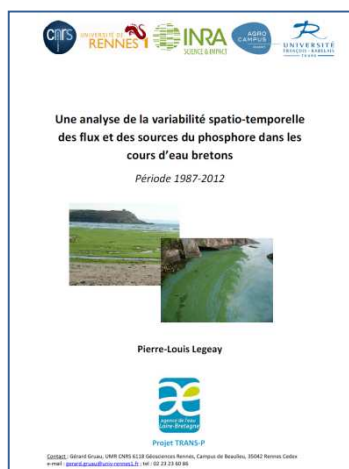
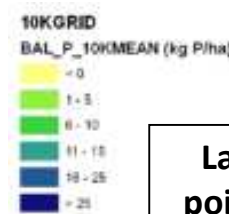
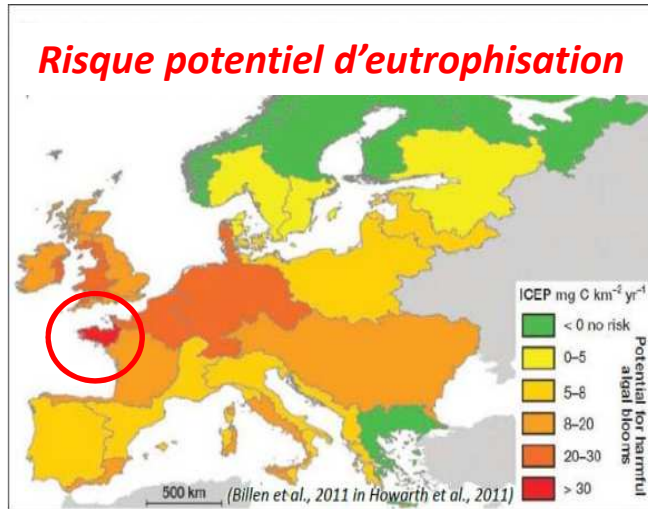


# Projet TRANS-P

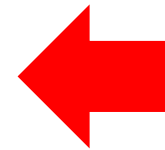
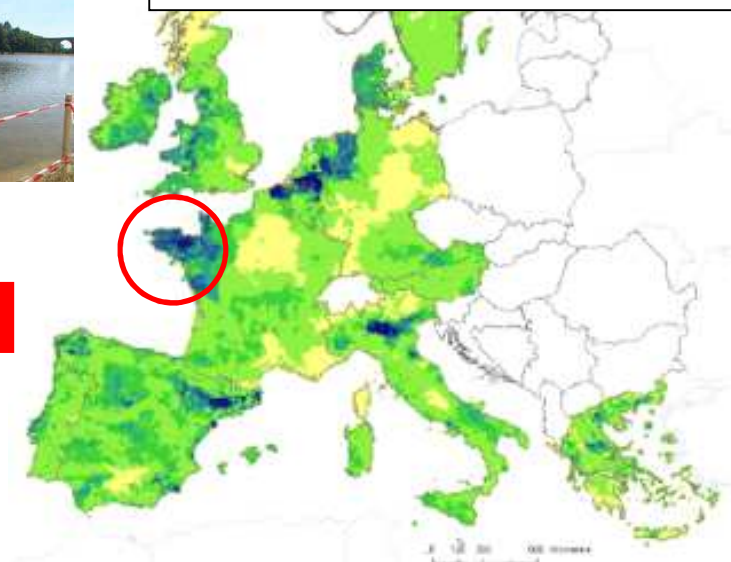
## Une analyse rétrospective (1987-2012) des sources et des flux de phosphore dans les rivières de Bretagne



Pierre-Louis Legeay  
Gérard Gruau  
Florentina Moatar

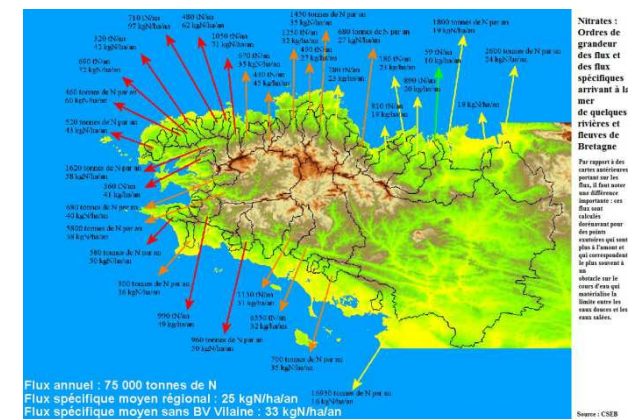


La Bretagne = un point chaud du point de vue des concentrations et surplus de P dans les sols



## Constat/objectifs de l'étude Trans-P:

- ✓ Pas d'analyse rétrospective des flux et de leur variabilité
- ✓ Pas de données fiables sur les flux exportés à la mer
- ✓ Pas de données sur la part des sources diffuses agricoles et ponctuelles domestiques/industrielles et de leur évolution dans le temps



## Méthode:

- 1) Collecte des données existantes sur les concentrations en  $P_{\text{Total}}$  et  $P_{\text{Dissous}}$  ( $\text{PPO}_4$ ) (bases de données OSUR, SISE-Eaux, ECOFLUX)
- 2) "Nettoyage" des bases de données (données aberrantes, séries incomplètes, etc...)
- 3) Genèse de couples "station concentration - station débit"
- 4) Calcul des flux et des incertitudes associées
- 5) Analyse des trajectoires temporelles et des variabilités spatiales
- 6) Estimation des parts diffuses agricoles et ponctuelles urbaines et de leur évolution dans le temps et dans l'espace

## Hypothèses:

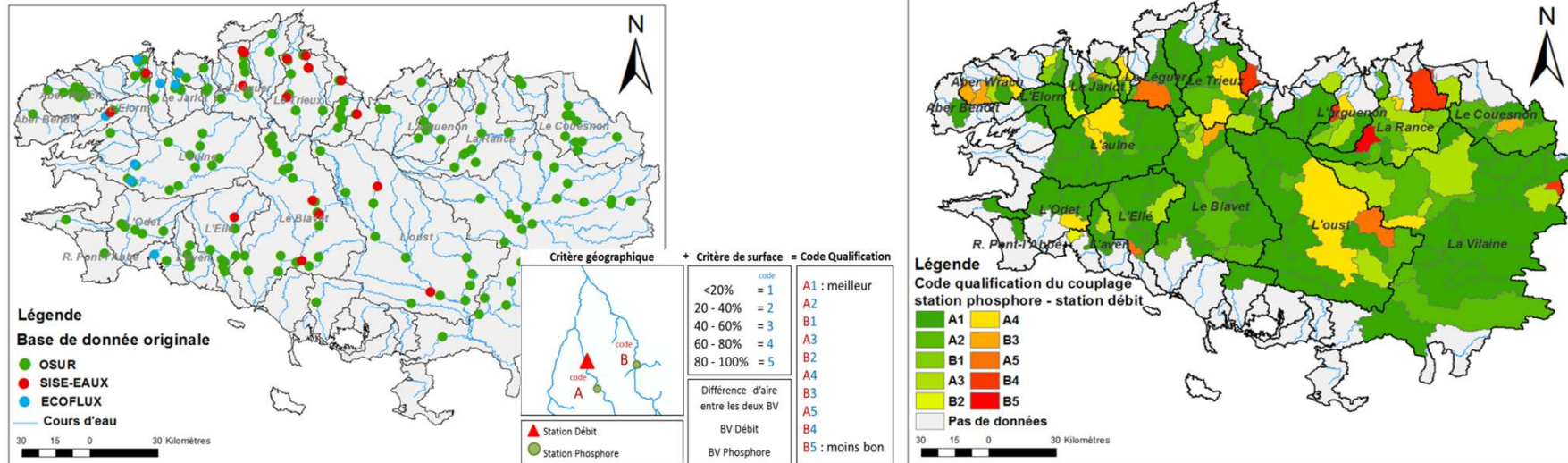
- Flux annuel = flux diffus agricole + flux ponctuel domestique et industriel
- Flux d'étiage propagé sur l'année  $\approx$  flux ponctuel domestique et industriel
- Transferts en crue  $\rightarrow$  dominés par le flux diffus agricole de surface (ruissellement)  $\rightarrow$  plutôt P particulaire
- Transferts en inter crue d'hiver  $\rightarrow$  dominés par le flux diffus agricole de sub-surface  $\rightarrow$  plutôt P dissous
- Transferts en période d'étiage  $\rightarrow$  dominées par les apports ponctuels domestiques/industriels  $\rightarrow$  plutôt P dissous



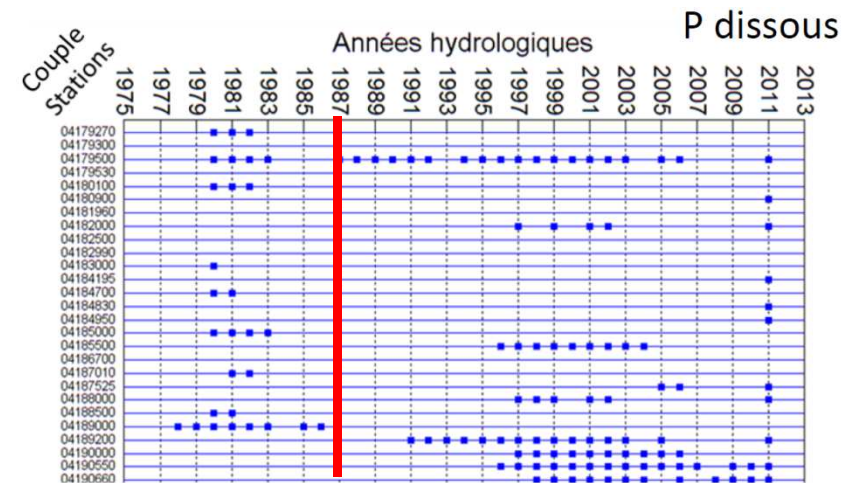


# Les données traitées au final

→ 195 stations "qualité" couplées à 99 stations débits

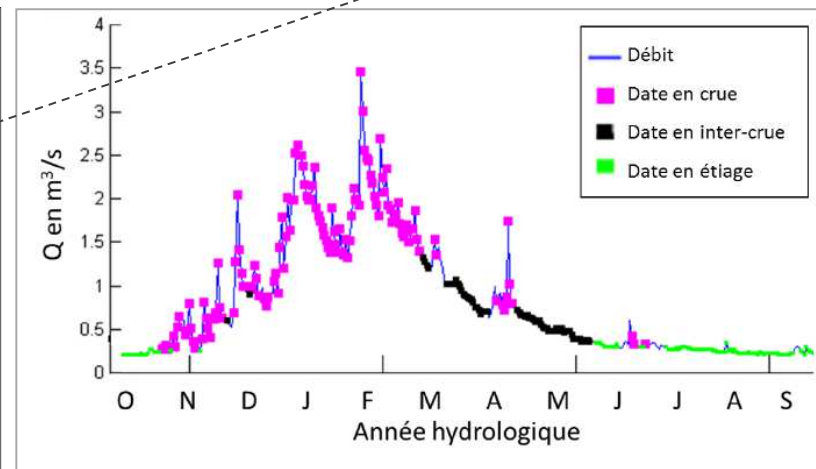
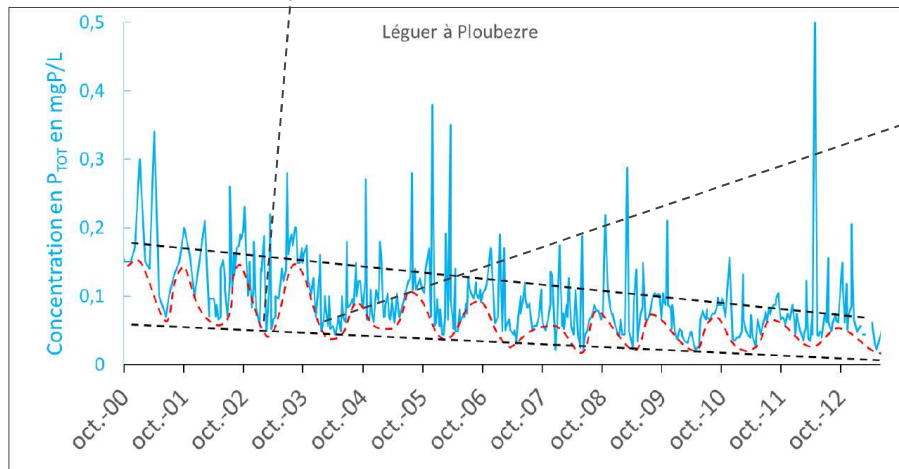
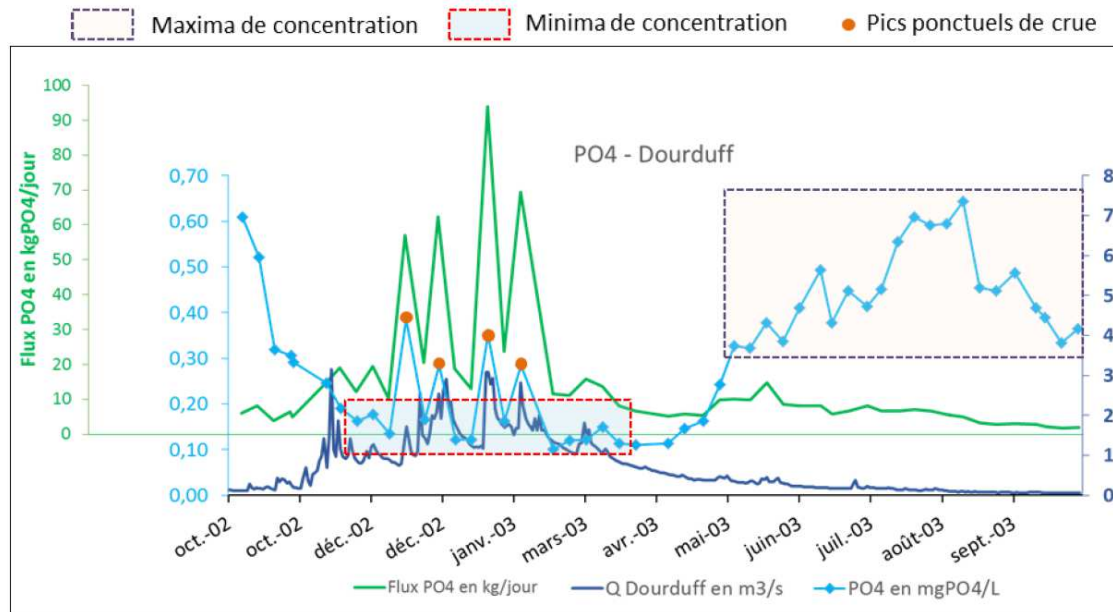


	OSUR		SISE-EAUX		ECOFLUX
<b>Plus anciennes stations</b>	1971		1983		1998
<b>Nb analyses par an (moy)</b>	P <sub>dis</sub>	P <sub>tot</sub>	P <sub>dis</sub>	P <sub>tot</sub>	P <sub>dis</sub>
	10	10,9	2,8	8,9	41,1

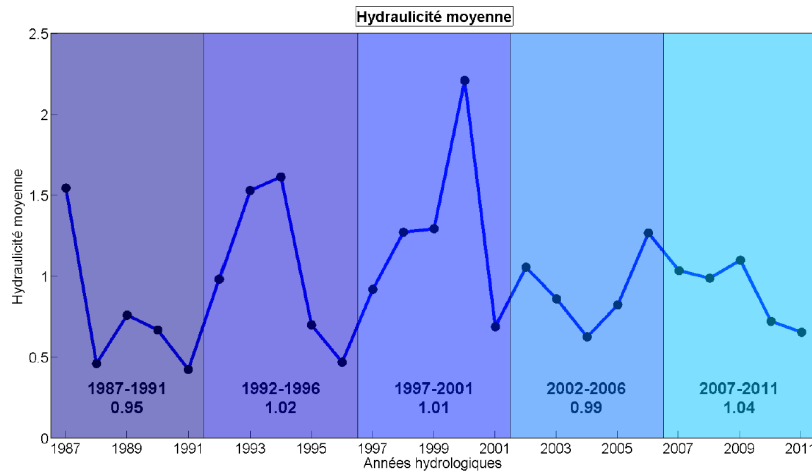
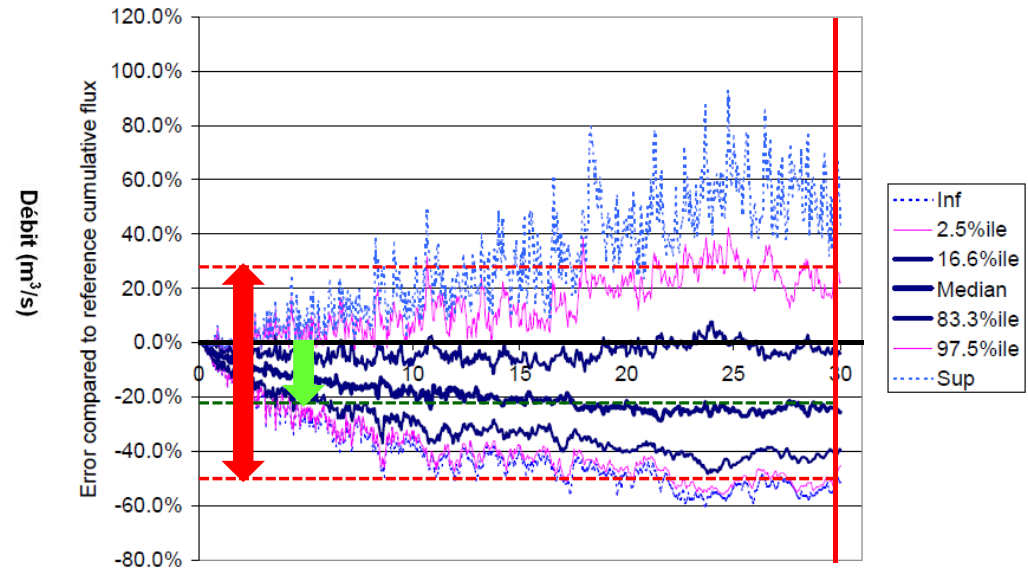
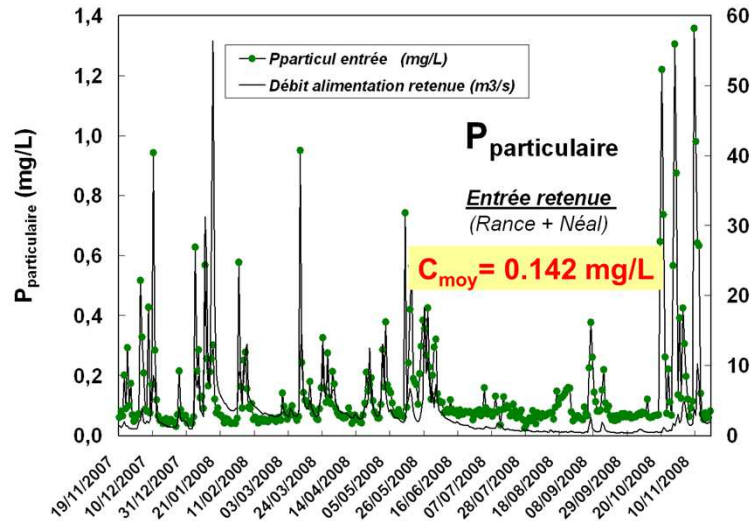


## Analyse des variabilités et tendances sur la période 1987 - 2012

# Méthode de décomposition des sources



# Incertitudes et méthode pour les minimiser

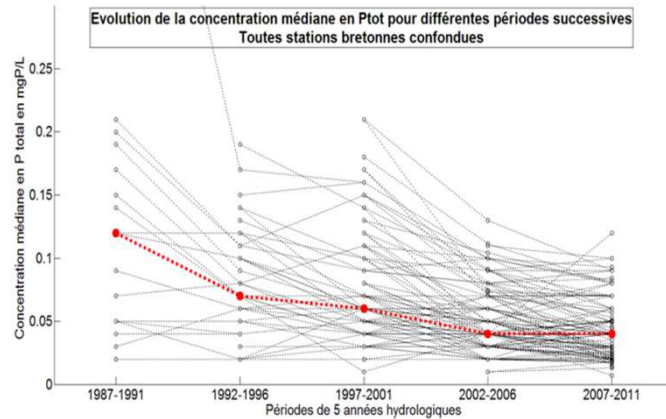


## Incertitude sur la valeur du flux annuel

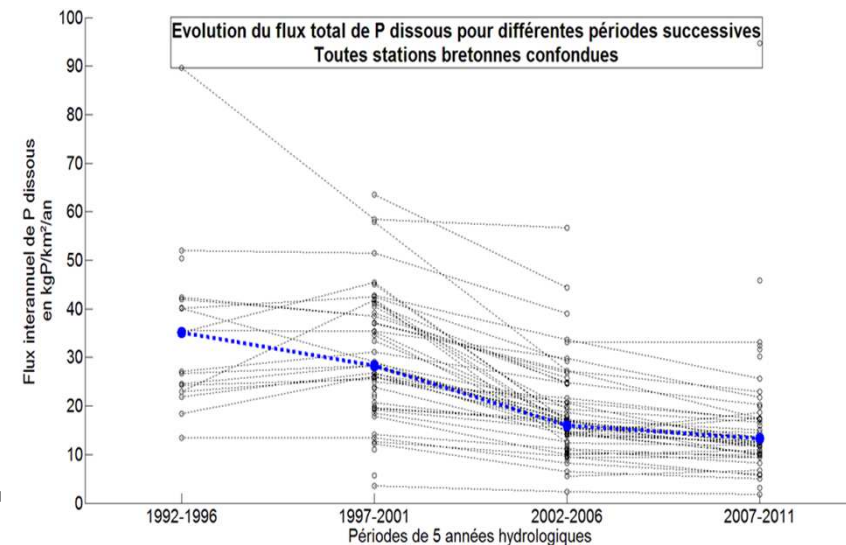
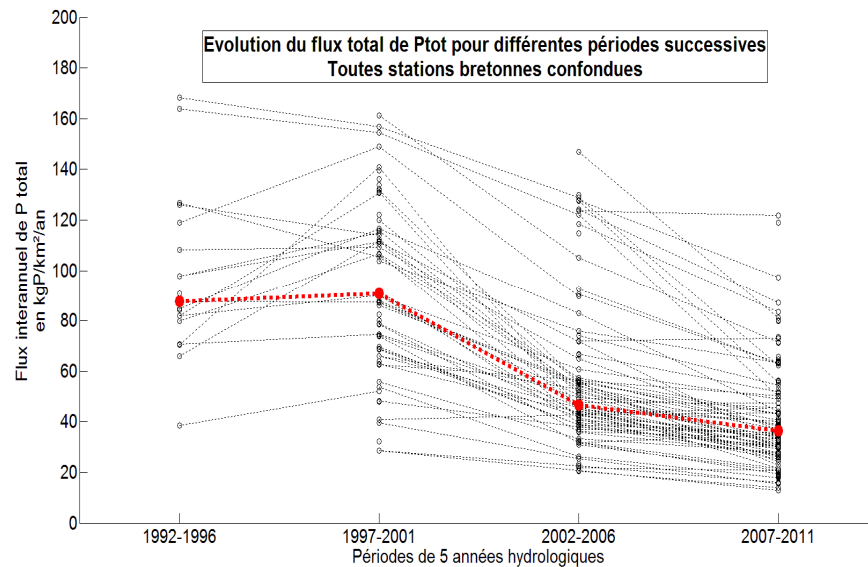
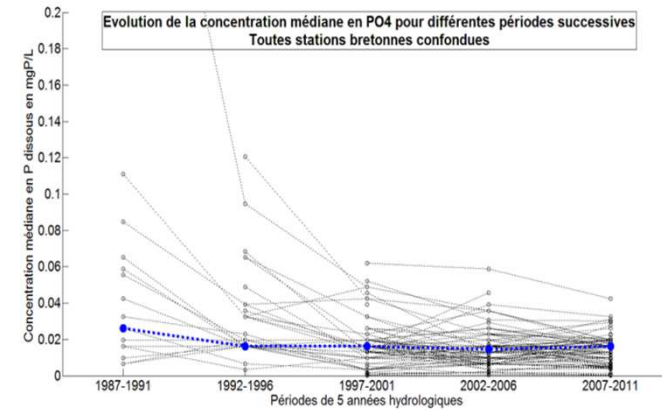
		$P_{dissous}$	$P_{total}$
		%	%
<b>Incertitude supérieure</b>	<b>Max</b>	36,3	50,1
	<b>75<sup>ème</sup> percentile</b>	20,2	24,8
	<b>Médiane</b>	<b>14,0</b>	<b>19,8</b>
	<b>Moyenne</b>	<b>14,2</b>	<b>19,4</b>
	<b>Min</b>	0,6	2,0
<b>Nombre de flux annuels calculés</b>		210	288
<b>Incertitude inférieure</b>	<b>Min</b>	-0,6	-1,3
	<b>Moyenne</b>	<b>-11,8</b>	<b>-16,0</b>
	<b>Médiane</b>	-10,8	-15,8
	<b>75<sup>ème</sup> percentile</b>	-16,5	-20,5
	<b>Max</b>	-34,8	-30,0

# Résultat 1: baisse des concentrations et des flux de $P_{\text{tot}}$ et de $P_{\text{dissous}}$

**$P_{\text{Total}}$**



**$P_{\text{Dissous}}$**



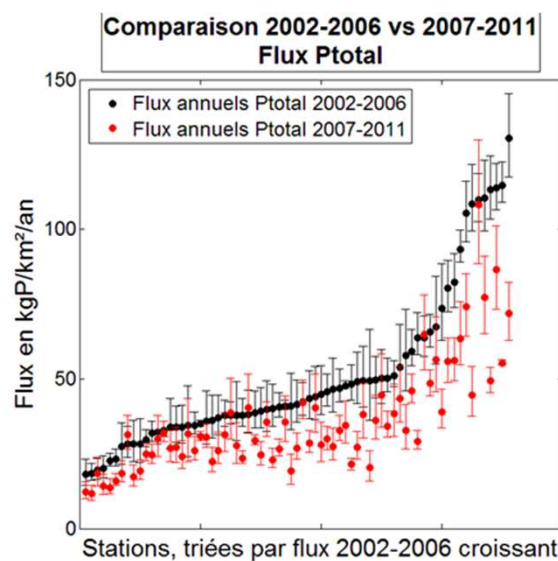
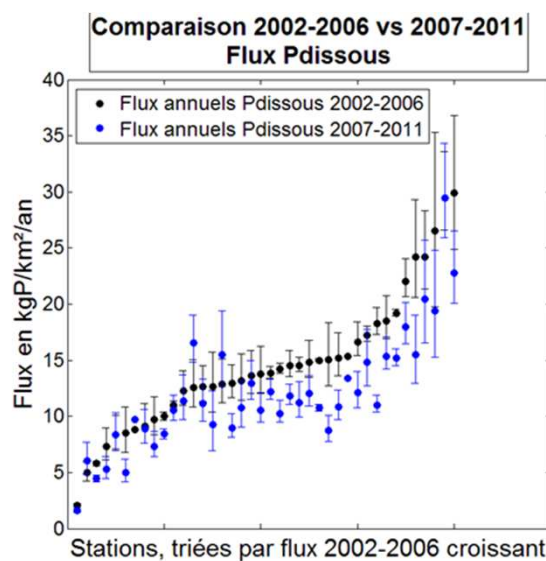


# Résultat 1: baisse des concentrations et des flux de $P_{\text{tot}}$ et de $P_{\text{dissous}}$

Evolution des flux totaux ( $P_{\text{Total}}$  et  $P_{\text{Dissous}}$ )

	1992-1996	1997-2001	2002-2006	2007-2011	Facteur divison
Flux $P_{\text{Total}}$ moyen (KgP/km <sup>2</sup> /an)	96,3	89,7	53,0	37,5	2,6
Flux $P_{\text{Total}}$ Bretagne (tonnes P)	-	2690	1590	1126	2,4
Flux $P_{\text{Dissous}}$ moyen (KgP/km <sup>2</sup> /an)	31,3	27,3	15,6	13,2	2,4
Flux $P_{\text{Dissous}}$ (tonnes P)	-	751	428	364	2,1
Flux $P_{\text{Particulaire}}$ moyen (KgP/km <sup>2</sup> /an)	65,0	62,4	37,4	24,3	2,7
Flux $P_{\text{Particulaire}}$ (tonnes P)	-	1939	1162	762	2,5

→ Une diminution du flux moyen de  $P_{\text{Tot}}$ ,  $P_{\text{Dissous}}$  et  $P_{\text{Particulaire}}$  d'un facteur 2.5 en 30 ans

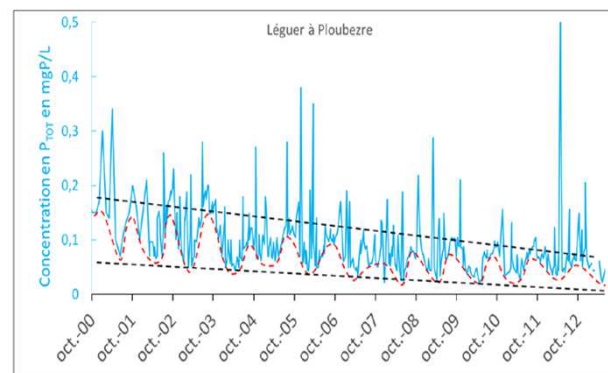




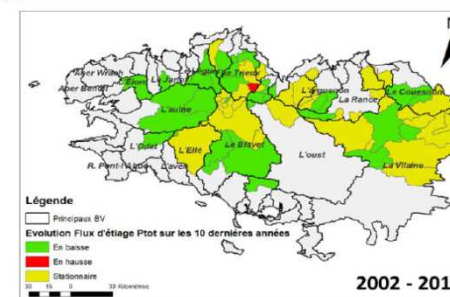
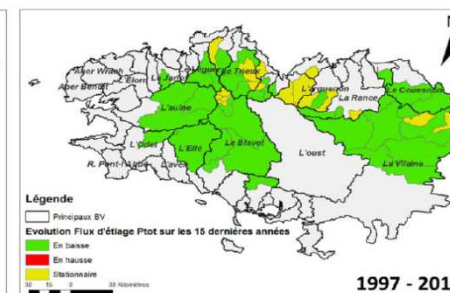
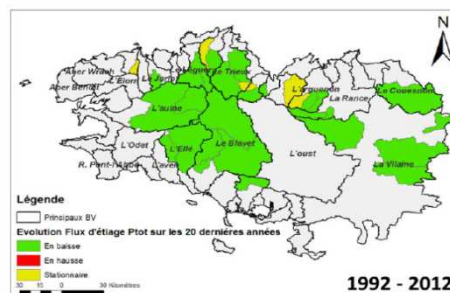
## Résultat 2: baisse du flux ponctuel domestique/Industriel

### Evolution du flux ponctuel domestique/industriel

	1992-1996	1997-2001	2002-2006	2007-2011	Facteur de diminution
Flux P <sub>Total</sub> moyen domestique/industriel (KgP/km <sup>2</sup> /an)	15,7	23,1	10,5	8,4	1,9
% Flux total P <sub>Total</sub>	18,2%	13,0%	17,8%	21,8%	0,8
Flux P <sub>Dissous</sub> moyen domestique/industriel (KgP/km <sup>2</sup> /an)	11,2	6,6	5,3	4,4	2,2
% Flux total P <sub>Dissous</sub>	35,8%	41,0%	42,3%	37,9%	0,9

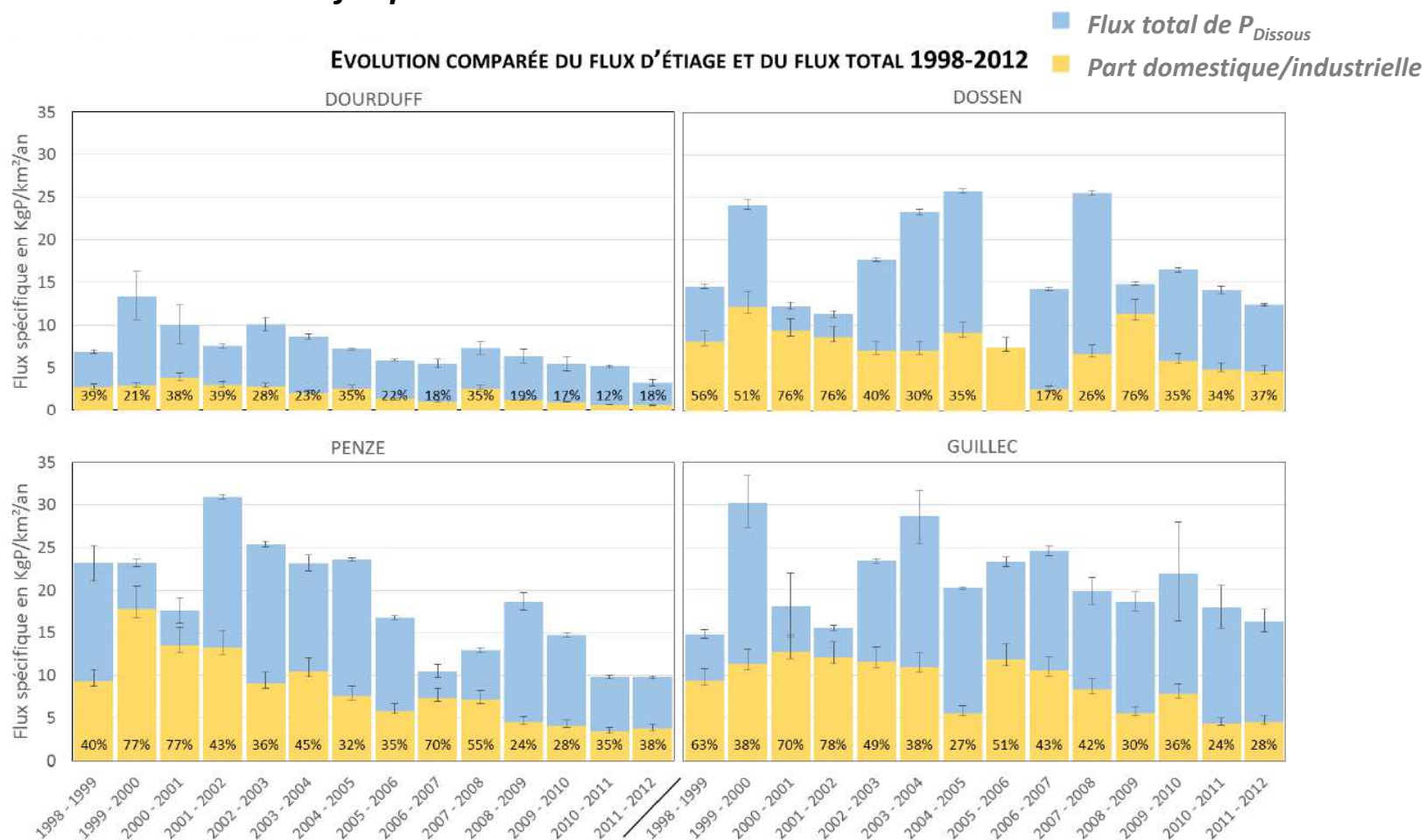


- Une diminution des flux ponctuels domestique/industriel d'un facteur 2.0/2.2 en 30 ans
- Une part actuelle minoritaire du flux total de P<sub>Total</sub> (22%)
- Une part minoritaire mais encore forte du flux total de P<sub>Dissous</sub> (40%)
- Prépondérance des sources diffuses agricoles



## Résultat 2: baisse du flux ponctuel domestique/Industriel

### Zoom sur les données haute-fréquence du réseau ECOFLUX



→ Baisse de la part des apports ponctuels domestiques et industriels dans le flux total de  $P_{Dissous}$

## Résultat 3: une diminution forte du flux diffus agricole

### Baisse des flux sur 30 ans

Flux  $P_{\text{tot}}$  : 50.8 KgP/km<sup>2</sup>/ha

Flux  $P_{\text{dis}}$  sur 30 ans : 18.1 KgP/km<sup>2</sup>/ha

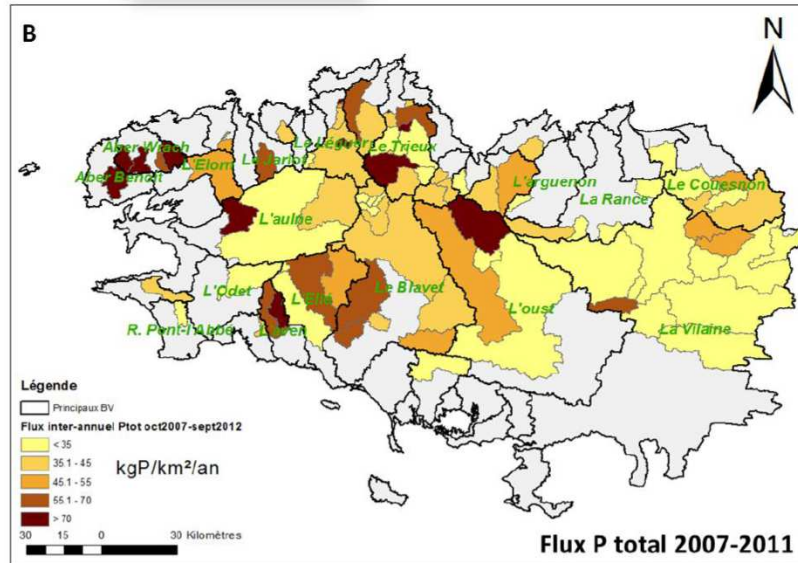
	Diminution du Flux en 30 ans (KgP/Km <sup>2</sup> /an)	Part (en %) dans la diminution du flux total		
$P_{\text{Total}}$	Flux $P_{\text{total}}$ ponctuel domestique/industriel (KgP/Km <sup>2</sup> /an)	7,3	14,4%	← Assainissement
	Flux $P_{\text{total}}$ diffus agricole (KgP/Km <sup>2</sup> /an)	43,5	85,6%	← Agriculture
$P_{\text{Dissous}}$	Flux $P_{\text{dissous}}$ ponctuel domestique/industriel (KgP/Km <sup>2</sup> /an)	6,2	34,3%	← Assainissement
	Flux $P_{\text{dissous}}$ diffus agricole (KgP/Km <sup>2</sup> /an)	11,9	65,7%	← Agriculture

→ Effet très significatif des programmes d'amélioration de l'assainissement: 35% de la baisse des flux de  $P_{\text{dissous}}$

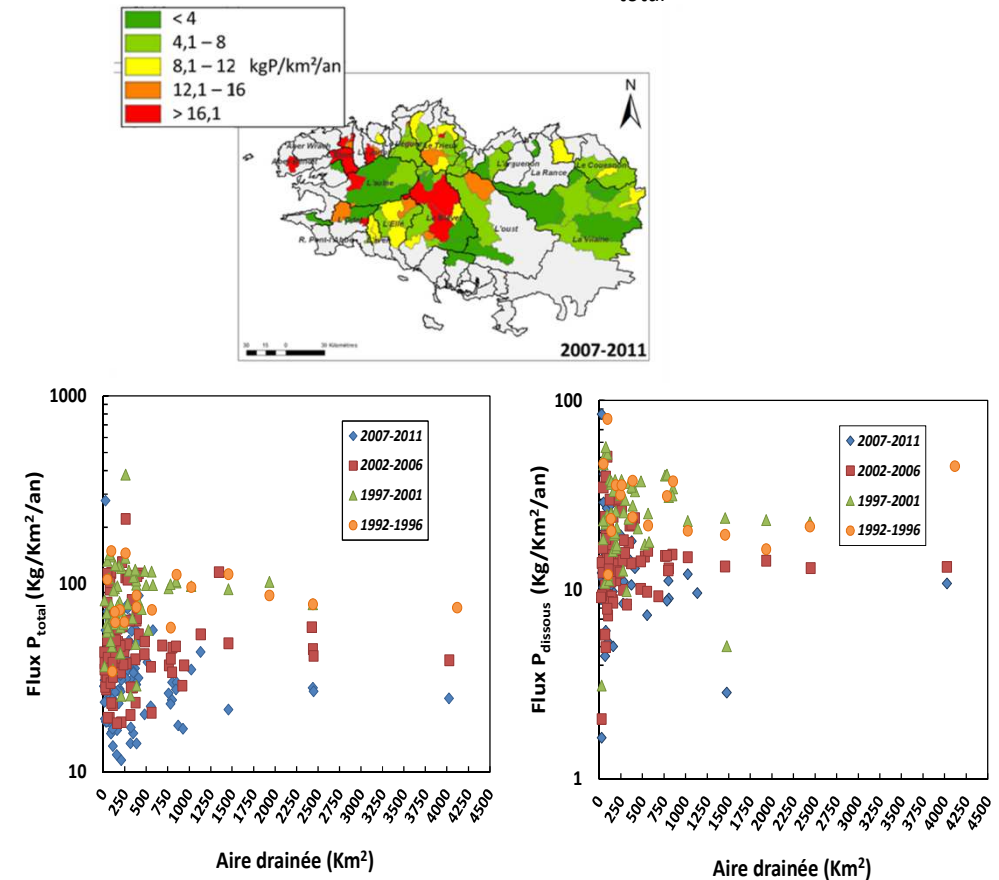
→ Effet encore plus significatif des programmes de lutttes contre les pollutions diffuses d'origine agricole: 85% et 65% de la baisse des flux de  $P_{\text{Total}}$  et  $P_{\text{dissous}}$ , respectivement

# Résultat 4: une variabilité contrôlée par les têtes de bassin

Variabilité spatiale des flux de  $P_{Total}$



Variabilité spatiale des flux de  $P_{total}$  domestique



- Pas de variations spatialement organisées à grande échelle (est-ouest)
- Les flux forts se concentrent dans les têtes de bassins, où ils cohabitent avec les flux faibles
- Nécessiter d'instrumenter les têtes de bassins pour localiser les sous-bassins les plus contributifs et comprendre les facteurs à l'origine des flux les plus forts (guide pour l'action)



## Conclusion sur l'analyse rétrospective des flux

---

- Intérêt des séries basses fréquences moyennant qu'elles soient longues et continues → capacité à produire des flux avec des erreurs raisonnables (+/-20%)
  - Diminution d'un facteur 2.5 en moyenne des flux de  $P_{\text{Total}}$  et de  $P_{\text{Dissous}}$  sur 30 ans
  - Diminution synchrone des parts diffuses agricoles et ponctuelles domestiques/industrielles → effets probables des plans de lutte contre l'érosion et d'amélioration de l'assainissement
  - Part prépondérante actuelle des flux diffus agricoles: 80% du flux total de  $P_{\text{Total}}$  et 60% du flux total de  $P_{\text{Dissous}}$
  - Forte baisse du flux ponctuel urbain/industriel jusqu'au début des années 2000; ralentissement depuis; existence probable de marges de progression concernant la poursuite de la diminution de ces flux : 40% du flux de  $P_{\text{Dissous}}$  actuel estimé comme restant d'origine domestique/industrielle
  - Forte variabilité spatiale à l'actuel des flux; pas de variabilité régionale; plutôt une variabilité concentrée aux niveaux des têtes de bassin; existence de sous-BV amont très fortement contributifs
- ouvre des perspectives en matière de diagnostic et d'action (identifier les sous-BV contributifs par des suivis aux échelles appropriés/travailler avec les équipes de recherche pour comprendre les causes des fortes émissions)



**Une analyse de la variabilité spatio-temporelle  
des flux et des sources du phosphore dans les  
cours d'eau bretons**

*Période 1987-2012*



**Pierre-Louis Legeay**



Projet TRANS-P

CONTACT: Gérard Graau, UMR CNRS 6118 Géosciences Rennes, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex  
e-mail : [gerard.graau@univ-rennes1.fr](mailto:gerard.graau@univ-rennes1.fr) ; tel : 02 23 23 60 95

**Merci pour votre  
attention**