de la fertilisation phosphorée.

M. Jean-Luc DUPAS : la doctrine régionale sur l'équilibre de la fertilisation phosphorée est issue d'une âpre négociation. Il faut à tout prix la conserver.

M. Michel ARMANGE : on aurait besoin de continuer à pouvoir exploiter les marnes de la Baie de Beausais qui constituent un apport intéressant. Il faut que les élus nous aident.

M. Michel PENHOUE : c'est une tradition d'utiliser les marnes et la Baie de Beausais s'envase. On a un problème d'augmentation du niveau de marnes. Mais il y a un blocage au niveau des services de

l'Etat car c'est une zone Natura 2000. Tout a été fait au niveau des élus locaux, il faut maintenant solliciter les sénateurs et les députés.

M. Daniel GOUPIL : il est important de travailler ensemble sur la base du volontariat car sinon les services de l'état et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne vont imposer une réglementation que l'on n'aura pas choisie.

Mme Bérangère HENNACHE : la réunion d'aujourd'hui a permis de faire un premier état des lieux des phénomènes. Le phosphore dans le cours d'eau est essentiellement originaire de l'assainissement collectif et individuel et des sols (ruissellement et érosion). La contribution de l'assainissement collectif est bien chiffrée en amont de Bois-Joli alors que celle de l'assainissement individuel est bien plus incertaine. Le syndicat propose d'affiner les données sur l'assainissement individuel.

Le phosphore contribuant à la croissance de la biomasse végétale (phénomène d'eutrophisation) dans la retenue provient de ce qui entre au fur et à mesure mais aussi du stock déjà accumulé (dans l'eau et dans les sédiments). C'est pourquoi il faut aussi étudier l'efficacité et la faisabilité (à un coût soutenable), du curage des sédiments dans la pré-retenue construite en 2006 au niveau du Pont des Rues, dans la mesure où la production d'eau potable n'est pas impactée. Il faut noter qu'en période estivale une baisse du niveau d'eau dans la retenue entraîne un réchauffement plus rapide et un développement des algues qui peuvent rendre l'eau non potabilisable.

Le syndicat propose aussi d'étudier les solutions techniques possibles pour limiter le développement des cyanobactéries dès le début de la saison : épandage de sulfate de cuivre, aération....

A savoir : le 10 septembre 2015, l'usine d'eau de Rophémel a été arrêtée à cause de trop fortes teneurs en cyanobactéries. On a dénombré 400 000 cellules/ml alors que dans le même temps, on dénombrait 72 000 cellules/ml dans la retenue de Bois-Joli.

Une prochaine réunion fin novembre / début décembre permettra d'aller plus loin en évoquant les solutions et leviers d'actions.

M. Michel PENHOUE : Il faut lancer une bathymétrie pour voir le niveau de sédiments dans la retenue de Bois-Joli (notamment au niveau de la digue. En tant que producteur d'eau nous avons l'obligation de veiller à la qualité de l'eau brute qui doit respecter des normes. Autrement il n'est plus possible de la traiter. Notons aussi que le coût du traitement est directement corrélé à la qualité de l'eau brute. Notre crainte est de voir l'eau devenir verte. Notre ressource est sensible car on n'est pas sécurisé au niveau de l'Ille et Vilaine. Si on a un problème, on a seulement le SMAP pour nous approvisionner.

M. Jean-Luc BOURGEAUX : on n'a pas d'autres ressources disponibles.

M. Michel ARMANGE : le monde agricole ne doit pas être la variable d'ajustement, il y a des améliorations quand il est compris.

Jean-Luc BOURGEAUX : on entame le même travail, avec 10 ans de retard, sur la rive droite, sur les trois retenues de Landal, Beaufort et Mireloup. Et on va adopter la même méthode de travail et de concertation car c'est une bonne méthode, le CPA est un espace d'expression et de partage. On va réunir pour la première fois les agriculteurs de la rive droite début novembre et on compte bien se servir de l'expérience menée en rive gauche.

La réunion est levée à 12h15 et M. BOURGEAUX invite les membres à déjeuner.

Rédaction : Bérangère HENNACHE

Fait à Saint-Malo, le 2 octobre 2015

Le Président  
M. Jean-Luc BOURGEAUX

## **ANNEXE 2 : Lettre du SAGE**



RANCE - FRÉMUR  
BAIE DE BEAUSSAIS

N°20

Juillet 2015



### Tous à vos « clic » !

Les documents du SAGE Rance Frémur baie de Beausais révisé sont sur le site internet de la CLE :

[www.sagerancefremur.com](http://www.sagerancefremur.com)

### Coordonnées

M. Dominique RAMARD,  
Président de la CLE du SAGE  
Rance Frémur baie de  
Beausais

**Nouvelle adresse :**  
**5 rue Gambetta**  
**22100 Dinan**

02 96 85 02 49  
[cle.rance@orange.fr](mailto:cle.rance@orange.fr)  
[www.sagerancefremur.org](http://www.sagerancefremur.org)

### La Cellule d'animation

Anne LEGEAY, Animatrice –  
coordinatrice ★ Alice LANDAIS,  
Littoral – SIG ★ Typhaine  
BERTHOU, Milieux aquatiques  
★ Thérèse BOULAU,  
administration – comptabilité  
★ Jo DE RIDDER – mission  
Phosphore

Ce bulletin est réalisé grâce au concours financier de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, du Conseil régional de Bretagne et du Conseil Général des Côtes d'Armor.

**Directeur de publication :** M. Dominique RAMARD, Président de la CLE

**Rédaction et conception :** cellule d'animation de la CLE

**Impression :** ARTEK DYNADOC



## Edito du Président

### La CLE auprès des "territoires d'eau"

Le projet de nouveau Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Loire-Bretagne a été mis en consultation du public au printemps dernier. On peut se réjouir que ce document intègre le rôle essentiel que les Commissions locales de l'eau (CLE) jouent sur le terrain en facilitant la participation des différents acteurs et en intégrant les enjeux spécifiques à chaque secteur hydrographique.

Pour jouer pleinement ce rôle et être au plus près du terrain, la CLE Rance Frémur baie de Beausais tient désormais ses réunions de manière itinérante sur le territoire. Les réunions plénières se déroulent sur les différents sous-bassins, afin que les membres de la CLE connaissent au mieux les "territoires d'eau" composant les bassins de la Rance, du Frémur et de la baie de Beausais. Les commissions et groupes de travail ont lieu dans des communes directement concernées par les enjeux abordés. Ce fut le cas dernièrement pour la Commission agricole qui s'est rendu à Lanrelas pour un après-midi de terrain très enrichissant consacré à l'érosion des sols et à son impact sur les quantités en phosphore dans l'eau. C'est ce que nous vous présentons dans cette Lettre du SAGE. J'en profite pour remercier de son accueil Yves Lemoine, maire de Lanrelas et désormais nouveau vice-président de la CLE, qui succède à Mickaël Chevalier.

La CLE est une instance représentative du territoire, au travers de sa composition (élus, usagers, Etat). Elle est aussi un lieu de réflexion de proximité, qui prend en compte les spécificités locales pour une application adaptée des orientations prises pour une bonne gestion de l'eau et des milieux aquatiques.

**Dominique RAMARD**  
*Président de la CLE*

**2<sup>ème</sup> Rand'EAU : le 3 avril 2015, la CLE a mis ses bottes pour fêter les 20 ans du programme de suivi de l'anguille sur le Frémur**



*Relève d'anguilles à la passe-piège aménagée sur le barrage de Pont-es-Omnès à Pleurtuit.*

*Le parcours des anguilles dans le Frémur est suivi par les scientifiques. Les données acquises permettent de mieux connaître cette espèce emblématique ; elles servent de référence au niveau national et international.*



# Agir contre l'érosion . . .

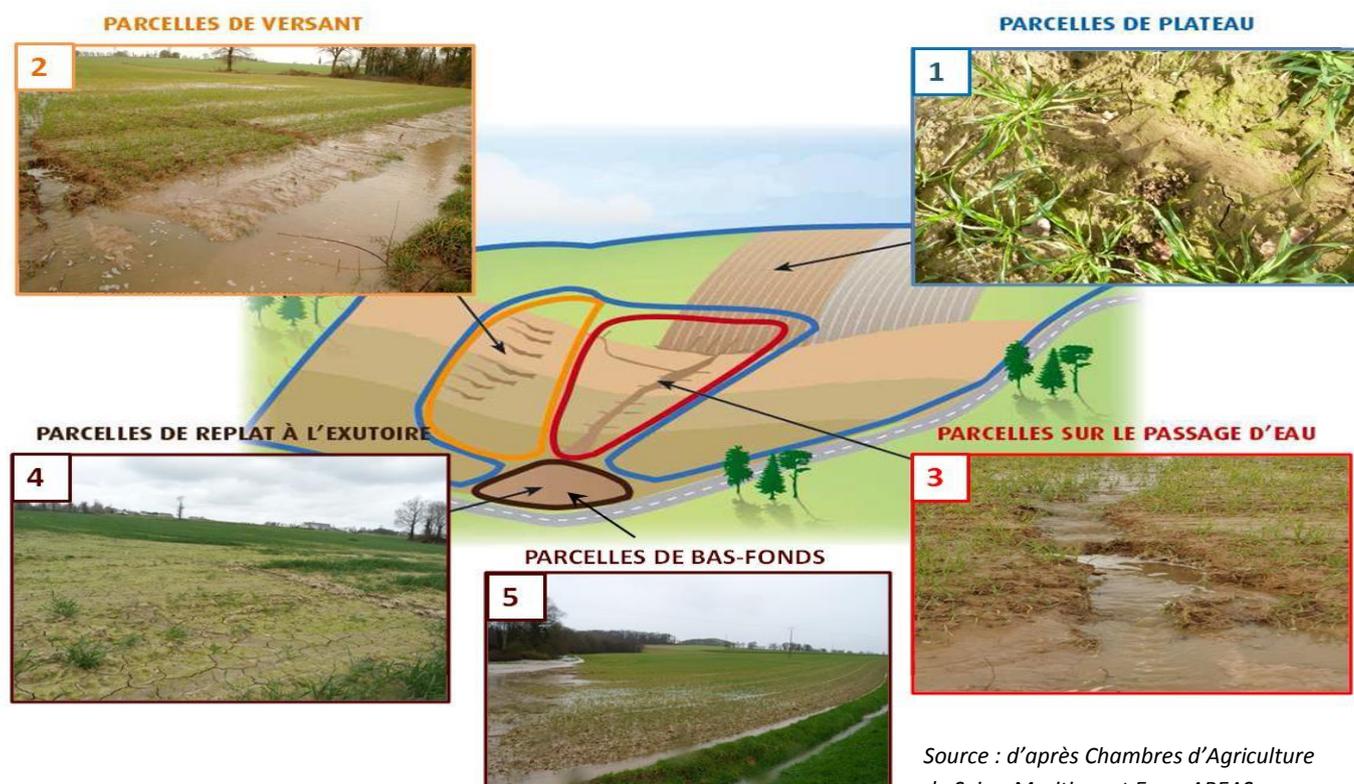
L'érosion est préjudiciable à plusieurs niveaux :

- ⇒ pour l'agriculture qui voit disparaître la terre fertile, diminuer ses rendements, détruire ses semis
- ⇒ pour les fossés de bord de route qui nécessitent un curage plus fréquent, les coulées de boues sur les routes
- ⇒ pour la vie des cours d'eau, notamment car les frayères sont colmatées par les sédiments.

Bien qu'elle soit en général diffuse et peu perceptible, l'érosion des terres dans le périmètre de notre SAGE est une réalité. Elle est notamment due à la prépondérance de **sols limoneux sensibles à la battance** (voir définition en bas de page) **et à la présence de sols saturés en eau**. Cette érosion est très variable d'une année à l'autre, en fonction de l'occupation des sols et de l'occurrence d'évènements pluvieux majeurs.

## Il existe des formes d'érosion différentes en fonction de la localisation dans le paysage

Le relief du bassin hydrographique Rance Frémur baie de Beausais est globalement assez peu marqué, mais on retrouve des constantes dans le paysage. Sur les **parcelles de plateau (1)**, où la pente est faible, de fines particules de sol sont arrachées par l'entraînement de l'eau qui ruisselle sur l'ensemble de la surface du sol, surtout sur sols « battus » (voir définition en bas de page) et nus. Dans les **parcelles plus pentues (2)**, s'ajoute au ruissellement diffus, l'apparition de rigoles : l'eau prend de la vitesse et creuse le sol. Là où les **pententes convergent (3)**, c'est ce phénomène qui prend le dessus : la terre qui s'érode provient majoritairement du chemin d'écoulement rapide de l'eau, par voie gravitaire. Enfin, en bas de versant, dans les **replats (4)**, les sédiments se déposent. Un dernier type d'érosion, généralement méconnu, est présent dans les **bas-fonds (5)** en période hivernale lorsque les sols sont saturés en eau : on parle « d'érosion de nappe ». L'eau ne peut plus s'infiltrer dans le sol, ruisselle en surface et emporte sédiments et éléments dissous vers l'exutoire, généralement un cours d'eau proche.



## La battance et le sol limoneux, une relation très étroite

La texture d'une grande majorité des sols dans le périmètre du SAGE est limoneuse. Les limons sont des particules fines arrachées par le vent des fonds émergés de la Manche au Quaternaire et déposés dans la région par les vents. Ils sont sensibles à **la battance**, un phénomène qui favorise la fermeture des pores du sol par l'impact des gouttes de pluie frappant la surface. L'eau ne pouvant plus s'infiltrer, elle ruisselle sur la surface du sol. La **systématisation des couverts végétaux** ces dernières années a fortement réduit les risques.

# c'est aussi protéger l'eau

## La lutte contre l'eutrophisation des cours d'eau et plans d'eau passe par la lutte contre l'érosion des sols

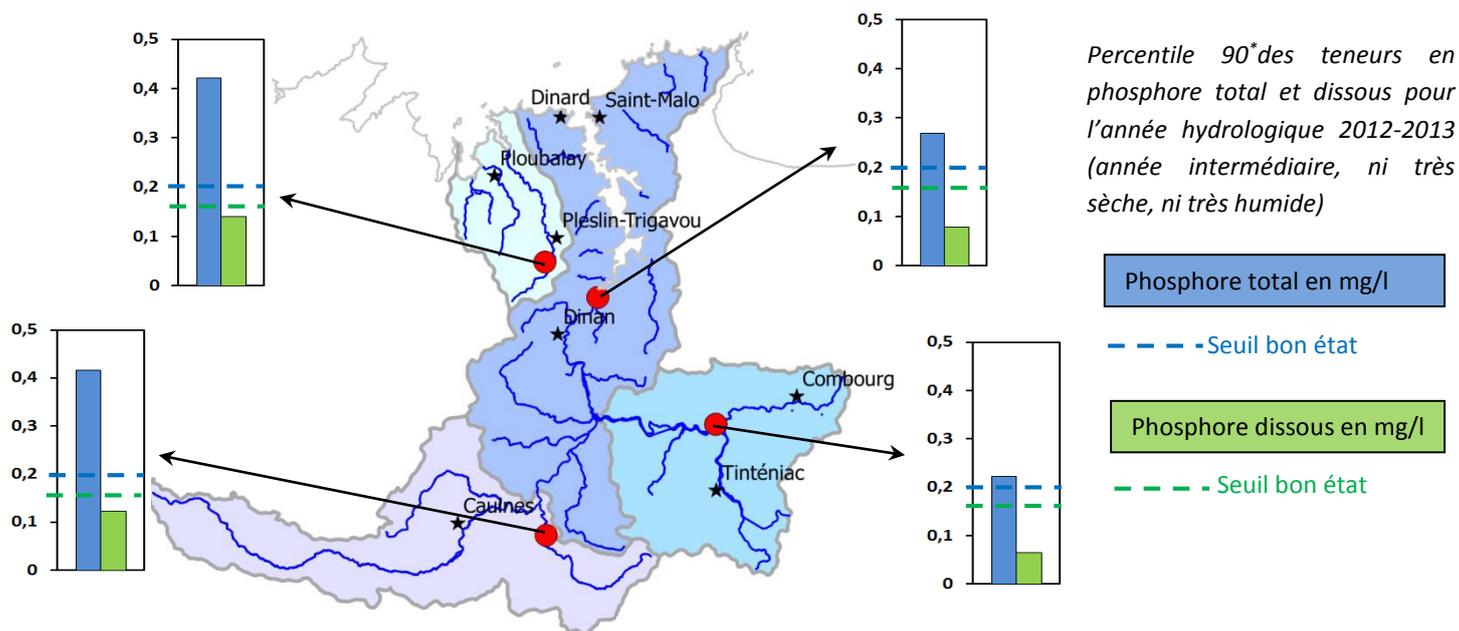
Un sol bien géré réduit le colmatage des fonds des cours d'eau qui dégrade leur fonctionnement. Les sédiments fins issus de l'érosion sont les plus enrichis en phosphore. Ce phosphore transite ensuite dans les cours d'eau, sous forme particulaire mais aussi partiellement et temporairement sous forme dissoute (disponible pour les plantes). Des **stocks de phosphore se créent dans les sédiments** des plans d'eau. Ces eaux plus stagnantes sont favorables au phénomène d'**eutrophisation**.

### Qu'est-ce que l'eutrophisation ?

C'est un enrichissement de l'eau en éléments nutritifs, qui a pour conséquence la production d'une forte biomasse végétale. Il entraîne une perturbation de l'équilibre entre les organismes présents dans l'eau et une dégradation de la qualité de l'eau. L'élément nutritif le plus pénalisant est le phosphore. On dit qu'un écosystème est « eutrophisé » lorsqu'il est l'objet d'un dysfonctionnement manifeste (raréfaction de l'oxygène, prolifération de phytoplancton et/ou de macroalgues, mortalité de poissons...). Le développement excessif de cyanobactéries en est une conséquence visible.

## Les teneurs en phosphore total dans les cours d'eau dépassent fréquemment le seuil de bon état

Teneurs en phosphore sur 4 cours d'eau représentatifs des 4 sous bassins versants et comparaison avec le seuil de bon état (au titre de la Directive Cadre sur l'Eau - arrêté du 25 janvier 2010)



Source : BD Cartho ; OSUR Web. Réalisation : CLE du SAGE RFBB

\*Le percentile 90 permet de définir un seuil d'acceptation dans une série de valeurs. Il correspond à la valeur non dépassée par 90% des résultats. C'est une méthode statistique utilisée pour définir les seuils de bon état des masses d'eau au titre de la DCE.

## Les teneurs en phosphore dans les cours d'eau varient fortement au cours de l'année

Pendant la période pluvieuse, **de novembre à mai**, les sols agricoles sont les plus gros contributeurs à l'enrichissement en phosphore des cours d'eau. A l'occasion des **phénomènes de crue**, une grande quantité de sédiments et de phosphore

sont transférés vers le cours d'eau. A titre d'exemple, en janvier 2008, durant 5 jours de gros événements pluvieux, 22% du flux de phosphore annuel a été transféré vers le cours d'eau. (Source : étude GEPMO)

# Agir aujourd'hui pour les sols du futur

## Un bocage qui fait office de barrière.

Saint Fiacre, le patron des jardiniers, trône fièrement sur la place de Lanrelas. Dans ce territoire de Haute-Rance où la valorisation des terres agricoles en système polyculture-élevage fait vivre toute une économie, revenir aux sources de l'agronomie est gage de durabilité. Nicolas Réalland, est exploitant en GAEC avec son frère sur la commune de Lanrelas, en élevage vaches laitières et allaitantes. Depuis son installation en 2005 il a fait évoluer son exploitation en regroupant et en augmentant le cheptel. Avec le souci d'avoir un système à la fois fonctionnel en termes d'organisation du travail, économiquement viable et cohérent avec la sensibilité environnementale du territoire.

Les inconvénients agronomiques comme l'épandage de lisier au détriment de fumier ou encore l'augmentation de la part de maïs au détriment du pâturage, sont contre balancés par des pratiques culturales en mutation. Nicolas Réalland constate que les couverts végétaux génèrent moins de tassement lors des hivers pluvieux et il y apporte aujourd'hui beaucoup de soin en adaptant son choix de variétés au travail du sol et aux rotations. La moitié de ses surfaces en maïs ne sont pas labourées. Par ailleurs, ses parcelles en bord de Rance, autrefois cultivées, sont en herbe.

Quand Guillaume Masse, technicien bocage de la Communauté de Communes du pays de Caulnes lui a proposé un aménagement bocager, il s'est porté volontaire. La parcelle que nous parcourons ensemble est un cas-type d'aménagement réussi : elle est ceinturée d'un haut talus planté d'une haie qui protège le fossé directement connecté au ruisseau. Les accumulations de terre dans le bas-fond sont bien visibles, dans un sol très limoneux, sensible au phénomène de battance. Pour autant, Nicolas Réalland explique que lors de gros événements pluvieux, et même en période de saturation du sol en hiver, la terre reste piégée dans la parcelle et l'eau s'infiltre rapidement. Ici l'aménagement bocager fait partie de la solution pour contrer les fuites de sédiments hors de la parcelle.



Nicolas Réalland :

« Une agriculture en mutation mais cohérente avec l'environnement »

## La diversification de l'assolement comme maître mot.



Daniel Lefeuvre :

« Mieux comprendre pour mieux agir »

Il a très peu plu en cette fin de printemps. Sur la parcelle parcourue en compagnie de Daniel Lefeuvre, commune de Mérillac, il est difficile d'imaginer qu'en janvier l'année dernière, de la terre a dévalé vers la route. Ici, pas de problème flagrant de battance de la surface du sol qui augmente le ruissellement. C'est pourtant un phénomène fréquemment observable sur les sols du secteur, mais l'érosion des terres prend décidément bien des formes. Sur cette grande parcelle, les fortes pluies associées à des sols saturés en hiver et une couverture végétale encore faible, se traduisent plutôt par des ravinements : l'eau se cherche un chemin... et elle le trouve !

Face à ce constat, Daniel Lefeuvre a sa recette : la diversification des rotations. Sur cette parcelle, il alterne blé/colza/maïs/blé/orge. L'agrandissement du cheptel a entraîné une augmentation des intrants. Avec ses deux collègues en GAEC, il s'est engagé dans une réflexion globale de son système d'exploitation. En élevage mixte vaches laitières et porcs, leur volonté est d'aller vers plus d'autonomie alimentaire et de limiter les intrants. En couvert végétal, il privilégie les légumineuses type avoine/trèfle pour leur effet bénéfique sur la structure du sol et l'apport de nutriments. Il travaille le sol en travers de pente et pratique dès que possible le travail simplifié sur blé. Une bonne teneur en matière organique est essentielle pour conserver une bonne structure du sol. Le fumier est réparti au mieux, le lisier étant épandu au plus près des besoins de la culture. Un ensemble qui a un impact bénéfique sur la conservation du sol !

Les haies plantées participent également à cette diversification de la mosaïque paysagère de son domaine. Là encore, pas de recette toute faite : il faut bien reconnaître que la jeune haie plantée sur billon paraît bien fragile face à la force de l'eau et des sédiments venant s'échouer là. Par endroit des brèches sont mêmes visibles dans le billon. Il faudra quelques années encore pour que la petite haie fasse office de barrière. En attendant -et en complément nécessaire- la diversité de l'assolement et la maximisation de la couverture végétale sont gages de réussite. Un coup de pouce de la « MAE système monogastrique » que le GAEC vient tout juste de contractualiser est bienvenu !

# **ANNEXE 3 : Phosphore des eaux usées : nouvelles données, conséquences pour l'épuration – Cemagref 2015**

# Phosphore des eaux usées : nouvelles données, conséquences pour l'épuration

## Sources de phosphore dans les eaux usées

Le phosphore contenu dans les eaux résiduaires à dominante urbaines provient pour l'essentiel des rejets métaboliques (urines, fèces). Les autres apports de phosphore proviennent des détergents pour lave-vaisselle, des eaux de vaisselle, des détergents lessiviels ménagers et le cas échéant des produits de lavage dits «industriels» utilisés dans les laveries, restaurants, commerces, industries agro-alimentaires, .... L'ensemble des données bibliographiques synthétisées dans le tableau 1 indique que les rejets journaliers **domestiques** de phosphore **par individu** se situent dans une gamme comprise entre 1.2 et 2.1 g P/j, l'essentiel provenant de l'urine.

Origine P		Valeur retenue	Min.	Max.
Métabolisme humain	g P/(j.individu)	1.4	1.2	1.6
Détergents lessiviels ménagers	g P/(j.individu)	0.0	0.0	0.1
Détergents lave-vaisselle ménagers	g P/(j.individu)	0.2	0.0	0.4
<b>Total rejets domestiques</b>	<b>g P/(j.individu)</b>	<b>1.6</b>	<b>1.2</b>	<b>2.1</b>

Tableau 1 – Décomposition des rejets domestiques de phosphore par individu selon la bibliographie

La référence utilisée par la suite sera l'équivalent-habitant (EH) de la Directive ERU, fixé à 60 g DBO<sub>5</sub>/j et notée EH<sub>60</sub>. Cette notion réglementaire correspond à une unité forfaitaire de rejets totaux (domestiques et industriels associés) et surestime en général les rejets réels ramenés à l'habitant raccordé.

## Données

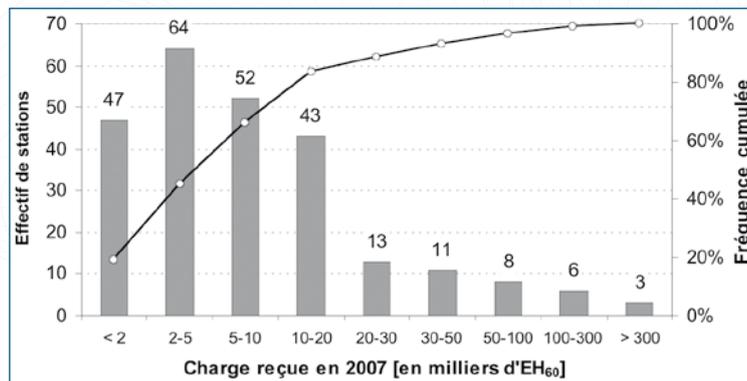
Des données analytiques de composition des eaux usées urbaines en 2007 ont été collectées auprès (i) du Syndicat Des Eaux et de l'Assainissement (SDEA) du Bas-Rhin, (ii) des Services d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration (SATESE) de la Somme, de l'Isère et de la Savoie (iii) de sociétés privées d'exploitation de stations d'épuration et (iv) du Service de Navigation de la Seine (SNS). Après analyse des données (Gillot et Hauduc, 2010), des ratios de concentration ont été calculés puis analysés avec des méthodes statistiques descriptives et inférentielles. Les rejets de l'EH pour les paramètres autres que DBO<sub>5</sub> ont été estimés en multipliant les ratios DCO/DBO<sub>5</sub>, MES/DBO<sub>5</sub>, N/DBO<sub>5</sub> et P/DBO<sub>5</sub> par 60 g DBO<sub>5</sub>/j.

Le tableau 2 présente l'origine des données utilisées ainsi que le nombre de stations représentées dans chaque jeu de données et la fréquence annuelle des mesures. Lors de l'exploitation des données, un poids égal a été donné à la moyenne annuelle de chaque station, pour ne pas surreprésenter les grosses stations, pour lesquelles la fréquence des mesures est la plus élevée.

Jeux de données	Nombre de stations	Fréquence annuelle des mesures par station
Somme	29	3 à 4
Bas Rhin	20	6 à 12
Isère	30	3 à 23
Savoie	19	3 à 23
Exploitants	143	1 à 365 (moyenne 23)
SN Seine	6	183 à 357 (moyenne 311)
<b>Total</b>	<b>247</b>	

Tableau 2 – Caractéristiques des jeux de données

Figure 1 – Distribution des stations de l'échantillon selon la charge reçue



La figure 1 présente la distribution des stations selon des classes de taille, calculée à partir de la charge en DBO<sub>5</sub> effectivement reçue. Les stations inférieures à 20 000 EH<sub>60</sub> représentent 83 % de l'échantillon.

## Résultats

### Charges spécifiques moyennes ramenées à l'Equivalent Habitant DERU

Les charges spécifiques moyennes ramenées à l'EH<sub>60</sub> pour chacun des jeux de données considérés et les valeurs par défaut proposées sont présentées dans le tableau 3. Il n'y a pas de différence significative entre les différents jeux de données (test non paramétrique de Kruskal-Wallis). Les données peuvent donc être fusionnées en une seule base sans distinction géographique.

Tableau 3 – Charges spécifiques par EH<sub>60</sub> (moyenne et intervalle de confiance à 95%)

Jeux de données	Nombre de stations	DCO / EH <sub>60</sub> (IC95%)	MES / EH <sub>60</sub> (IC95%)	N / EH <sub>60</sub> (IC95%)	P / EH <sub>60</sub> (IC95%)
Somme	29	151 (6)	65 (6)	13.8 (1.0)	2.28 (0.18)
Bas Rhin	20	141 (16)	84 (12)	14.0 (1.6)	2.08 (0.28)
Isère	30	147 (5)	73 (10)	16.1 (1.0)	2.11 (0.17)
Savoie	19	145 (10)	74 (13)	15.5 (1.7)	2.17 (0.27)
Exploitants	143	145 (4)	/	/	2.01 (0.10)
SN Seine	6	144 (4)	81 (10)	14.7 (1.4)	2.07 (0.17)
<b>Total</b>	<b>247</b>	<b>145 (3)</b>	<b>74 (5)</b>	<b>14.9 (0.6)</b>	<b>2.08 (0.07)</b>
<b>Défaut proposé</b>		<b>145</b>	<b>75</b>	<b>15</b>	<b>2.1</b>

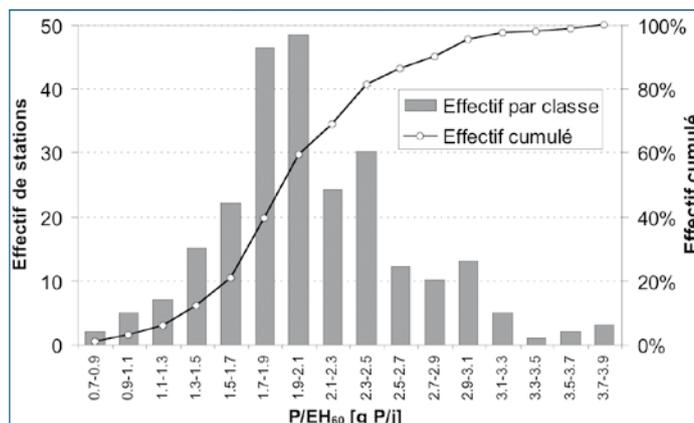
Pour le phosphore, la valeur moyenne obtenue est supérieure de 30 % à celle du rejet journalier domestique moyen par individu estimé au tableau 2. Cet écart s'explique par la surestimation de l'EH de la Directive ERU au regard de la charge en DBO<sub>5</sub> réelle ramenée à l'habitant raccordé, et/ou par la présence de rejets industriels pouvant apporter jusqu'à 0.5 g P/(j.habitant).

### Variabilité des charges spécifiques moyennes en phosphore

#### Caractérisation de la variabilité

Les charges spécifiques en P ramenées à l'EH<sub>60</sub> regroupées par classes (Figure 2) suivent une distribution de type log-normale, avec une asymétrie vers les fortes valeurs, peu nombreuses mais étalées jusqu'à 3.9 g P/j. 90 % des valeurs se situent entre 1.3 et 3.1 g P/j., les valeurs les plus fréquentes se trouvant entre 1.7 et 2.1 g P/j.

Figure 2 – Distribution des charges spécifiques en phosphore



Alors que la variabilité intersites est élevée, aucune variation significative saisonnière ni inter-annuelle n'a été mise en évidence sur un même site lorsque des données pluriannuelles étaient disponibles.

## Facteurs de variabilité

Un test de corrélation montre que la taille de la station est un facteur explicatif faible mais significatif de la variabilité : la charge spécifique en phosphore diminue lorsque la taille de la station augmente, puis se stabilise autour de 2.1 g P/EH<sub>60</sub> pour les tailles les plus importantes (Figure 3), valeur qui correspond à la moyenne globale (Tableau 3). Les rejets des petites collectivités (< 2 000 EH) peuvent être considérés comme représentatifs de rejets domestiques (absence d'industrie). La confrontation de leur charge spécifique mesurée (2.3 g P/(j.EH<sub>60</sub>)) aux valeurs de la bibliographie (1.6 g P/(j.habitant)) permet alors d'estimer les rejets domestiques en DBO<sub>5</sub> aux environs de 40 g/(j.habitant) (1.6 x 60 / 2.3). La diminution de la charge spécifique de l'EH en phosphore pour des collectivités plus importantes peut être attribuable à la présence d'industries rejetant des effluents carencés en phosphore.

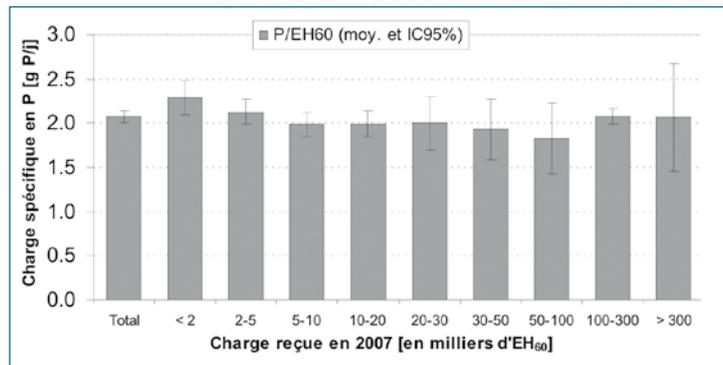


Figure 3 – Distribution des charges spécifiques en phosphore selon la taille de la station

## Conséquences pour l'élimination du phosphore

Une partie du phosphore des eaux usées est éliminée par intégration dans les boues formées lors de l'épuration (assimilation). Une approche dérivée des concepts de modélisation des boues activées a été proposée pour prédire le rendement d'assimilation par le calcul en fonction de paramètres caractérisant l'eau usée et du fonctionnement de l'installation (Stricker *et al.*, 2010). Les deux paramètres les plus déterminants sont le rapport entre la charge en phosphore et la charge organique des eaux usées (qui peut être représentée par P/EH<sub>60</sub>), et l'âge de boue. La figure 4 représente le rendement d'élimination du phosphore par assimilation calculé en fonction de ces deux paramètres.

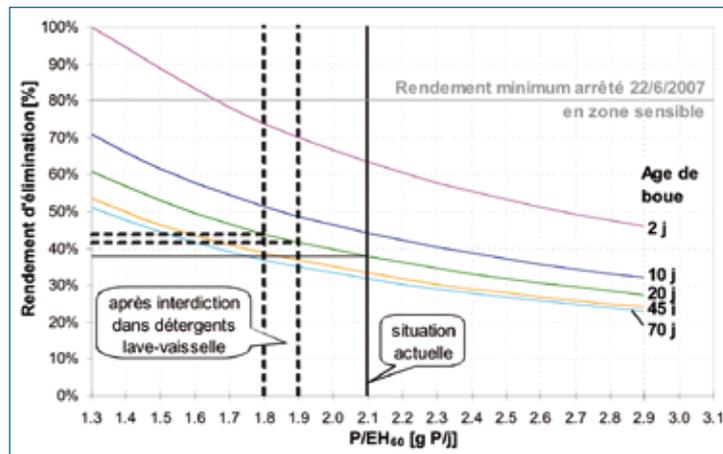


Figure 4 – Prédiction du rendement d'élimination du phosphore par assimilation seule en fonction de la charge spécifique en phosphore (P/EH<sub>60</sub>) et de l'âge de boue

Pour un âge de boue de 15 à 20 jours, le rendement moyen d'élimination du phosphore par assimilation est de l'ordre de 40 % aujourd'hui. Notons qu'en pratique des rendements supérieurs sont parfois obtenus du fait de phénomènes de déphosphatation incontrôlés (précipitation naturelle, suraccumulation biologique involontaire). Pour garantir le seuil minimum de 80 % requis en zones sensibles, une déphosphatation complémentaire par voie physico-chimique et/ou biologique est nécessaire. La réduction des rejets domestiques en phosphore après suppression des phosphates dans les produits de lave-vaisselle ménagers, estimée à 0.2 g P/(j.individu), équivaldrait à une réduction des charges spécifiques de 0.2 à 0.3 g P/(j.EH<sub>60</sub>) soit 10 % à 15 %. Cette réduction ne permettrait d'augmenter le rendement d'assimilation que de quelques points et une déphosphatation complémentaire resterait nécessaire pour garantir une élimination de l'ordre de 80 %. Cependant, la baisse du flux de phosphore restant à éliminer, par l'effet conjugué de la baisse des rejets et de l'augmentation de l'assimilation, pourrait permettre une économie de l'ordre de 20 % à 30 % des réactifs de précipitation.

## Conclusions

- Les rejets moyens de phosphore d'origine purement domestique sont estimés à 1.6 g/j par habitant raccordé à partir des éléments de la bibliographie. Selon les données issues de 247 sites, les rejets moyens par Equivalent-Habitant réglementaire (fixé à 60 g DBO<sub>5</sub>/j) sont estimés actuellement à 2.1 g P/j.
- Une variation inter-site importante a été observée. Les valeurs les plus fréquentes se situent entre 1.7 et 2.1 g P/(j.EH<sub>60</sub>). Les rejets spécifiques ont tendance à diminuer lorsque la taille de la station augmente.
- Aucun effet saisonnier ou inter-annuel (2003-2007) n'a pu être mis en évidence à partir du jeu de données utilisé.
- Le rendement d'assimilation stricte du phosphore est estimé actuellement à 40 % pour une boue activée en aération prolongée. Une déphosphatation physico-chimique ou/et biologique complémentaire doit être mise en œuvre lorsqu'un rendement plus élevé est recherché.
- La réduction des rejets domestiques en phosphore après suppression des phosphates dans les produits de lave-vaisselle équivaldrait à une réduction des charges spécifiques de 0.2 à 0.3 g P/(j.EH<sub>60</sub>). Celle-ci aurait un effet limité sur le rendement d'assimilation mais pourrait permettre une économie de l'ordre de 20 % à 30 % des réactifs de précipitation.

## Références

- Gillot S. et Hauduc H. (2010). Méthodologie d'analyse systématique des données d'auto-surveillance des stations d'épuration. Rapport final d'action ONEMA 31-1, 20 p
- Stricker A.E., Héduit A., Takács I., Comeau Y. (2010). Quantifying Nutrient Assimilation in Activated Sludge. 83rd Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference (WEFTEC.10), New Orleans, Louisiana, USA, 2-6 October 2010.

## Remerciements

Les auteurs remercient le Syndicat Des Eaux et de l'Assainissement du Bas-Rhin, les Services d'Assistance Technique aux Exploitants de Stations d'Épuration de la Somme, de l'Isère et de la Savoie, le Service de Navigation de la Seine, La Lyonnaise des Eaux et Degrémont.

### Contacts scientifiques et techniques

**Anne-Emmanuelle STRICKER** > [anne-e.stricker@cemagref.fr](mailto:anne-e.stricker@cemagref.fr)  
Cemagref, UR REBX, Cestas

**Alain Héduit** > [alain.heduit@cemagref.fr](mailto:alain.heduit@cemagref.fr)  
Cemagref, UR HBAN, Antony

**Stéphane Garnaud** > [stephane.garnaud@onema.fr](mailto:stephane.garnaud@onema.fr)  
Onema, Direction de l'Action Scientifique et Technique, Vincennes

# **ANNEXE 4 : Données détaillées des rejets en phosphore des stations d'épuration du périmètre du SAGE RFBB (22 et 35)**



Commune Lien : Convention - Contrat	Lieu-dit	Bassin versant	Mise en service	EH	habts raccord.	FILIERE	Traitement du Phosphore oui - non	Observations	DBO5	Débit autorisé m3/j		JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	Flux cumulé annuel kg/an	Flux theor. kg/an	Flux retenu kg/an	Flux retenu kg/an/hab raccordé	remarque sur le calcul de flux	Raison prioritaire - Solutions possibles?		
PLOUASNE	Planchaillou	Haute Rance	1992	1 000		Boues activées - Aération prolongée	non	rien à signaler	60	150																					
											Q moyen /j	362	444	219	121	98	82	77	89	61	84	169	163								
											Pt mg/l	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	1.69	2.03	2.03	2.03	2.03	2.37	2.03							
											Flux Pt kg/j	0.73	0.90	0.44	0.25	0.20	0.17	0.13	0.18	0.12	0.17	0.4	0.33	122		122					
PLOUBALAY	Les Saudray	Frémur	1975	12 500		Boues activées - Aération prolongée	oui	projet de rénovation en cours	750	2 000																					
											Q moyen /j	1825	2691	1546	1100	882	678	933	1135	542	691	1209	1671								
											Pt mg/l	0.64	0.64	0.60	1.05	1.02	1.78	2.06	0.56	2.27	2.14	1.32	1.05								
											Flux Pt kg/j	1.16	1.72	0.93	1.16	0.9	1.21	1.92	0.64	1.23	1.48	1.6	1.76	477		477					
PLOUER SUR RANCE	La Minotais	Rance aval	1975	3 000		Boues activées - Aération prolongée	oui	travaux de rénovation en cours sur filière boue	180	960																					
											Q moyen /j	998	1144	802	484	376	333	403	489	354	414	656	883								
											Pt mg/l	1.16	0.77	1.27	1.88	1.73	1.56	1.64	1.04	1.19	0.80	1.05	0.68								
											Flux Pt kg/j	1.16	0.88	1.02	0.91	0.65	0.52	0.66	0.51	0.42	0.33	0.69	0.6	254		254					
PLOUER SUR RANCE	La Quinois	Rance aval	2010	90		Filtres Plantés de Roseaux	non	rien à signaler	5.4	13.5																					
											Q moyen /j																				
											Pt mg/l																				
											Flux Pt kg/j													0					filtre planté: pas de rejets?		
PLUMAUDAN	Cimetière	Rance des Faluns	1987	700		Lagunage Naturel	non (mais prévu)	Projet de rénovation; opérationnel en 2017	36	90																					
											Q moyen /j	153	190	144	81	80	82	67	95	60	70	67	77								
											Pt mg/l	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85	5.85								
											Flux Pt kg/j	0.90	1.11	0.84	0.47	0.47	0.48	0.39	0.56	0.35	0.41	0.39	0.45	207	245	207	0.4				
					564																										
PLUMAUGAT	Section C2	Haute Rance	2003	400		Lagunage Naturel	non	Ciblée par Services de l'Etat paramètre phosphore	24	60																				Impact amont Rophémel; Nouvel outill: procédé physico-chimique en bout de lagune résultat 0,3 mg/l (expérimentation pilote SATESE 22) ou autre	
											Q moyen /j	155	172	133	90	64	48	34	61	30	53	144	84								
											Pt mg/l	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90								
											Flux Pt kg/j	0.91	1.02	0.79	0.53	0.38	0.28	0.20	0.36	0.18	0.31	0.85	0.50	191	140	191	0.6				
					322																										
SAINT CARNE	Bourg	Rance aval	1988	600		Lagunage Naturel	non	rien à signaler	36	90																					
											Q moyen /j	591	701	645	82	59	54	32	85	28	116	300	132								
											Pt mg/l	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04								
											Flux Pt kg/j	1.20	1.43	1.31	0.17	0.12	0.11	0.07	0.17	0.06	0.24	0.61	0.27	175	250	175	0.3				
					575																										
SAINT HELEN	La Coupaudais	Rance aval	2009	65		Lit Bactérien	non	rien à signaler	3.9	9.75																					
											Q moyen /j	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
											Pt mg/l	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13								
											Flux Pt kg/j	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	24	15	24	0.7				
					35																										
SAINT HELEN	La Ville es Boucs	Rance aval	2011	50		Filtres Plantés de Roseaux	non	rien à signaler	3	7.5																					
											Q moyen /j	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
											Pt mg/l	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7								
											Flux Pt kg/j	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	10	16	10	0.3				
					37																										
SAINT HELEN	Les Quintaines	Rance aval	1995	800		Lagunage Naturel	non	rien à signaler	45	120																					
											Q moyen /j	172	162	93	87	18	2.5	27	44	62	104	253	152								
											Pt mg/l	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.40	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84								
											Flux Pt kg/j	0.83	0.78	0.45	0.42	0.09	0.11	0.13	0.21	0.30	0.50	1.22	0.74	176	369	317	0.4	faible en 2014: valeur de 2012			
					850																										
SAINT JACUT DU MENE	Rte de la Ville Moisan	Haute Rance	1993	450		Lagunage Naturel	non	Ciblée par Services de l'Etat paramètre phosphore	27	67.5																					Impact amont Rophémel; Nouvel outill: procédé physico-chimique en bout de lagune résultat 0,3 mg/l (expérimentation pilote SATESE 22) ou autre
											Q moyen /j	264	180	57	64	14	13	8	36	44	90	174	132								
											Pt mg/l	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59								
											Flux Pt kg/j	0.42	0.29	0.09	0.10	0.02	0.02	0.01	0.06	0.07	0.06	0.07	0.14	41	181	162	0.4	faible en 2014: valeur de 2013			
					416																										
SAINT JACUT DE LA MER	Les Marais		2008	6000		Boues activées - Aération prolongée	oui	rien à signaler	360	900																					
											Q moyen /j	714	1222	710	488	373	297	452	561	256	247	428	578								
											Pt mg/l	0.39	1.37	1.38	0.15	0.99	1.31	2.46	0.68	0.12	0.97	0.37	0.78								
											Flux Pt kg/j	0.28	1.67	0.98	0.074	0.37	0.39	1.11	0.38	0.031	0.24	0.16	0.45	185							
SAINT JOUAN DE L'ISLE	Bourg	Haute Rance	1990	300		Lagunage Naturel	non	Ciblée par Services de l'Etat paramètre phosphore	18	45																					Impact amont Rophémel; Nouvel outill: procédé physico-chimique en bout de lagune résultat 0,3 mg/l (expérimentation pilote



**REJETS EN PHOSPHORE DES STATIONS D'EPURATION de l'ILLE ET VILAINE**

En gras: valeurs réelles  
 En non gras: valeurs extrapolées  
 Flux théorique des lagunes: 1,7g/j/hab raccordé -30%  
 Flux annuel cumulé: SOMME(flux journalier chaque mois \* nbre de jours dans le mois)

EH habitants

prioritaire

prioritaire mais travaux déjà prévus  
 mise en service ou rénovation de la filière après 2000

LAG lagune  
 BA boue activée  
 FPR filtre planté de roseaux  
 MBRE membrane  
 FS filtre à sable

Rejets étiage? \*oui mais autorisation limitée\* signifie généralement que les débits rejetés à l'étiage sont soit nuls soit réduits

**DONNEES VALIDEES PAR GROUPE TECHNIQUE COMPOSE DE L'Agence de l'Eau LB, les services d'appui du CG 35 (assistance technique aux stations d'épuration des collectivités), la DDTM 35 et le Syndicat Mixte du SAGE RFBB**

**PHOSPHORE TOTAL (Pt) kg/j**

**DONNEES les plus récentes disponibles (2014 ou 2015)**

**FLUX EN kg/jour**

hab racc.

Commune	Bassin versant	MISE EN SERVICE	EH	habts raccord.	FILIERE	trait P	mesures complémentaires	Fléchage AG. Eau	Réseau	Station trop plein / by-pass	Rejets étiage?	Observations	JANV.	FÉV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOVB.	DÉC.	Flux cumulé annuel kg/an	Flux théor. kg/an	Flux retenu kg/an	Remarque sur le calcul de flux	Flux retenu kg/an/hab raccordé	Raison prioritaire - Solutions possibles?		
BAZOUGES sous HEDE	Linon	2002	260	338	LAG	non	marnage		séparatif; eaux parasitaires	non	non (non autorisé)	rendement épuratoire P moyen	0.35	0.35	0.35	0.24	0.24	0.17	0	0	0	0	0.26	0.36	70	98	70		0.21			
BECHEREL	Linon	2011	4000		BA	oui	LAG		partiellement unitaire; eaux parasitaires	passage en trop-plein vers lagune	oui	rendement épuratoire P bon	0.6	0.3	0.8	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.6	113		113					
CANCALE	RAFG	1993	10800		BA	oui		oui					0.44	0.65	0.67	0.71	0.53	0.55	1.18	1.11	0.74	0.39	0.19	0.70	238		238					
CANCALE 1 La Ville Chauvin	RAFG	1988	1000	800	LAG	non		oui				peu de données	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	146	347	146	plus faible que théorie, mais idem autres années	0.18			
CARDROC	Linon	2012	410		FPR	non	saulaie		séparatif		non (non autorisé)	pas de rejets													0		0					
COMBOURG	Linon	1994	6000		BA			oui	partiellement unitaire; décus hydrauliques; problèmes réseaux				0.82	0.31	1.98	0.38	0.73	0.64	0.41	0.29	0.3	0.06	0.22	0.58	206		206			Impact sur Linon; étude de faisabilité nécessaire; rénovation filière épuration		
DINARD	RAFG	2003	52000		BA	oui		oui					4.09	4.20	6.23	2.55	2.16	2.92	4.38	5.15	2.07	3.06	4.69	5.85	1440		1440					
HEDE	Linon	2008	2500		BA	oui	LAG		partiellement unitaire; eaux parasitaires en hiver surtout	oui vers lagune (voir FS)	oui mais autorisation limitée	rendement épuratoire P moyen	0.5	0.6	0.1	0.2	0.3	0.04	0.1	0.1	0.01	0.2	0.1	0.3	77		77					
IRODOUER	Haute-Rance	2009	2100		BA	oui	-		séparatif; eaux parasitaires en hiver surtout	oui vers lagune (voir FS)	oui mais autorisation limitée	rendement épuratoire P bon	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0.1	37		37					
LA BAUSSAINE	Linon	1999	500	325	LAG	non	marnage		séparatif; eaux parasitaires en hiver surtout	oui milieu	oui mais autorisation limitée	rendement épuratoire P bon ; vannes marnage remplacées en 2015 (impact positif sur étiage)	0.132	0.1276	0.2024	0.0946	0.0836	0.0154	0.011	0.055	0.0176	0.0462	0.3124	0.11	37	141	37	plus faible que théorie, mais idem autres années	0.11			
LA CHAPELLE AUX FILTZMEENS	Linon	2014	700		FPR	non	saulaie		séparatif; surcharge hydraulique et organique; eaux parasitaires surtout en hiver	oui lagune	oui	en juin 2014 nouvelle station de 700 Eh en FPR avec traitement P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256	0	0	pas de rejet			
LA CHAPELLE DU LOU	Linon	2007	1200		BA	oui	LAG		séparatif; eaux parasitaires	oui vers lagune (voir FS)	oui mais autorisation limitée	rendement épuratoire P moyen	0.08	0.10	0.11	0.10	0.06	0.04	0.05	0.00	0.01	0.01	0.09	0.11	23		23					
LA RICHARDAIS	RAFG	extension 2005	6000		BA			oui	réseau séparatif			problèmes réseaux et bactério	1.51	1.19	0.65	1.52	0.05	2.59	2.11	2.61	3.15	2.37	0.51	2.41	627		627					
LA VILLE ES NONAIS 1	RAFG	1979	700	699	LAG	non	-		partiellement unitaire (lotissement); eaux parasites importantes	non	oui	rendement épuratoire P insuffisant; une partie des raccordés sera raccordé sur Ville 3 quand fonctionnel	0.57	1.14	1.43	0.68	0.61	0.57	0.43	0.32	0.20	0.61	1.02	1.28	268	304	268		0.38	Impact sur bassin maritime; une partie des raccordés sera basculée sur Ville Es Nonais 3 quand fonctionnel		
LA VILLE ES NONAIS 2 PORT ST JEAN	RAFG	2008	300		FPR	non	infiltration		séparatif	oui rance	oui		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	pas de rejet			
LA VILLE ES NONAIS 3 TRAM	RAFG	2011	560	131	LAG	non	marnage		séparatif	non	non	fuite bassin n°2 et 3 depuis mise en service (argile fissurée) = défaut de conception; procédure juridique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Il ya des rejets, mais non mesurés (fuite en dessous!)	0.00	Impact sur bassin maritime; procédure juridique en cours; nouveau projet nécessaire
LANDUJAN	Haute-Rance	1987	500	455	LAG	non	-		séparatif; surcharge hydraulique surtout en hiver	non	oui	projet étude faisabilité en cours	0.39	1.235	1.3	0.195	0.13	0.104	0.026	0.026	0.13	0.286	0.546	0.455	146	198	146		0.32	Impact sur Néal; marge amélioration; projet étude faisabilité (FPR?)		
LES IFFS	Linon	2009	180		FPR	non	LAG		séparatif	non	non	rendement épuratoire P bon; pas de données de débit mensuel	0.17	0.17	0.17	0.17	0	0	0	0	0	0.17	0.17	0.17	0.17	41	78	41	plus faible que théorie mais retenu (cf étiage)			
MEDREAC	Haute-Rance	1979	1000	966	LAG	non	-		partiellement unitaire et surcharge hydraulique; travaux réseaux en 2013	oui	oui	projet rénovation BA stoppé en 2009 (prb bât. de France croix classée dans cimetière); Reprise projet prévu	0.49	0.63	0.45	0.32	0.35	0.31	0.22	0.31	0.34	0.41	0.50	0.42	144	61	144	2013 retenu car idem années précédentes	0.15			
MEILLAC	Linon	1996	700	596	LAG	non	-		séparatif; surcharge hydraulique	oui milieu	oui	rendement épuratoire P moyen; bon entretien de la lagune	1.19	0.84	1.01	0.29	0.60	0.25	0.02	0.10	0.15	0.42	0.67	0.76	192	258	192		0.32			
PLESDER	Linon	2005	440	342	LAG	non	marnage		pas de surcharge hydraulique	non	non (non autorisé)	arrive à saturation; pas de données P	0.407	0.407	0.407	0.407	0	0	0	0	0.407	0.407	0.407	0.407	99	149	99	Pas de données: flux théorique (moins étiage)	0.29			
PLEUGUENEUC	Linon	1995	1500		BA	oui (en période estivale)	-		séparatif; travaux engagés sur réseau	oui station	oui	rendement épuratoire P bon	0.29	0.34	0.35	0.16	0.1	0.11	0.06	0.06	0.06	0.09	0.1	0.16	57		57					
QUEBRIAC	Linon	1992	800	787	LAG	non	-		séparatif; surcharge hydraulique	non	oui (autorisation limitée)	réhabilitation réseau pour fin 2015. Projet extension pour 2017; rendement épuratoire P bon	0.57	0.67	0.59	0.33	0.30	0.16	0.03	0.08	0.10	0.25	0.50	0.50	124	341	124	plus faible que théorie, mais idem autres années	0.16			
QUEDILLAC	Haute-Rance	1986	1350	677	LAG	non	-		séparatif; surcharge hydraulique	non	oui	rendement épuratoire P insuffisant; Arr. Pref fev.2015; travaux prévus; baisse capacité 950 EH; andouillerie prévoit pré-traitement	1.25	1.23	0.75	1	0.75	1.00	0.63	0.48	0.38	0.38	0.63	0.4	269	294	269		0.40			



# **ANNEXE 5 : fiches de synthèse de l'activité agricole des 4 grands bassins versants**

# BASSIN VERSANT DE LA HAUTE-RANCE

## AGRICULTURE

Source RPG 2013 et Agreste Bretagne 2011

Superficie : 37384 ha

Part de la SAU : 72 % (RPG 2011)

Nombre d'exploitation : 513 dont 408 moyennes et grandes (IRA 2010)

BV situé dans le dispositif 3B-1 du SDAGE.

### Répartition des exploitations et surfaces agricoles :

	Millier d'unité de bétail	Origine du P organique	Evolution 2000 - 2010
Total bovin	37.1	52 %	-0.9 %
Total porcin	168.5	36 %	-0.1 %
Total avicole	1009	12 %	+0.6 %
	Assolement (% de la SAU)		Evolution 2006 - 2010
Céréales, oléagineux, protéagineux <i>Rendement blé 76 Qx/ha</i>	37 %		-0.1 %
Maïs grain et fourrage <i>Rendement grain 91 Qx/ha</i> <i>Rendement fourrage 139 Qx/ha</i>	31 %		+1.3 %
Surface toujours en herbe	4.1 %		-11 %
Prairie temporaire moins de 5 ans	25 %		+2.8 %
Légumes	0.1%		/

### Pratiques de fertilisation

	Apport moyen	Remarques
P organique brut	83 kg/ha	
P organique net	64 kg/ha	<b>Balance globale P =+ 6kg/ha</b>
P minéral	6.9 kg/ha	
	Cultures amandées en engrais de ferme	
SAMO : 49 % de la SAU	92 % du maïs 30 % des prairies 20 % des céréales à paille	
Non labour	15 % de la SAU	43 % des exploitants ayant des terres labourables pratiquent le non-labour

### Calcul de la balance globale : en tonnes

Quantité de production organique brute	2 163
Résorption par biphasé, transfert ou traitement	- 521
Importation dans le cadre de plans d'épandage	567
Exportation dans le cadre de plans d'épandage	- 551
Quantité d'apports totaux d'origine minérale	183
Exportation de l'azote ou du phosphore par les végétaux	- 1 672
Balance globale	168

### Contractualisation MAE ou Breizh Bocage

	En chiffre
MAET –Eau (pesticides et engrais):	6870 ha (157 exploitations)
MAER2 (allongement des rotations)	1097 ha (25 exploitations)
SFEI (syst. Fourragers économe en intrant)	210 ha (10 exploitations)
Breizh bocage (engagés ou prévu de s'engager)	%

Le ratio surface engagées en MAE/SAU est un des plus élevés de Bretagne.

### Sensibilité aux enjeux environnementaux

Enjeux environnementaux de la problématique phosphore identifiés par	39 % des exploitants	
Modification des pratiques de fertilisation depuis 2006	60% des exploitants	
Utilité (cité par X % d'exploitants)		
des conseils individuels	62 %	
réunion informations	34 %	
formations	/	
démonstrations collectives	23%	
Interlocuteurs privilégiés (cité par X % d'exploitants)		
Chambre d'Agriculture	31 %	Pour désherbage alternatif : 16 %
Négociants	/ %	
Coopératives	31 %	Pour désherbage alternatif : 53 %

# BASSIN VERSANT DU FREMUR AGRICULTURE

Source RPG 2013 et Agreste Bretagne 2011

Superficie : 12 304 ha

Part de la SAU : 59 % (RPG 2013)

Nombre d'exploitation : 113 dont 83 moyennes et grandes (IRA 2010)

## Répartition des exploitations et surfaces agricoles :

	Millier d'unité de bétail	Origine du P organique	Evolution 2000 - 2010
Total bovin	7,9	52 %	-0,9 %
Total porcin	37,9	40 %	+ 1,5 %
Total avicole	Secret statistique	8 %	Non connu
	Assolement (% de la SAU)		Evolution 2006 - 2010
Céréales, oléagineux, protéagineux <i>Rendement blé 75 Qx/ha</i>	37,2 %		+ 2.3 %
Maïs grain et fourrage <i>Rendement grain 86 Qx/ha</i> <i>Rendement fourrage 141 Qx/ha</i>	30,8 %		+ 0,9 %
Surface toujours en herbe	3,4 %		-4%
Prairie temporaire moins de 5 ans	27 %		+ 3,2 %
Légumes	0 %		/

## Pratiques de fertilisation et non labour

	Apport moyen	
P organique brut	63 kg/ha	<b>Balance globale P = - 16 kg/ha</b>
P organique net	35 kg/ha	
P minéral	11.5 kg/ha	
SAMO : 35 % de la SAU Cultures amandées en engrais de ferme	74 % maïs 17 % prairie 9 % céréales à paille	
Non labour	11 % de la SAU	33 % des exploitants ayant des terres labourables pratiquent le non-labour

Calcul de la balance globale :

### Contractualisation MAE ou Breizh Bocage (2009-2014)

	En chiffre
MAET – Eau :	618 ha (13 exploitations)
MAER2 :	310 ha (6 exploitations)
SFEI :	122 ha (3 exploitations)
Breizh bocage (engagés ou prévu de s'engager)	27 % des exploitants

### Sensibilité aux enjeux environnementaux

Enjeux environnementaux de la problématique phosphore identifiés par	44 % des exploitants	
Modification des pratiques de fertilisation depuis 2006	¾ des exploitants	
Utilité (cité par X % d'exploitants)		
des conseils individuels	50 %	
des informations, formations, démonstrations collectives	25 %	
Interlocuteurs privilégiés (cité par X % d'exploitants)		
Chambre d'Agriculture	27 %	
Négociants	23 %	
Coopératives	18%	Faible par rapport au département (36 %)

# BASSIN VERSANT DU LINON AGRICULTURE

Source RPG 2013 et Agreste Bretagne 2011

Superficie : 30 387 ha

Part de la SAU : 68% (RPG 2013)

Nombre d'exploitation : 413 dont 291 moyennes et grandes (IRA 2010)

## Répartition des exploitations et surfaces agricoles :

	Millier d'unité de bétail	Origine du P organique	Evolution 2000 - 2010
Total bovin	31,7	52 %	0 %
Total porcin	89,0	40 %	+ 0,3 %
Total avicole	Secret statistique	8 %	Non connu
	Assolement (% de la SAU)		Evolution 2006 - 2010
Céréales, oléagineux, protéagineux <i>Rendement blé 75 Qx/ha</i>	%		+1,3 %
Maïs grain et fourrage <i>Rendement grain 86 Qx/ha</i> <i>Rendement fourrage 141 Qx/ha</i>	32 %		+ 1,1 %
Surface toujours en herbe	3,4 %		-3,7%
Prairie temporaire moins de 5 ans	27 %		+ 0,6 %
Légumes	0 %		/

## Pratiques de fertilisation et non labour

	Apport moyen	
P organique brut	56 kg/ha	<b>Balance globale P = - 3 kg/ha</b>
P organique net	52 kg/ha	
P minéral	12 kg/ha	
SAMO : 46 % de la SAU	82 % maïs	
Cultures amandées en engrais de ferme	21 % prairie	
	30 % céréales à paille	
Non labour	16 % de la SAU	37 % des exploitants ayant des terres labourables pratiquent le non-labour

### Calcul de la balance globale en phosphore: en tonnes

Quantité de production organique brute	1288
Résorption par biphase, transfert ou traitement	- 317
Importation dans le cadre de plans d'épandage	447
Exportation dans le cadre de plans d'épandage	- 227
Quantité d'apports totaux d'origine minérale	286
Exportation de l'azote ou du phosphore par les végétaux	- 1 553
Balance globale	-75

### Contractualisation MAE ou Breizh Bocage (2009-2014)

	En chiffre
MAET – Eau :	X ha (Y exploitations) non connu
MAER2 :	525 ha (16 exploitations)
SFEI :	241 ha (12 exploitations)
Breizh bocage (engagés ou prévu de s'engager)	14 % des exploitants

### Sensibilité aux enjeux environnementaux

Enjeux environnementaux de la problématique phosphore identifiés par	? % des exploitants	
Modification des pratiques de fertilisation depuis 2006	65% des exploitants	
Utilité (cité par X % d'exploitants)		
des conseils individuels	48 %	
des informations, formations, démonstrations collectives	42 %	
Interlocuteurs privilégiés (cité par X % d'exploitants)		
Chambre d'Agriculture	27 %	
Négociants	21 %	
Coopératives	19%	
Contrôle laitier	23 %	Fort par rapport au département (2%)

# BASSIN VERSANT RANCE AVAL-FALUNS AGRICULTURE

## Source RPG 2013 et Agreste Bretagne 2011

Superficie : 46 604 ha

Part de la SAU : 52% (RPG 2013)

Nombre d'exploitation : 588 dont 401 moyennes et grandes (IRA 2010)

### Répartition des exploitations et surfaces agricoles :

	Millier d'unité de bétail	Origine du P organique	Evolution 2000 - 2010
Total bovin	26,8	%	-0,6 %
Total porcin	86,8	%	-1 %
Total avicole	467,8	%	- 4,3 %
	Assolement (% de la SAU)		Evolution 2006 - 2010
Céréales, oléagineux, protéagineux <i>Rendement blé 75 Qx/ha</i>	%		+1,6 %
Maïs grain et fourrage <i>Rendement grain 86 Qx/ha</i> <i>Rendement fourrage 141 Qx/ha</i>	26 %		-0,3 %
Surface toujours en herbe	3,2 %		-10,8 %
Prairie temporaire moins de 5 ans	21 %		+ 2,5 %
Légumes	8,1 %		/

### Pratiques de fertilisation et non labour

	Apport moyen	
P organique brut	48 kg/ha	
P organique net	34 kg/ha	<b>Balance globale P = -19 kg/ha</b>
P minéral	9 kg/ha	
SAMO : 35 % de la SAU	? % maïs	
Cultures amandées en engrais de ferme	12 % prairie 13 % céréales à paille	
Non labour	? % de la SAU	

### Calcul de la balance globale en phosphore: en tonnes

Quantité de production organique brute	1 173
Résorption par biphasé, transfert ou traitement	- 289
Importation dans le cadre de plans d'épandage	257
Exportation dans le cadre de plans d'épandage	- 315
Quantité d'apports totaux d'origine minérale	231
Exportation de l'azote ou du phosphore par les végétaux	- 1 511
Balance globale	- 453

### Contractualisation MAE ou Breizh Bocage (2009-2014)

	En chiffre
MAET – Eau :	0 ha (0 exploitations)
MAER2 :	1 580 ha (25 exploitations)
SFEI :	304 ha (13 exploitations)
Breizh bocage (engagés ou prévu de s'engager)	14 % des exploitants

### Sensibilité aux enjeux environnementaux

Enjeux environnementaux de la problématique phosphore identifiés par	5 % des exploitants	Très faible
Modification des pratiques de fertilisation depuis 2006	3/4 des exploitants	
Utilité (cité par X % d'exploitants)		
des conseils individuels	59 %	
des informations, formations, démonstrations collectives	52 %	
Interlocuteurs privilégiés (cité par X % d'exploitants)		
Chambre d'Agriculture	27 %	
Négociants	? %	
Coopératives	57%	

# BASSIN VERSANT GUINEFORT AGRICULTURE

## Source RPG 2013 et Agreste Bretagne 2011

Superficie : 6 044 ha

Part de la SAU : 57% (RPG 2013)

Nombre d'exploitations moyennes à grande: 33 hors maraîchage et horticulture (IRA 2010)

### Répartition des exploitations et surfaces agricoles :

	Millier d'unité de bétail	Origine du P organique	Evolution 2000 - 2010
Total bovin	2,9	%	-2,3 %
Total porcin	3,7	%	+5,3 %
Total avicole	Secret statistique	%	/ %
	Assolement (% de la SAU)		Evolution 2006 - 2010
Céréales, oléagineux, protéagineux <i>Rendement blé 75 Qx/ha</i>	%		+2,3 %
Maïs grain et fourrage <i>Rendement grain 86 Qx/ha</i> <i>Rendement fourrage 141 Qx/ha</i>	31 %		+2,1 %
Surface toujours en herbe	3,2 %		-11,5 %
Prairie temporaire moins de 5 ans	21,4 %		+ 0,5 %
Légumes	/ non connu		/

### Pratiques de fertilisation et non labour

	Apport moyen	
P organique brut	45 kg/ha	<b>Balance globale P = +7 kg/ha</b>
P organique net	58 kg/ha	
P minéral	9 kg/ha	
SAMO : 37 % de la SAU	? % maïs	
Cultures amandées en engrais de ferme	19 % prairie 4 % céréales à paille	
Non labour	? % de la SAU	

### Calcul de la balance globale en phosphore: en tonnes

Quantité de production organique brute	108
Résorption par biphasé, transfert ou traitement	- 7
Importation dans le cadre de plans d'épandage	53
Exportation dans le cadre de plans d'épandage	- 14
Quantité d'apports totaux d'origine minérale	22
Exportation de l'azote ou du phosphore par les végétaux	- 144
Balance globale	+ 18

Contractualisation MAE ou Breizh Bocage (2009-2014)

### Taux de contractualisation très fort dans ce bassin versant

	En chiffre
MAET – Eau :	1216 ha (28 exploitations)
MAER2 :	131 ha (8 exploitations)
SFEI :	0 ha (0 exploitations)
Breizh bocage (engagés ou prévu de s'engager)	35 % des exploitants

### Sensibilité aux enjeux environnementaux

Enjeux environnementaux de la problématique phosphore identifiés par	? % des exploitants	Non connu
Modification des pratiques de fertilisation depuis 2006	73 % des exploitants	
Utilité (cité par X % d'exploitants)		
des conseils individuels	56 %	
des informations, formations, démonstrations collectives	69 %	
Interlocuteurs privilégiés (cité par X % d'exploitants)		
Chambre d'Agriculture	8 %	faible
Négociants	? %	
Coopératives	56%	

## **ANNEXE 6 : données sur les points de mesure de la qualité de l'eau utilisées pour illustrer les teneurs en phosphore et les flux associés**

## Caractéristiques des stations de mesure de la qualité de l'eau

3 stations de débit

Rance	J061161	153
Néal	J0626610	82
Frémur	J10045220	37.5

BV km2

Sta_Numero_Station	Sta_Localisation_Globale	Sta_Localisation_Precise	fichier données	Année mesures	calendaire	pluie	Remarques	Point Inter et Grad	Surface BV km2	Débit assimilé à?
4164550	Rance-pont D6	aval moulin de la Rance	BV Haute Rance	2008-2014	X		Uniquet calendaire mais point Interfaces et Grad	X	11.9	Rance
4306001	Rance Plumaugat	L'Epinay	BV Haute Rance	2008-2014	X	X	unigt P total		103	Rance
4164800	Rance pont D766	Saint Jouan de l'isle	BV Haute Rance	2008-2014	X		Uniquet calendaire mais point Interfaces et Grad	X	153	Rance
4164850	Rance - Caulnes	La Roptais	Osusur_web_Rance + BV Haute Rance	2008-2014	X	X	station Osusur web complété par EBR en pluie	X	192	Rance
4306000	Néal Landujan	Malabry	BV Haute Rance	2008-2014	X	X	unigt P total		43	Néal
4164950	Néal - Médréac	Pont D22	BV Haute Rance	2008-2014	X	X		X	82	Néal
4164897	Frémur - Yvignac	La Ville Morvan	BV Haute Rance	2007-2014	X	X	unigt P total		30	Rance
4164870	Frémur - Caulnes	Château de la Roche	BV Haute Rance	2008-2014	X	X			76	Rance
4165700	Linon	Avant confluence avec Donac	Osusur_web-Linon	2008-2014	X		Uniquet calendaire mais point Interfaces et Grad	X	73	Néal
	Linon LN13	Bois Avril	BV Linon	2009-2014 (manque 2010)	X	X	Station bilan		116	Néal
	Linon 5 bis - exutoire BV Linon		BV Linon	2009-2014 (manque 2010)	X	X	Station bilan		303	Néal
4165200	Rance st André des Eaux		Osusur_web_Rance	2008-2014	X		Uniquet calendaire mais point Interfaces et Grad	X	478	Rance
4165905	Rance Léhon		Osusur_web_Rance	2010-2014	X		Uniquet calendaire mais point intermédiaire Rance	X	883	Rance
4166095	Rance St Samson sur Rance		Osusur_web_Rance	2010-2014	X		Uniquet calendaire mais point exutoire Rance		939	Rance
04166225	Affluent Frémur 6 F		BV Fremur	2008-2013	X	X	peu d'éch. Pluie sauf 2009 et 2014		5.3	Frémur
04166236	Affluent frémur 7 F		BV Fremur	2008-2013	X	X	peu d'éch. Pluie sauf 2014		6.5	Frémur
4166250	Frémur Pleslin Trigavou		Osusur_web_fremur + BV Frémur (combiner les deux)	2008-2014	X	X	station bilan Osusur_web calendaire + (calendaire en 2008 et) pluie SMPEPCE sauf	X	37.5	Frémur
4165225	Guinefort			2008 - 2014						Rance
4165100	Le Hac Tréfumel			2009-2014						Rance

## Stations de mesure de la qualité de l'eau: percentile 90 de 2008 à 2014

Sta_Numero_Station	Sta_Localisation_Globale	X	Y	p90 2008	nbre éch.	p90 2009	nbre éch.	p90 2010	nbre éch.	p90 2011	nbre éch.	p90 2012	nbre éch.	p90 2013	nbre éch.	p90 2014	nbre éch.	moy. P90 2008-2014	nbre éch.total	nbre éch. moy/an	ecart type moy 2008- 2014
4164550	Rance - St Jacut du Mene	292639	6813148	0.148	12	0.361	12	0.244	12	0.164	12	0.25	12	0.24	12	0.15	12	0.22	84	12	0.06
4306001	Rance - Plumaugat	308975	6807353	0.22	23	0.46	23	0.14	19	0.39	20	0.33	19	0.29	20	0.23	20	0.29	144	21	0.08
4164800	Rance - St Jouan de l'Isle	316728	6807388	0.31	12	0.13	12	0.23	12	0.1	12	0.19	12	0.13	12	0.21	12	0.19	84	12	0.06
4164850	Rance - Caulnes	321024	6812710	0.37	23	0.52	20	0.22	20	0.46	20	0.3	20	0.48	14	0.36	14	0.39	131	19	0.09
4306000	Néal - Landujan	328237	6806374	0.47	23	0.68	23	0.31	19	0.42	19	0.53	19	0.36	20	0.39	20	0.45	143	20	0.09
4164950	Néal - Médréac	326081	6808867	0.44	23	0.38	22	0.39	20	0.47	18	0.41	20	0.36	20	0.39	19	0.41	142	20	0.03
4164897	Frémeur - Yvignac	317078	6815940	0.25	23	0.4	23	0.24	19	0.41	20	0.26	19	0.26	19	0.25	19	0.30	142	20	0.06
4164870	Frémeur - Caulnes	321603	6812860	0.29	23	0.3	34	0.23	30	0.35	29	0.25	31	0.25	27	0.23	33	0.27	207	30	0.04
4165700	Linon	341727	6820747	0.24	12	0.28	12	0.32	11	0.39	10	0.47	12	0.36	12	0.47	12	0.36	81	12	0.07
LN13	Linon LN13 - St Domineuc	340926	6820465		2	0.63	14		0	0.22	16	0.26	23	0.23	21	0.31	23	0.33	99	20	0.12
LN 5bis	Linon 5 bis - Evran	330409	6821296		2	0.56	14		0	0.16	16	0.2	23	0.18	21	0.15	23	0.25	99	20	0.12
4165200	Rance - st André des Eaux	330487	6820762	0.24	9	0.18	12	0.15	12	0.16	12	0.14	12	0.12	12	0.19	12	0.17	81	12	0.03
4165905	Rance- Léhon	327721	6827559	0.13	9	0.12	12	0.16	12	0.1	12	0.14	12	0.15	12	0.2	12	0.14	81	12	0.02
4166095	Rance - St Samson sur Rance	330800	6832402		0		5	0.3	13	0.47	12	0.22	12	0.27	12	0.24	12	0.30	66	13	0.07
04166225	6 F	326012	6834873	0.49	12	0.42	15	0.66	7	0.72	7	0.43	12	0.65	11	0.55	9	0.56	73	15	0.10
04166236	Fremur 7 F	326093	6836940	0.47	14	0.37	18	0.48	13	0.28	13	0.48	12	0.37	15	0.35	12	0.40	97	14	0.07
4166250	Fremur - Pleslin Trigavou	325719	6839852	0.22	18	0.21	18	0.33	14	0.21	13	0.23	14	0.26	14	0.27	12	0.25	103	15	0.03
4165225	Guinefort	328751	6820704		0	0.14	12	0.19	12	0.16	12	0.18	12	0.12	12	0.25	12	0.17	72	12	0.03
4165100	Le Hac - Trefumel	328836	6816939		0	0.23	12	0.47	12	0.25	12	0.34	12	0.24	12	0.3	12	0.31	72	12	0.07

**Stations de mesure du flux de phosphore: flux de 2008 à 2014 en tonnes par an (et flux spécifiques en kg/an/ha)**

Sta_Numero_Station	Sta_Localisation_Globale	X	Y	flux 2008	flux spec Kg/ha/an 2008	nbre ech.	flux 2009	flux spec Kg/ha/an 2009	nbre ech.	flux 2010	flux spec Kg/ha/an 2010	nbre ech.	flux 2011	flux spec Kg/ha/an 2011	nbre ech.	flux 2012	flux spec Kg/ha/an 2012	nbre ech.	flux 2013	flux spec Kg/ha/an 2013	nbre ech.	flux 2014	flux spec Kg/ha/an 2014	nbre ech.	Flux moy. 2008-2014	flux spec Kg/ha/an	nbre échantillon	nbre échantillon moy/an	% incertitude
4164550	Rance - St Jacut du Mene	292639	6813148	0.37	0.3	12	0.32	0.3	12	0.67	0.6	12	0.14	0.1	12	0.33	0.3	12	0.37	0.3	12	0.59	0.5	12	0.40	0.34	84	12.00	
4306001	Rance - Plumaugat	308975	6807353	6.68	0.6	23	5.44	0.5	23	3.59	0.3	19	3.6	0.3	20	4.27	0.4	19	6.72	0.7	20	7.87	0.8	20	5.45	0.51	144	20.57	
4164800	Rance - St Jouan de l'Isle	316728	6807388	9.01	0.6	12	3.72	0.2	12	10.04	0.7	12	1.44	0.1	12	5.16	0.3	12	5.44	0.4	12	11.17	0.7	12	6.57	0.43	84	12.00	
4164850	Rance - Caulnes	321024	6812710	21.79	1.1	23	18.46	1	20	9.76	0.5	20	7.24	0.4	20	8.16	0.4	20	23.95	1.2	14	22.09	1.2	14	15.92	0.83	131	18.71	
4306000	Néal - Landujan	328237	6806374	3.87	0.9	23	2.41	0.6	23	1.06	0.2	19	1.59	0.4	19	1.82	0.4	19	3.48	0.8	20	3.71	0.9	20	2.56	0.60	143	20.43	
4164950	Néal - Médreac	326081	6808867	6.47	0.8	23	3.26	0.4	22	1.87	0.2	20	4.4	0.5	18	3.04	0.4	20	6.19	0.8	20	8.82	1.1	19	4.86	0.60	142	20.29	
4164897	Frémeur - Yvignac	317078	6815940	2.13	0.71	23	1.39	0.46	23	0.98	0.33	19	0.75	0.25	20	0.87	0.29	19	1.92	0.64	19	2.11	0.70	19	1.45	0.48	142	20.29	
4164870	Frémeur - Caulnes	321603	6812860	5.59	0.8	23	3.95	0.56	34	3.31	0.47	30	2.07	0.3	29	2.45	0.35	31	4.32	0.62	27	5.13	0.73	33	3.83	0.55	207	29.57	
4165700	Linon	341727	6820747	2.04	0.3	12	1.95	0.3	12	1.3	0.2	11	0.79	0.1	10	2.61	0.4	12	2.43	0.3	12	2.06	0.3	12	1.88	0.27	81	11.57	
LN13	Linon LN13 - St Domineuc	340926	6820465	8.28	0.5	2	11.65	0.7	14			0	3.52	0.2	16	3.5	0.2	23	6.33	0.4	21	12.08	0.7	23	7.42	0.45	99	19.80	
LN 5bis	Linon 5 bis - Evran	330409	6821296	10.46	0.3	2	14.2	0.5	14			0	4.79	0.1	16	5.28	0.2	23	10.24	0.3	21	13.45	0.4	23	9.74	0.30	99	19.80	
4165200	Rance - st André des Eaux	330487	6820762	30.13	0.6	9	14.78	0.3	12	18.26	0.4	12	7.01	0.1	12	8.31	0.2	12	18.18	0.4	12	29.43	0.6	12	18.01	0.37	81	11.57	
4165905	Rance - Léhon	327721	6827559	30.28	0.3	9	21.86	0.2	12	39.15	0.4	12	10.32	0.1	12	20.46	0.2	12	28.83	0.3	12	63.71	0.7	12	30.66	0.31	81	11.57	
4166095	Rance - St Samson sur Rance	330800	6832402			0	27.47	0.3	5	53.93	0.6	13	17.85	0.2	12	21.57	0.2	12	37.78	0.4	12	81.06	0.9	12	39.94	0.43	66	13.20	
04166225	Affluent Pont Ravier Fremur 6 F	326012	6834873	0.63	1.2	12	0.28	0.5	15	0.87	1.6	7	0.11	0.2	7	0.27	0.5	12	0.98	1.8	11	1.02	1.9	9	0.59	1.10	73	14.60	
04166236	F	326093	6836940	0.66	1.0	14	0.29	0.4	18	0.67	1.0	13	0.13	0.2	13	0.38	0.6	12	0.74	1.1	15	0.45	0.7	12	0.47	0.73	97	13.86	
4166250	Fremur - Pleslin Trigavou	325719	6839852	1.8	0.48	18	1.09	0.29	18	2.37	0.63	14	0.48	0.13	13	1.07	0.29	14	2.02	0.54	14	1.87	0.50	12	1.53	0.41	103	14.71	
4165225	Guinefort	328751	6820704			0	1.08	0.2	12	2.7	0.5	12	0.52	0.10	12	1.38	0.26	12	1.11	0.21	12	3.92	0.73	12	1.79	0.33	72	12.00	
4165100	Le Hac - Trefumel	328836	6816939			0	1.11	0.27	12	2.99	0.73	12	0.4	0.10	12	1.17	0.29	12	1.23	0.30	12	2.66	0.65	12	1.59	0.39	72	12.00	

# **ANNEXE 7 : méthode de calcul du flux Pol(F)lux**

Logiciel utilisé : Pol(F)lux

Développé par l'université de Tours – Florentina Moatar

# METHODOLOGIE DE CALCUL DES FLUX

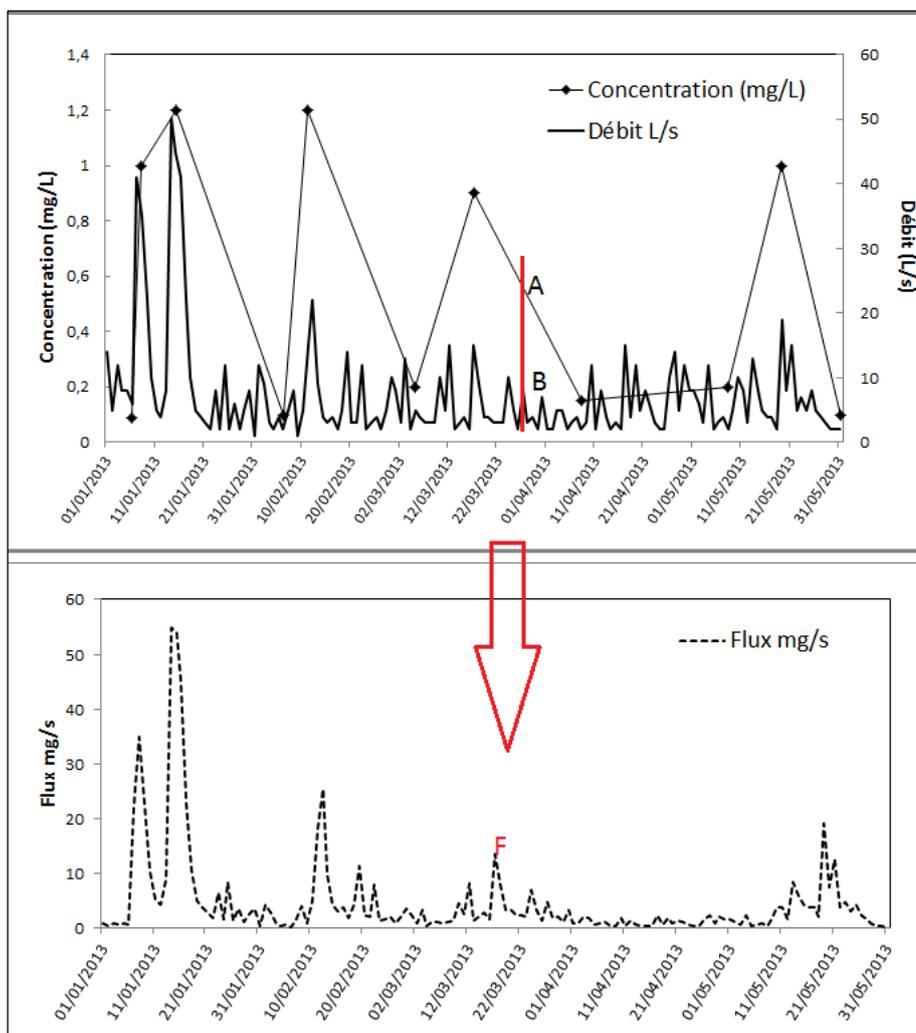
## Définition d'un flux

Pour calculer la quantité de phosphore transitant en un point donnée du cours d'eau pendant un temps donné (une année hydrologique par exemple), le FLUX est calculé de la manière suivante :

$$FLUX \text{ en } T/an = SOMME (\text{Débit} \times \text{concentration}) \text{ sur la période voulue}$$

Les graphiques suivants illustrent le principe de calcul :

- Les données de débit sont disponibles en continu
- Les données de concentration sont disponibles à des pas de temps variables en fonction de la procédure d'échantillonnage : pour le phosphore à minima un prélèvement par mois à date fixe et éventuellement des prélèvements supplémentaires en période de crue (au-delà d'une intensité pluvieuse de plus de 10 mm en 24h).



Entre chaque point de mesure de la concentration, une relation linéaire (ici dans le graphe) ou plus affinée (cas de Pol(F)lux) est supposée.

La mesure des débits est disponible chaque seconde : à chaque point de débit (B) est associée une valeur de concentration (A).

Le flux se calcule à chaque seconde :  $Flux = A \times B$

Le graphe du haut illustre bien l'importance d'avoir des concentrations associées aux périodes de crue ou bien à défaut une fréquence de prélèvement suffisante pour « capter » la variabilité importante des concentrations de phosphore.

- Pour calculer le flux sur une période donnée il suffit de sommer les flux à chaque seconde. Graphiquement cela revient (pour ceux qui se souviennent de leurs cours de maths de lycée...) à intégrer l'aire sous la courbe des flux. Des méthodes automatisées existent !

## L'importance d'une fréquence d'échantillonnage plus que mensuelle

Un prélèvement mensuel conduit à sous-estimer le flux jusqu'à 50 % (Bordenave *et al*, 2003 ; Johnes, 2007).

Le Protocole régional du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons (version de janvier 2015) indique la fréquence de prélèvement à privilégier pour minimiser les erreurs sur le calcul du flux.

Le mieux :

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Suivi calendaire													
Suivi pluie	Autant de prélèvements pluie que de pluies > 8 à 10 mm sur 24h												>12
Nombre de prélèvement													>12



Acceptable :

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Suivi calendaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Suivi pluie	si possible 12 prélèvements en temps de pluie dans l'année												12
Nombre de prélèvement													24

Les points de mesures dans le périmètre du SAGE, où un calcul de flux est envisagé (19 points au total), ont une fréquence d'échantillonnage allant de 12 à 32 par an en fonction des stations et des années.

## Les données de débits

A l'échelle du bassin versant du SAGE, seules 3 stations de mesure de débits existent.

Pour pouvoir calculer des flux de phosphore à l'exutoire des quatre grands bassins versants, il manque donc des données de débit.

Dans son étude chiffrant les flux de phosphore sur le périmètre du SAGE, le bureau d'Etudes Interfaces et Gradients utilise une méthode d'extrapolation pour déduire les débits des points manquants. L'étude s'est basée sur 9 points de mesure où les séries de données en phosphore sont disponibles à des fréquences satisfaisantes et sur une période relativement longue (depuis 2002).

Le principe est le suivant :

- Affecter les séries de débit d'une des trois stations aux bassins versants ayant des similitudes du point de vue climatique et des caractéristiques des cours d'eau (sévérité de la période d'étiage par exemple).
- Re-calculer les débits aux points manquants, en corrigeant par la surface du bassin versant alimentant le point.

## Logiciel de calcul des flux : Pol(F)lux

Dans le Protocole régional du réseau de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons (version de janvier 2015) il est proposé l'outil « système expert Pol(F)lux » développé par l'Université de Tours.

Cet outil de calcul a été validé pour des bassins de superficie supérieure à 500 km<sup>2</sup> et est actuellement en cours de test pour de petits bassins versants. Il permet de calculer des flux de phosphore et d'y associer une incertitude.

### Outil POL(F)LUX (Logiciel libre d'utilisation)

#### Principe :

- ❑ La relation linéaire supposée entre chaque point de concentration (cf. graphe du haut) n'est pas précise car elle ne tient pas compte de la dépendance de la concentration au débit, très nette dans le cas du phosphore (ce qui n'est pas le cas pour les nitrates par exemple). Autrement dit, on constate qu'à un débit élevé correspond une concentration en phosphore élevée, liée au mécanisme de transfert du phosphore majoritairement par érosion des sols lors des crues. Toutefois un ratio simple débit/concentration n'existe pas (l'impact érosif d'une crue de printemps n'est pas identique à une crue d'automne par exemple).
- ❑ Parmi une 20<sup>ème</sup> de méthodes testées, une méthode optimale pour calculer les flux de phosphore a été définie. Le principe est de combler les séries de concentrations manquantes par une **régression linéaire** en tenant compte du lien entre la concentration et le débit à chaque instant.

$$C^* = \frac{\sum_{i=1}^n C_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

$$F_{sim} = KC^* \bar{q}$$

$C_i$  = concentration à un instant  $t$

$q_i$  = débit moyen journalier mesuré associé à  $C_i$

$n$  : nombre de couples de données  $C$  et  $Q$  réellement mesurées

$q$  = débit moyen annuel

$K$  = facteur de conversion d'unité

$F_{sim}$  = flux

#### Calcul de l'incertitude

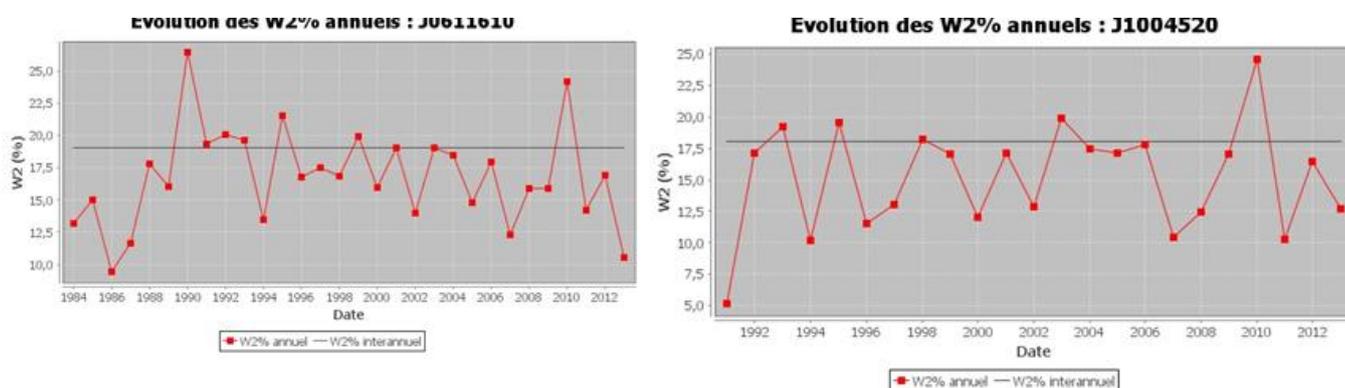
Une incertitude est associée au calcul de flux. Elle se base sur deux indicateurs qui déterminent la réactivité hydrologique des bassins versants et la dynamique du macropolluant (ici le phosphore) et des matières en suspension échantillonnées. Le résultat du calcul d'incertitude donne un pourcentage d'erreur associé au flux calculé sur la période voulue.

- ❑ **La réactivité hydrologique d'un bassin versant en crue** est caractérisée par l'indicateur W2% : Il est déterminé comme étant le pourcentage du volume d'eau qui s'écoule pendant les plus forts débits en 2% du temps annuel (soit 7 jours dans l'année). Il peut être calculé à l'échelle annuelle ou interannuelle. Plus la valeur de W2% est grande, plus la réactivité hydrologique du cours d'eau est importante et plus les concentrations des macropolluants subissant des variations de concentration fortes lors des crues risquent d'être variables dans le temps.

Quatre gammes de réactivité hydrologique sont identifiées : très faible (W2%<10%), faible (10 à 15%), moyenne (15 à 25%) et forte (>25%).

En Bretagne, l'indice W2% varie entre 10 et 25 % en moyenne interannuelle, mais à une échelle annuelle la gamme de variation est beaucoup plus importante (les quatre classes de réactivité hydrologique sont représentées).

La figure suivante illustre la variation de ce paramètre à une échelle annuelle pour la station DIREN située sur la Rance (St Jouan de l'Isle) en amont de Rophémel et la station DIREN situé dans le bassin versant du Frémur en amont de Bois-Joli. Elle met en évidence que les « réactivités hydrologiques » de ces deux cours d'eau sont similaires.



Evolution du paramètre W2% pour les stations J0611610 et J1004520

- ❑ **la dynamique des macropolluants (b50)** qui identifie la variabilité hydrochimique et sédimentologique du macropolluant. Ce paramètre est caractérisé pendant la période de hautes eaux d'après les relations concentrations-débits (pente de la régression entre  $\log(\text{concentration}) = F(\log \text{débit})$ ).

En fonction de la réactivité hydrologique du cours d'eau (pic de crue plus ou moins sévère, obstacles à l'écoulement...) cet indicateur est plus ou moins fort.

En Bretagne, ce paramètre est positif dans le cas du phosphore. Autrement dit, l'accroissement des débits induit un accroissement des concentrations. De plus, les flux de phosphore particulaire croissent plus vite que les flux d'eau pendant les crues. Trois gammes identifient la capacité d'entraînement du phosphore dans le cours d'eau : faible (b50sup de 0.2 à 0.8), moyen (b50sup de 0.8 à 1.4), fort (b50sup >1.4).

Par exemple, les valeurs de cet indicateur dans la station de St Jouan de l'Isle en amont de Rophémel sur la Rance varient de -0.44 à +0.42. Sur le Frémur l'indicateur varie de -0.03 à +0.32. Cette gamme de valeurs plus étroite sur le Frémur est à relier aux nombreux obstacles à l'écoulement présents sur ce cours d'eau.

# **ANNEXE 8 : méthode d'extrapolation des flux des rejets des stations d'épuration**

# METHODOLOGIE POUR DIFFERENCIER LES ORIGINES DU PHOSPHORE

Deux sources principales de phosphore alimentent les cours d'eau et retenues :

- 1) Les rejets domestiques via les systèmes épuratoires collectifs et individuels
- 2) Les pertes en phosphore provenant du milieu : la contribution majeure vient de l'érosion/ruissellement des sols agricoles.

Un autre mécanisme interne au cours d'eau et à la retenue peut éventuellement contribuer à enrichir les eaux en phosphore : le « relargage » des sédiments accumulés dans les lits des cours d'eau et le fond des retenues.

Il n'existe pas de « signature spécifique » pour discriminer ces trois « sources » de phosphore. D'autre part, le phosphore a un comportement dynamique avec un « aller-retour » entre forme dissoute et particulaire.

## **Méthode proposée pour chiffrer les flux de phosphore provenant des rejets domestiques collectifs**

Cette méthode a été réfléchi et validée par le groupe de travail technique rassemblant les services d'appuis aux stations d'épuration des Conseils Généraux (SATESE 35 et MAJE 22), les DTMM 35 et 22, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et le Syndicat Mixte du SAGE RFBB.

Rappelons que malgré une contribution certaine, les rejets des assainissements individuels n'ont pas été chiffrés.

Le principe est de récolter le plus finement possible les données de rejets des systèmes épuratoires collectifs et calculer des flux annuels de phosphore rejeté dans les cours d'eau.

- Collecte des données de rejets de phosphore total (et dissous) et des débits associés aux exutoires des systèmes d'épuration collectifs de 2012, 2013 et 2014
- Calcul des flux annuels de phosphore rejetés
- Comparaison de ce flux avec le flux total pour déduire la part provenant des rejets domestiques collectifs

Le calcul des rejets des systèmes épuratoires implique des hypothèses.

### **Pour les systèmes épuratoires traitant peu d'effluents, type lagunes**

Une analyse de phosphore total et un débit associé sont disponibles une à deux fois par an. Parfois une analyse de phosphore dissous est aussi disponible (non demandé par la réglementation).

L'hypothèse est donc la suivante : les teneurs et les débits sont identiques chaque mois, ou lissées sur deux périodes si deux analyses existent dans l'année. Une extrapolation, en fonction des connaissances acquises auprès des agents du SATESE 35 et du MAJE 22, permet d'estimer les périodes où il n'y a pas de rejet au cours d'eau. Par exemple, des mesures compensatoires existent sur certaines stations d'épuration pour éviter le rejet en période estivale (bassins tampons).

Un calcul de cohérence est aussi fait afin de vérifier que les charges en phosphore en sortie de station ne sont pas supérieures à celles en entrée de station. Pour ce faire, le nombre d'habitants réellement raccordés est multiplié par 1,7 g (norme de rejet en phosphore actuelle ; voir bibliographie Cemagref). Si le rejet calculé en sortie est supérieur à l'entrée, le rejet en entrée avec un abattement de 30 % est retenu. Cet abattement de 30 % est la résultante d'une étude réalisée sur les lagunes d'Ille-et-Vilaine. Si le rejet est inférieur à la charge d'entrée, alors ce « rejet réel » est retenu.

**Pour les stations d'épuration de plus grande taille, type boues activées**, une analyse mensuelle est réalisée permettant un calcul plus précis des rejets.

# **ANNEXE 9 : présentation des partenaires potentiels pour la lutte contre l'érosion des sols**

## **Association régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS [www.areas.asso.fr](http://www.areas.asso.fr))**

Association créée dans les années 1980, 7 salariés.

Seine-Maritime : un département qui subit des aléas inondations importants : de gros dégâts et des morts. Une 20ème de syndicats de BV ont été créé sur le département, comprenant chacun un conseiller agricole. AREAS travaille avec ce réseau.

Deux formes d'actions majeures : (1) pratiques agricoles pour limiter le ruissellement et l'érosion (2) hydraulique douce.

Contexte : sols limoneux battants, grande culture, peu d'élevage (en diminution constante). Vallées sèches / réseau karstique, ruissellement intermittent. Années 70 à 90 relativement sèches, beaucoup de constructions. Années 2000 plus humides : inondation.

Problématique : turbidité et pics de phytosanitaires et de nitrates (sous-sol karstique très vulnérable). Beaucoup de sols sont drainés. Pas de problématique eutrophisation marquée.

Remarque : les aménagements type fascine sont faits pour retenir les sédiments plus grossier lors d'évènements érosifs majeurs. Non adapté aux sédiments fins (riches en phosphore).

AREAS a vocation à travailler en Haute-Normandie. Toutefois son directeur, J.F. Ouvry, peut se déplacer pour présenter l'association ([jf.ouvry@areas.asso.fr](mailto:jf.ouvry@areas.asso.fr)).

Constat : travail de longue haleine, débuté il y a plus de 20 ans. Sur les zones à forte érosion, les actions se mettent en place. Mais difficile d'étendre l'action au-delà.

## **Biodiversité, Agriculture, Sol & Environnement (BASE [www.asso-base.fr](http://www.asso-base.fr))**

Président 2015 : Bertrand PAUMIER, Agriculteur en techniques culturales simplifiées et éleveur 35330 MAURE DE BRETAGNE - 06 85 91 40 90 / [bertrandpaumier@wanadoo.fr](mailto:bertrandpaumier@wanadoo.fr)

Interlocuteur local : Pierre CHENU (Yvignac la Tour)

Association née en Bretagne il y a une dizaine d'année. 800 adhérents.

L'association a pour objectif de rendre opérationnelle et concrète l'Agriculture de Conservation des sols en Bretagne et en France. Réseau d'agriculteurs, techniciens et chercheurs. Font du partage d'expérience et des essais terrains.

Trois leviers : (1) rotations longues et diversifiées (objectif de couverture permanente, limitation adventices et maladies) (2) protection des sols et des habitats grâce à une forte réduction du travail du sol par l'intermédiaire des Techniques Culturales Simplifiées et du semis direct (3) optimisation de l'implantation de couverts végétaux en interculture.

Points forts : innovation / expérimentation

Points faibles : pas très « à cheval » sur la réglementation, pas toujours en phase avec les messages de la Chambre d'Agriculture (exemple : incitation à la fertilisation des couverts végétaux à l'automne, destruction chimique couverts végétaux, certains adhérents mettent en avant le sans labour pour ne pas avoir à faire d'effort de réduction de fertilisation).

## **Association française pour l'étude du sol (AFES [www.afes.fr](http://www.afes.fr))**

Société savante (créée en 1934) rassemblant des professionnels et des chercheurs travaillant sur les sols.

Président 2013-2016 : Dominique ARROUAYS (Ancien Directeur d'une unité de recherche à l'INRA d'Orléans) ; Vices présidents : Christian WALTER (professeur Agrocampus Ouest Rennes ; Directeur adjoint UMR SAS) ; Michel BROSSARD ; Céline COLLIN BELLIER

## **Association Régionale Pour l'Agriculture Paysanne**

**(ARAP)** [www.agriculturepaysanne.org](http://www.agriculturepaysanne.org)

Association créé en 2006. Mène une réflexion et élabore des propositions autour d'une meilleure prise en compte des intérêts territoriaux dans l'orientation de l'agriculture bretonne. Depuis 2012 c'est la problématique foncière qui est au cœur des réflexions de l'ARAP : en partenariat avec l'INRA et la Confédération Paysanne, l'ARAP a initié un projet de recherche « LienOsol » afin d'étudier les conditions et les conséquences d'un retour au sol des productions animales en Bretagne (voir <http://www.agriculturepaysanne.org/files/ARAP-Actes-colloque-2014-web.pdf>).

Les changements de système de production engendrés par ce « retour au sol » ont des conséquences sur la conservation des sols (type de culture, de rotation, augmentation des surfaces en herbe, pâturage...) et donc un impact sur l'érosion des sols.

**ANNEXE 10 : modalités de gestion des retenues pour lutter contre l'eutrophisation**  
- lettres de réponse d'Eau du Bassin Rennais et Eau du Pays de Saint Malo suite à la sollicitation du SAGE

Saint-Malo, le 14 septembre 2015

**Monsieur le Président  
SAGE Rance-Frémur  
Baie de Beaussais  
5, rue Gambetta  
22100 DINAN**

N/Réf : BH/153.2015

**OBJET** : Réponse à votre courrier de sollicitation concernant les modalités de gestion de la retenue de Bois Joli

pour limiter l'eutrophisation et les blooms de cyanobactéries

Affaire suivie par Bérandère HENNACHE

Tel : 02 99 16 07 11

Mail : [secretariat@smpepce.fr](mailto:secretariat@smpepce.fr)

Monsieur Le Président,

Vous avez engagé une importante étude sur l'eutrophisation des eaux stagnantes et notamment des retenues d'eau utilisées pour la production d'eau potable et je vous en suis très reconnaissant.

Vous avez défini des leviers d'actions prioritaires dont la gestion des retenues gérées par des syndicats de production d'eau potable et vous m'interrogez sur la gestion de la retenue de Bois Joli pour lutter contre les blooms de cyanobactéries.

Le syndicat a créé en 2006 une pré-retenu en amont de la retenue de Bois Joli qui a pour but de retenir une partie des sédiments amont. Cette retenue devrait être curée l'année prochaine. Cela nécessitera un abaissement conséquent du niveau de la retenue. Nous réaliserons ce curage si les conditions nous le permettent, sans compromettre l'alimentation en eau potable. Nous établirons une méthodologie de curage pour évaluer l'efficacité de ce mini-barrage, voire analyser la qualité des sédiments en nous rapprochant des scientifiques spécialisés. Je vous tiendrai informé de l'avancée de ce projet et vous associerai aux réunions le cas échéant.

Concernant les perturbations engendrées par de l'émergence d'un bloom de cyanobactéries, les solutions à notre disposition ne sont pas nombreuses et les études réalisées par d'autres maîtres d'ouvrage viennent confirmer ce point.

Eau du pays de Saint-Malo produit chaque jour entre 5 000 et 14 000 m<sup>3</sup> d'eau potable à partir de la retenue de Bois Joli. Cette retenue de 3 millions de m<sup>3</sup> a une réserve utile de 2,5 millions de m<sup>3</sup> et est sensible aux conditions climatiques. En période d'étiage, les débits du Frémur sont très faibles (QMNA5 = 20 l/s) et les besoins journaliers sont importants (autour de 14 000 m<sup>3</sup> par jour en juillet et août, soit 160 l/s). La masse d'eau se réchauffe et on peut observer des blooms de cyanobactéries.

Nous ne sommes pas en mesure de diminuer le temps de séjour de l'eau dans la retenue de Bois Joli pendant cette période. Faire partir une lame d'eau pourrait, d'une part, dégrader la qualité de l'eau de la retenue, perturbant ainsi l'alimentation en eau potable et, d'autre part, serait inefficace

car la vanne de vidange se situe au fond du barrage. Nous ne pourrions évacuer que les eaux de fond ce qui contribuerait à concentrer les cyanobactéries qui se développent plutôt en surface.

Par ailleurs, sur le plan quantitatif, le risque de défaillance du système de production d'eau potable augmenterait sensiblement.

Toutefois, je suis très attentif à ces problématiques et je souhaite poursuivre le travail que vous avez initié. Je compte me tenir informé des nouvelles solutions curatives qui pourraient être mises en œuvre et étudier leur faisabilité.

Par ailleurs, Eau du Pays de Saint-Malo est engagé depuis de nombreuses années dans un programme de protection de la ressource en eau. Aussi, je vous sollicite pour que vous puissiez venir exposer au Comité Professionnel Agricole du 2 octobre prochain, les résultats de votre étude et participer à l'élaboration de solutions avec le monde agricole. En effet, je considère que les actions de bassin versant, pour limiter l'érosion et les apports de nutriments dans la retenue, sont à développer.

Je vous prie de recevoir, Monsieur le Président, mes salutation les plus cordiales.

Le Président,  
**Jean-Luc BOURGEAUX.**



Rennes,

Syndicat Mixte de Portage du  
SAGE Rance-Frémur baie de Beausais  
5 rue Gambetta,  
22100 DINAN

Notre référence : CEBR/TC/15-09-

Dossier suivi par : Thomas CHAUVIN

☎ : 02.23.62.13.04

✉ : tchauvin@ebr-collectivite.fr

# Projet

Objet : Modalités de gestion de la retenue de Rophémel

Monsieur Le Président,

Par courrier daté du 26 août dernier, vous m'interrogez sur les actions que la Collectivité Eau du Bassin Rennais compte mettre en œuvre pour lutter contre l'eutrophisation de la retenue de Rophémel, suite à l'étude qu'elle a commandée et que le bureau d'études Interfaces et Gradients a réalisé en 2012.

Je tiens tout d'abord à vous féliciter de votre initiative prise pour faire le point avec l'ensemble des acteurs du territoire autour de cette problématique importante. En effet, quasiment chaque année, le développement des cyanobactéries perturbe le fonctionnement de l'usine de Rophémel, alors qu'elle fournit un tiers des besoins en eau du Bassin Rennais. Ainsi, la semaine dernière, nous avons décidé avec notre exploitant la Société Publique Locale Eau du Bassin Rennais, d'arrêter le prélèvement d'eau à compter du jeudi 10 septembre car la concentration en cyanobactéries (autour de 400 000 cellules / ml) rendait difficile son traitement. L'approvisionnement en eau des communes situées entre Rennes et Rophémel se fait depuis par l'usine de Villejean.

Les éléments fournis par l'étude, et que nous avons retenus sont les suivants :

- le curage de la retenue de Rophémel ne servirait à rien tant que les apports de phosphore en provenance du bassin versant amont ne sont pas significativement réduits : les teneurs en phosphore des cours d'eau arrivant dans la retenue sont suffisantes pour déclencher et entretenir un développement algal, sans que le phosphore remobilisé à partir des sédiments soit nécessaire.
- le curage de l'étang du Néal en amont de la retenue principale, qui est envasé à plus de 70 %, n'aurait pas d'incidence sur le développement algal. Il serait toutefois utile pour que l'étang puisse continuer à jouer son rôle de pré-décanteur, ce qui permettrait de faciliter, au moment voulu, le curage de la retenue principale.
- l'intérêt d'installer des dispositifs d'aération destinés à oxygéner l'eau pour réduire l'anoxie dans le fond de la retenue, condition propice à la remobilisation du phosphore des sédiments, n'a jamais été clairement démontré dans des grandes retenues du même type que celle de Rophémel.
- Une proposition d'expérimentation relative à une "perturbation hydraulique de l'émergence du bloom" a été faite par les auteurs de l'étude, proposition à laquelle vous faites allusion dans votre courrier. Il s'agirait d'envoyer le début du développement algal de l'année (ensemencement) en aval de la retenue, avant qu'il n'ait le temps de se développer et de se transformer en bloom. Cela pourrait théoriquement se faire en considérant que la retenue, stratifiée en été, est constituée d'une succession de couches d'eau de températures différentes peu miscibles. L'idée serait ainsi, au tout début de l'été (fin juin, début juillet) de faire "sortir" la couche supérieure contenant les cellules.

# Projet

La Collectivité Eau du Bassin Rennais envisage de tester, dans la mesure où cela ne fragilise pas son approvisionnement en eau, ce protocole expérimental. Par contre, cela nécessite un fonctionnement hydraulique normal de la retenue. Or, vous savez que la Collectivité Eau du Bassin Rennais vient de devenir propriétaire, en juin 2015, du barrage hydroélectrique de Rophémel. Dans ce contexte, elle a engagé une opération de modernisation de la centrale hydroélectrique et de rétablissement de la continuité écologique, réaffirmant ainsi son engagement en faveur d'une gestion durable des ressources en eau. Pendant cette période de travaux, prévue pour durer deux ans, et en raison de l'organisation des moyens d'exploitation de la Société Publique Locale Eau du Bassin Rennais, de nouvelles consignes provisoires de gestion du barrage ont été définies et approuvées par les services de l'État :

- Du 1<sup>er</sup> octobre au 15 mars, la retenue sera gérée en maintenant le niveau d'eau à la cote de 41,5 m NGF, au lieu de 45,2 m NGF, ce qui provoquera le dénoyage d'une partie des berges de la retenue.
- Du 15 mars au 30 septembre, le niveau d'eau sera maintenu à la cote de 44 m NGF, de manière à assurer un stock d'eau suffisant pour garantir la production d'eau potable au cours de la période estivale.

Ce n'est par conséquent qu'à l'issue de cette période transitoire, c'est-à-dire au plus tôt à compter de juin 2017, que le protocole expérimental pourra être concrètement mis en œuvre. Cette période sera par contre mise à profit pour analyser l'incidence de ces nouvelles modalités de gestion sur le développement algal, poursuivre les suivis de développement des cyanobactéries dans la retenue, et surtout définir, avec vous, de manière très opérationnelle ce protocole expérimental.

Je tiens cependant à préciser que la mise en œuvre de ce protocole devra pouvoir être adapté en fonction des conditions météorologiques de l'année, considérant la nécessité pour le producteur d'eau de chercher à conserver un stock d'eau suffisant à partir du mois de mai pour garantir l'approvisionnement en eau potable de la population.

Voilà donc, Monsieur Le Président, les actions au niveau de la gestion hydraulique de la retenue, que la Collectivité Eau du Bassin Rennais entend réaliser afin de réduire le risque de développement algal dans la retenue de Rophémel.

Par ailleurs, s'il s'avère pertinent de mettre en œuvre d'autres actions ou expérimentations qui n'auraient pas été proposées dans le cadre de l'étude réalisée, nous analyserons bien évidemment la faisabilité de leur mise en œuvre.

Je me tiens à votre disposition pour toute question ou suggestion particulière.

Dans l'espoir d'une amélioration effective de la qualité de l'eau de la retenue de Rophémel, je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le Président,

Yannick NADESAN

## **ANNEXE 11 : partenaires à solliciter**

<b>Leviers d'action</b>	<b>Axes prioritaires</b>	<b>A solliciter comme Pilotes</b>	<b>A solliciter comme Partenaires</b>
<b>Rejets des stations d'épuration collectives</b>	12 STEP ciblées pour réduire leurs rejets en phosphore (voir tableau 11 du rapport)	Agence de l'Eau LB SATESE 35 MAJE 22 DDTM 35 DDTM 22	Communes des 12 STEP ciblées
<b>Lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols</b>	S'inspirer de la logique d'AREAS (« guider, infiltrer, ralentir ») en adaptant et vulgarisant les bonnes pratiques. Axer sur la préservation du capital sol	Chambre Régionale d'Agriculture Fédération Régionale des Agrobiologistes de Bretagne Chambres départementales d'Agriculture (22 et 35) Agrobio 35 Groupement des Agriculteurs Biologiques 22	AREAS ARAP Breizh bocage Porteurs des Contrats Territoriaux
	Elaborer une carte d'aléa érosif plus précise (avec une priorité sur la pédologie des sols, notamment limons)	Agrocampus Rennes (UMR Sol Agro Systèmes) Chambre Régionale d'Agriculture Chambres départementales d'Agriculture (22 et 35)	AFES BASE Porteurs des Contrats Territoriaux (Haute-Rance et Frémur comme prioritaires/pilotes ?)
	Diagnostic parcellaire (intégrer un volet « ruissellement/érosion des sols » dans le diagnostic d'exploitation)	Chambre Régionale d'Agriculture Fédération Régionale des Agrobiologistes de Bretagne Chambres départementales d'Agriculture (22 et 35) Agrobio 35 Groupement des Agriculteurs Biologiques 22	Agro Transfert Bretagne (équipe multi-disciplinaire intégrant la Recherche ; cf diagnostic Territ'Eau) Porteurs des Contrats Territoriaux
<b>Gestion des retenues de Rophémel et Bois-Joli</b>	Réduire les stocks de phosphore « hérités » (par curage des sédiments)	Eau du Pays de Rennes Eau du Pays de Saint Malo	Agence de l'eau LB ?

<b>Leviers d'action</b>	<b>Axes prioritaires</b>	<b>A solliciter comme Pilotes</b>	<b>A solliciter comme Partenaires</b>
	Perturbation hydraulique ou chimique de l'émergence d'un bloom	Eau du Pays de Rennes Eau du Pays de Saint Malo	Agence de l'eau LB ?
<b>Acquisition de connaissances</b>	Etude pilote pour chiffrer le rejet des ANC (BV pilote = Frémur ?)	Agence de l'Eau LB SPANC	Porteur CT du Frémur Interfaces et Gradients ?
	Réseau de mesure, protocole de suivi, turbidimètres et débitmètres	Agence de l'Eau LB DREAL Conseils Généraux 35 et 22 CLE SAGE RFBB	Porteurs CT des 4 BV Agro Transfert Bretagne
<b>Entretien des fossés de bord de route</b>	Ralentir l'écoulement de l'eau	DDTM 22 et 35 CLE SAGE RFBB Porteurs CT des 4 BV	Collectivités