



Du 1^{er} au 3 juin 2009
Centre culturel de l'Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec, Canada



Rendez-vous international
sur la gestion intégrée de l'eau
des outils pour AGIR

Présentation des documents fournis par les conférenciers de l'atelier

Méthodes de suivi de la qualité de l'eau des bassins versants

- ❖ François Birgand, NCSU, USA
- ❖ Julien Tournebize, CEMAGREF, FRANCE



NOTES BIOGRAPHIQUES

François Birgand, Ph.D.

Biological & Agricultural Engineering - North Carolina State University

RÉSUMÉ DE COMMUNICATION

Atelier « Méthodes de suivi de la qualité de l'eau des bassins versants »

Mardi 2 juin 2009, 13 h 30 à 15 h

Quelles erreurs pour quelles stratégies d'échantillonnage de l'eau dans les bassins versants ?

Sampling water in watersheds: what error for what strategy?

Pour remédier à la dégradation de la qualité de l'eau, de vastes programmes d'amélioration des pratiques agricoles et de restauration du traitement naturel des eaux dans le paysage sont mis en place. Alors que le coût de telles opérations est en général connu, le bénéfice réel sur la qualité des eaux reste souvent beaucoup plus flou. Détecter une tendance claire vers une amélioration nécessite de pouvoir mesurer avec une bonne incertitude des indicateurs de la qualité. De larges erreurs sur le calcul des flux, des concentrations moyennes, maximales ou des quantiles, peuvent être induites par des intervalles d'échantillonnage mal adaptés. Il est en outre essentiel de connaître les facteurs qui influent sur les erreurs induites par les échantillonnages courants, pour adapter le cas échéant les fréquences ou les méthodes d'échantillonnage. Nous présentons sur des données de bassins versants français des résultats de calcul des erreurs sur les indicateurs courant de la qualité des eaux pour des polluants communs des bassins versants agricoles. Les facteurs qui influent sur l'ordre de grandeur de ces erreurs incluent la fréquence d'échantillonnage, les algorithmes de calcul des flux, le type de polluants et la réactivité des bassins versants. Des alternatives possibles de certaines techniques d'échantillonnage et leur validité sont présentées.

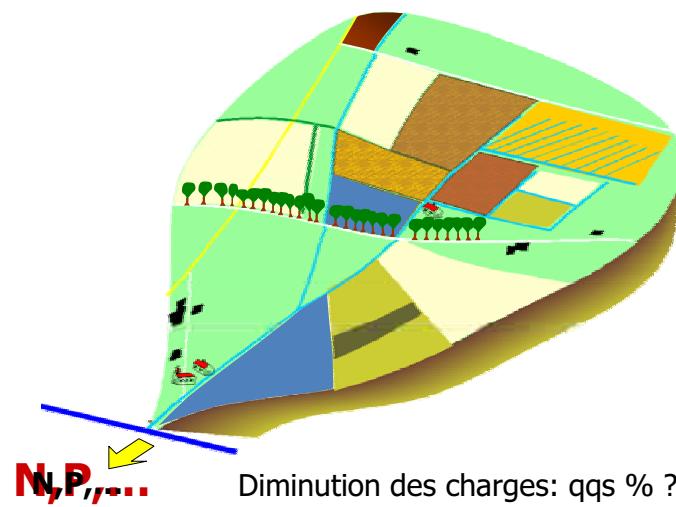
Il est à noter que les informations qui apparaissent plus haut nous ont été fournies par la personne qui donne la conférence. Le comité organisateur du *Rendez-vous* n'est pas responsable de ce texte.

NC STATE UNIVERSITY

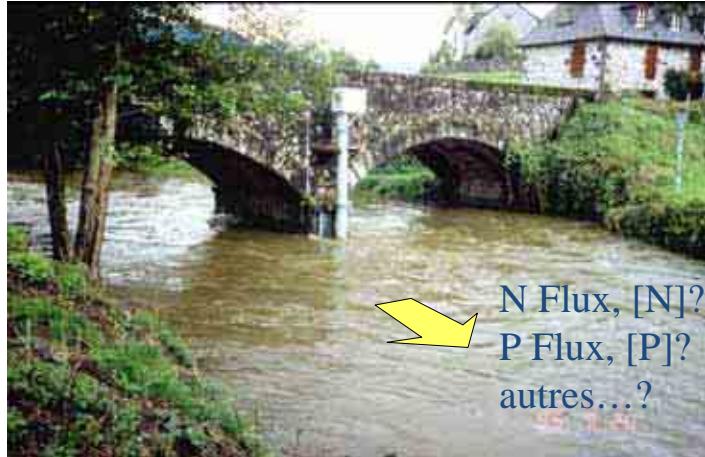
Quelles erreurs pour quelles stratégies d'échantillonnage de l'eau dans les bassins versants ?

François Birgand
Assistant Professor
Biological and Agricultural Engineering

Introduction: mise en place des bonnes pratiques



Suivi de la qualité de l'eau dans les bassins versants ruraux



NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand

Sources d'erreur lors du suivi des flux et des concentrations

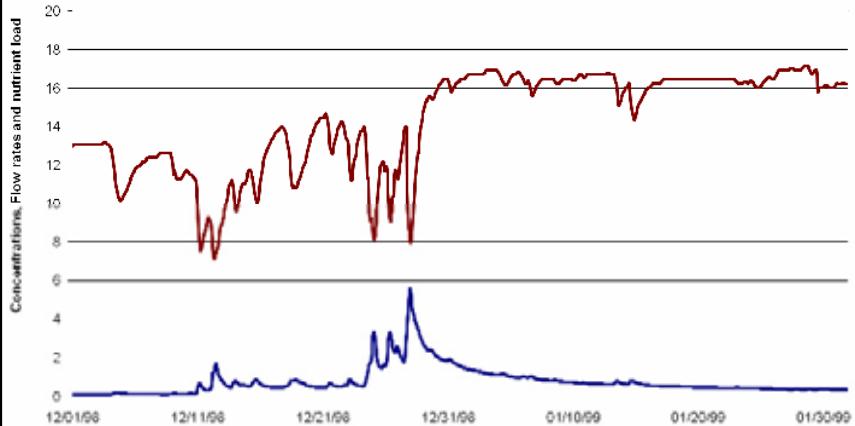
- Erreurs sur les débits et sur les volumes cumulés
- Erreurs induites par la localisation dans la colonne d'eau de la prise d'échantillon
- Erreurs induites par les transformations chimiques entre l'échantillonnage et l'analyse
- Erreurs lors des analyses au laboratoire

- Erreurs associées à des échantillonnages peu fréquents

NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand

Dans le meilleur des mondes, des données en continu...

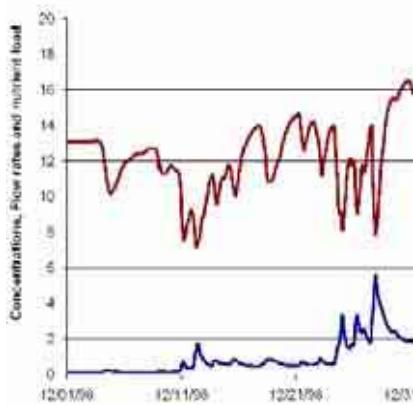


NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand

Avec ces données en continu on peut calculer:

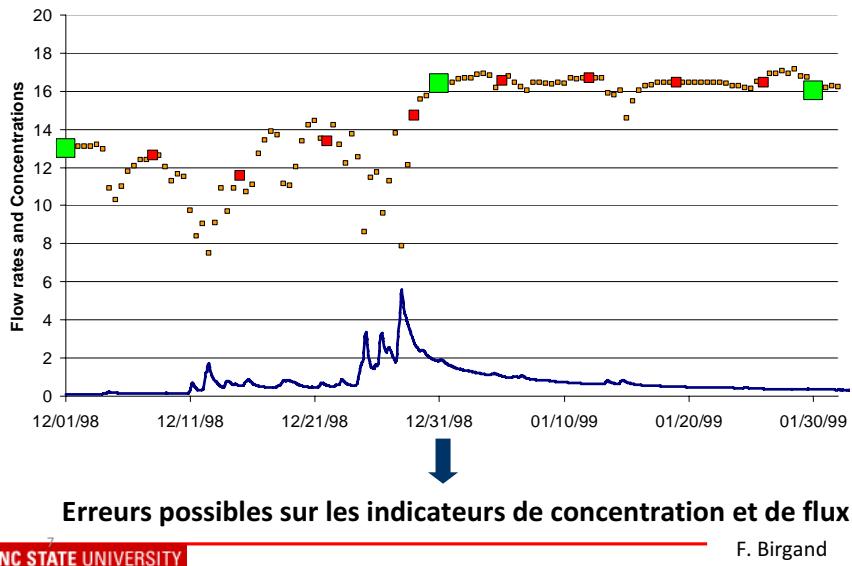
- Concentration moyenne annuelle
- Médiane annuelle
- Quantiles 90, 95, ...
- Maximum annuel
- Flux annuel
- ...



NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand ⁶

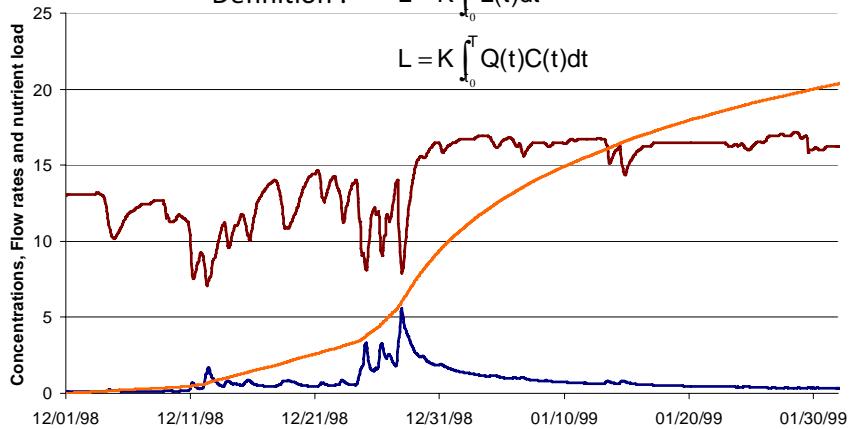
Avec un échantillonnage discret...



Calcul du flux

$$\text{Définition : } L = K \int_0^T L(t)dt$$

$$L = K \int_0^T Q(t)C(t)dt$$



$$L = \sum_{i=1}^N \frac{C_{i+1}Q_{i+1} + C_iQ_i}{2} \delta t$$

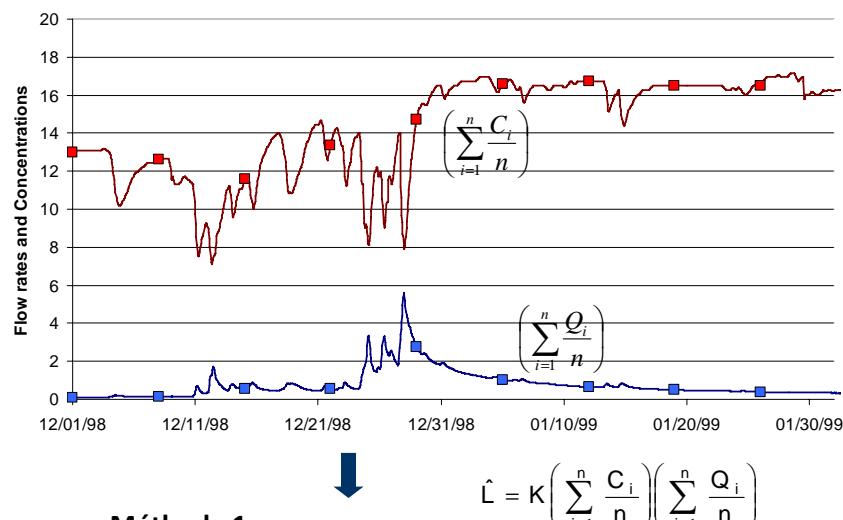
Méthode

- **12 bassins versants de référence (10 à 400 km²)**
 - Nitrate, Ammonium, DOM, TP, TSS
- **Simulations numériques de différentes stratégies d'échantillonnage**
- **16 algorithmes de calcul et de stratégies testées**
 - Méthodes des “moyennes”
 - Méthode d’interpolation linéaire
 - Méthodes de Regression
 - Méthodes d’échantillons composés

NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand

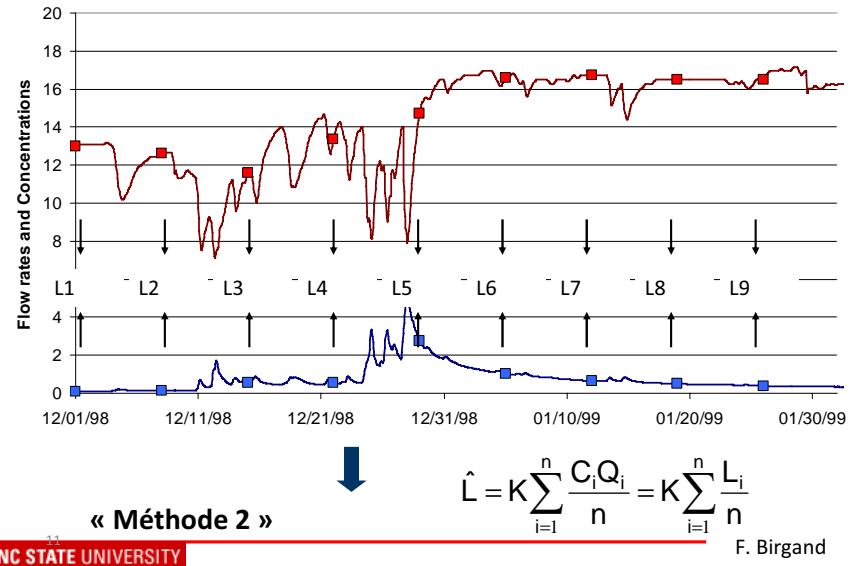
Flux: méthodes des « moyennes »



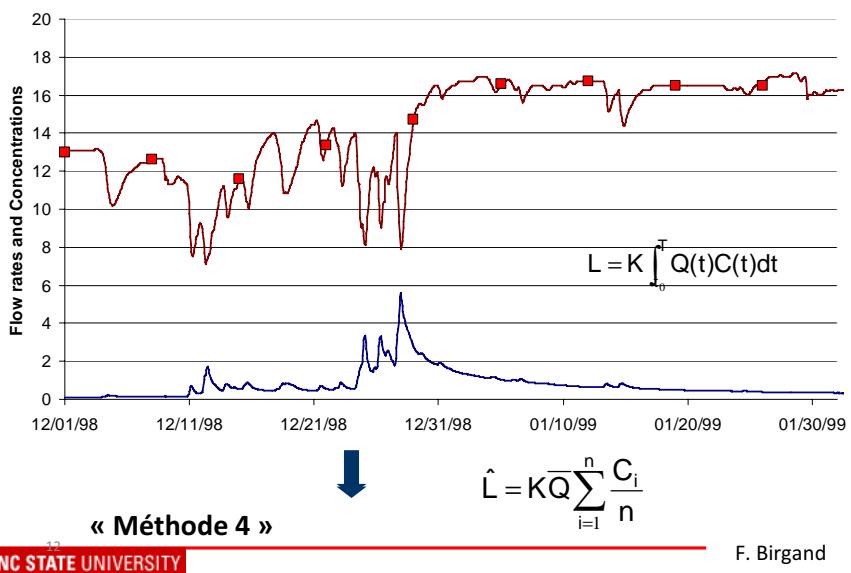
NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand

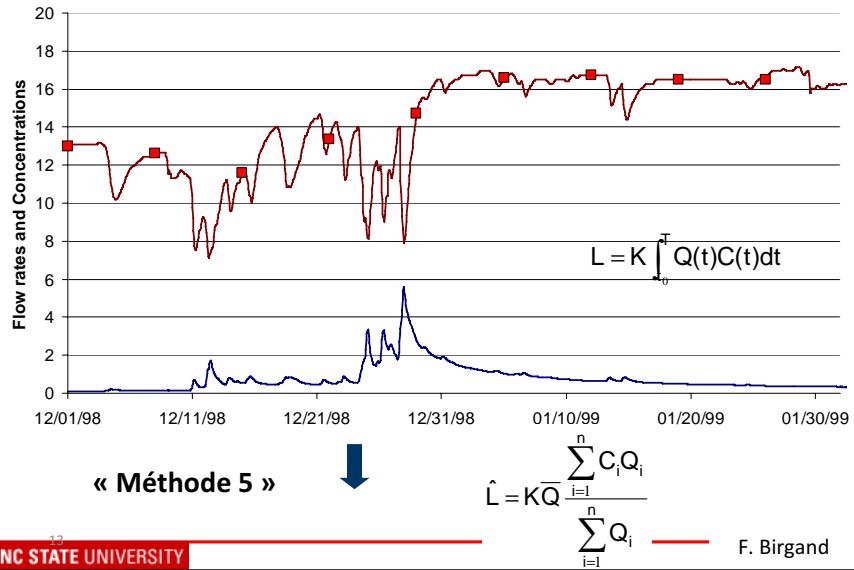
Flux: méthodes des « moyennes »



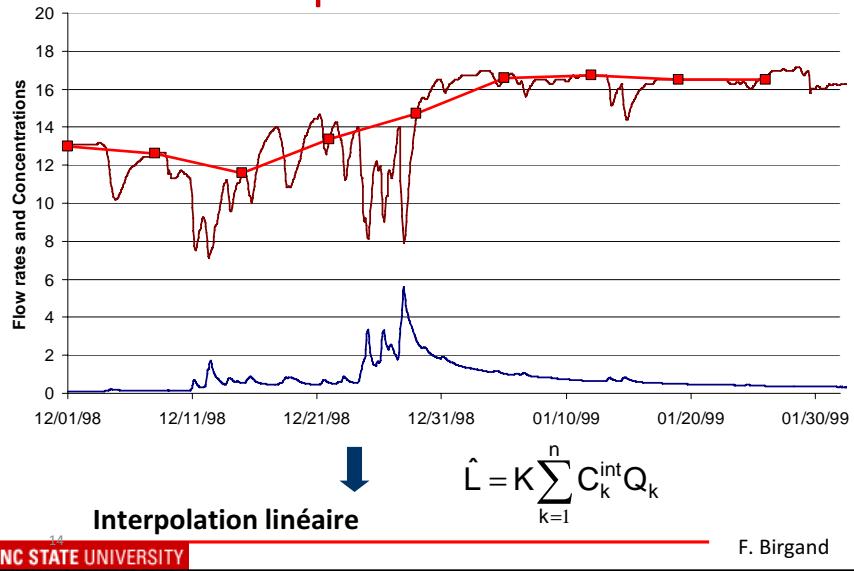
Flux: méthodes des « moyennes »



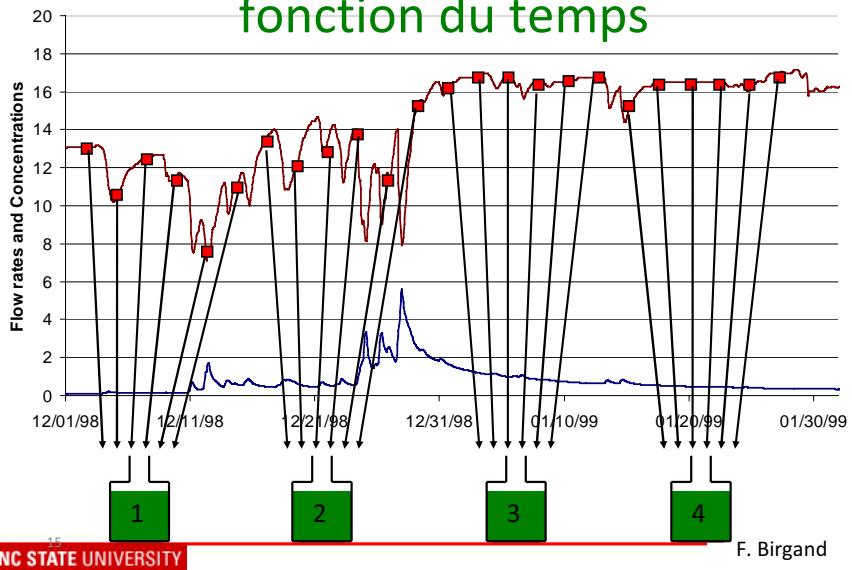
Flux: méthodes des « moyennes »



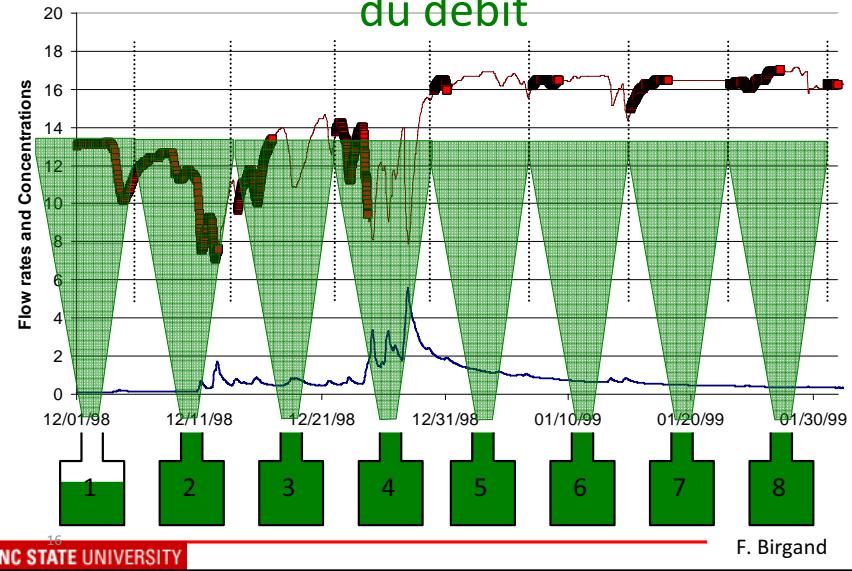
Interpolation Linéaire



Echantillonnage composé en fonction du temps



Echantillonnage composé en fonction du débit



16 stratégies et méthodes testées

$$1 \quad \hat{L} = K \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{n} \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{n} \right)$$

[Preston et al., 1989]

$$2 \quad \hat{L} = K \sum_{i=1}^n \frac{C_i Q_i}{n}$$

[Preston et al., 1989]

$$9 \quad \hat{L} = K \sum_{i \in n} C_i Q_i \left(1 + \frac{\sum_{j \in N \setminus n} Q_j^2}{\sum_{i \in n} Q_i^2} \right)$$

[Cooper, 2005]

$$3 \quad \hat{L} = K \sum_{i=1}^n C_i \overline{Q_{i,i-1}}$$

[Meybeck et al., 1994]

$$4 \quad \hat{L} = K \overline{Q} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{n}$$

[Shih et al., 1992]

$$5 \quad \hat{L} = K \overline{Q} \frac{\sum_{i=1}^n C_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

[Littlewood, 1992]

$$8 \quad \hat{L} = K \overline{Q} \frac{\bar{l} + \frac{1}{N} \frac{S_{lq}}{\bar{q}}}{1 + \frac{1}{N} \frac{S_{q^2}}{\bar{q}^2}} \text{ with } \bar{l} = \sum_{i=1}^n C_i Q_i \quad \bar{q} = \sum_{i=1}^n Q_i$$

$$S_{lq} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n ((Q_i - \bar{q})(C_i Q_i - \bar{l})) \text{ and } S_{q^2} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{q})^2$$

[Cohn, 1995]

F. Birgand

NC STATE UNIVERSITY

16 stratégies et méthodes testées

$$\hat{L} = K \sum_{k=1}^n C_k^{\text{int}} Q_k$$

[Moatar and Meybeck, 2004]

$$\hat{L} = K \sum_{k=1}^n C_k^{\text{ext}} Q_k \quad \ln(C_i) = a \ln(Q_i) + b$$

[Cohn et al., 1989]

$$\hat{L} = K \sum_{k=1}^n C_k^{\text{ext}} Q_k \times \exp\left(\frac{s^2}{2}\right) \text{ with } s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\ln(C_i) - (a \times \ln(Q_i) + b))^2}{n-2}$$

[Ferguson, 1986]

$$\hat{L} = K \sum_{k=1}^n C_k^{\text{ext}} Q_k \times \frac{\sum_{i=1}^n \exp(\ln(C_i) - (a \times \ln(Q_i) + b))}{n}$$

[Duan, 1983]

$$\hat{L} = K \sum_{k=1}^n C_k^{\text{ext}} Q_k \times g_m\left(\frac{m+1}{2m} \times (1-V) \times s^2\right)$$

[Cohn et al., 1989]

$$\hat{L} = K \sum_{b \in B} L_b$$

$$L_b = \left(\frac{1}{180} \sum_{i=1}^{180} C_i \right) \times \sum_{i=1}^{180} Q_i$$

[Schleppi et al., 2006]

$$L_{\text{int}} = K' \times \sum_{k \in K} C_k^{\text{int}} Q_k$$

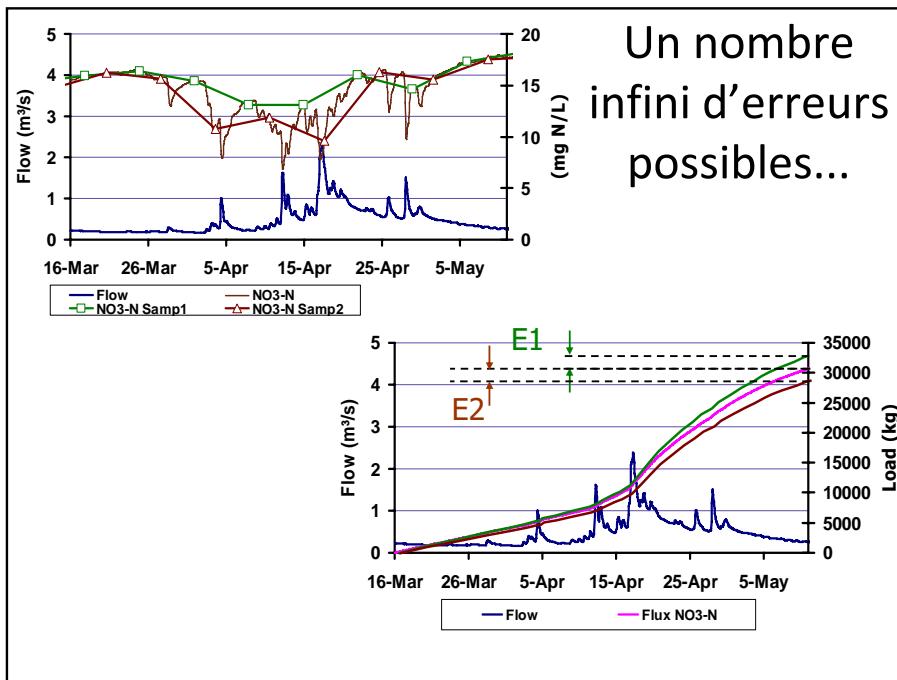
$$\hat{L} = \sum_{b \in B} L_b + \sum_{int=1}^P L_{\text{int}}$$

[Schleppi et al., 2006]

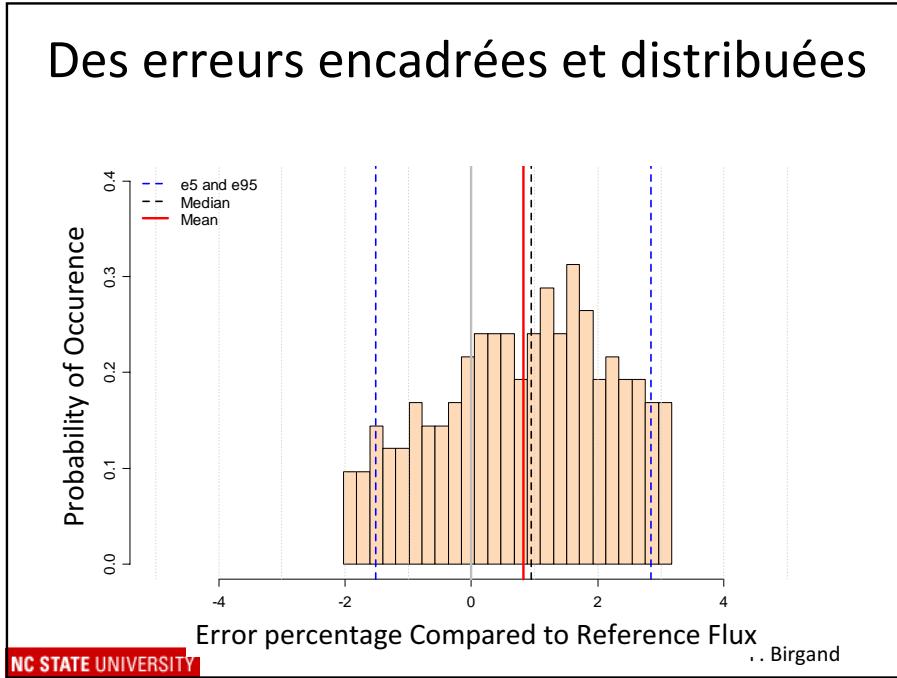
$$L_b = K \times \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \right) \times \sum_{i=1}^n Q_i$$

F. Birgand

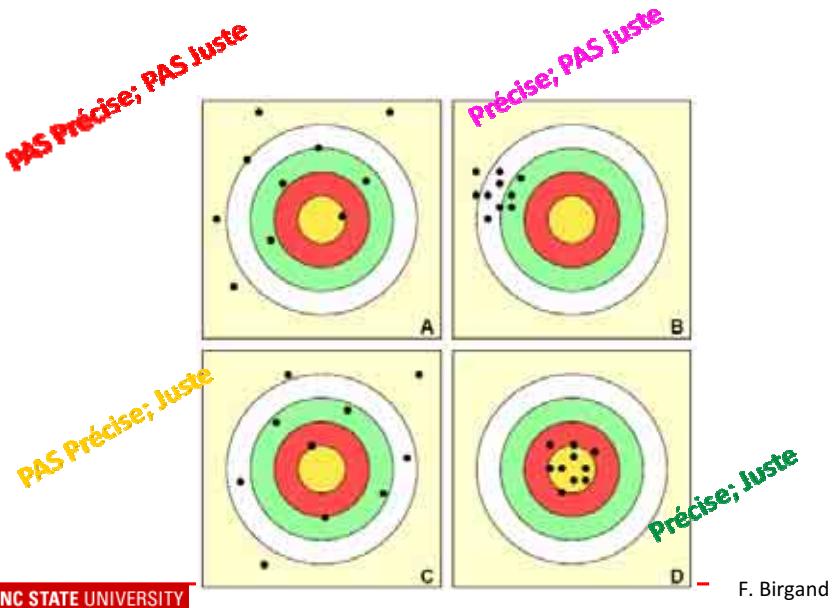
NC STATE UNIVERSITY



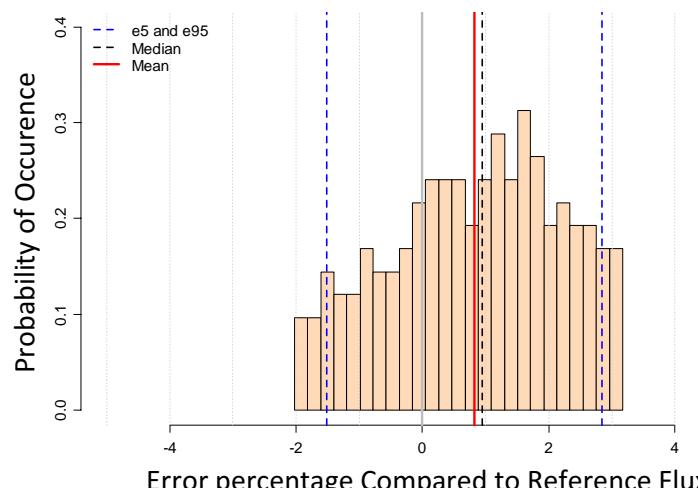
Des erreurs encadrées et distribuées



Justesse et précision

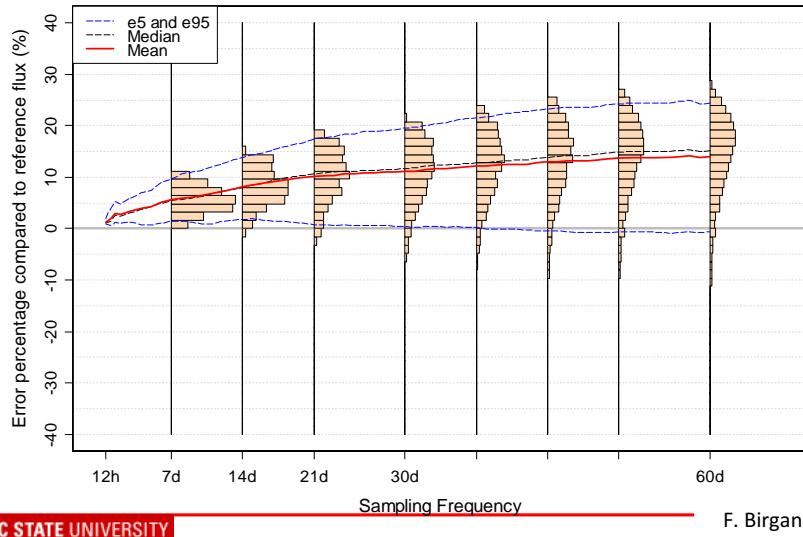


Distributions des erreurs



Erreurs en fonction des intervalles d'échantillonnage

Annual NO₃ Flux Error Range in 01-02 - Pigeon Blanc Method 3



NC STATE UNIVERSITY

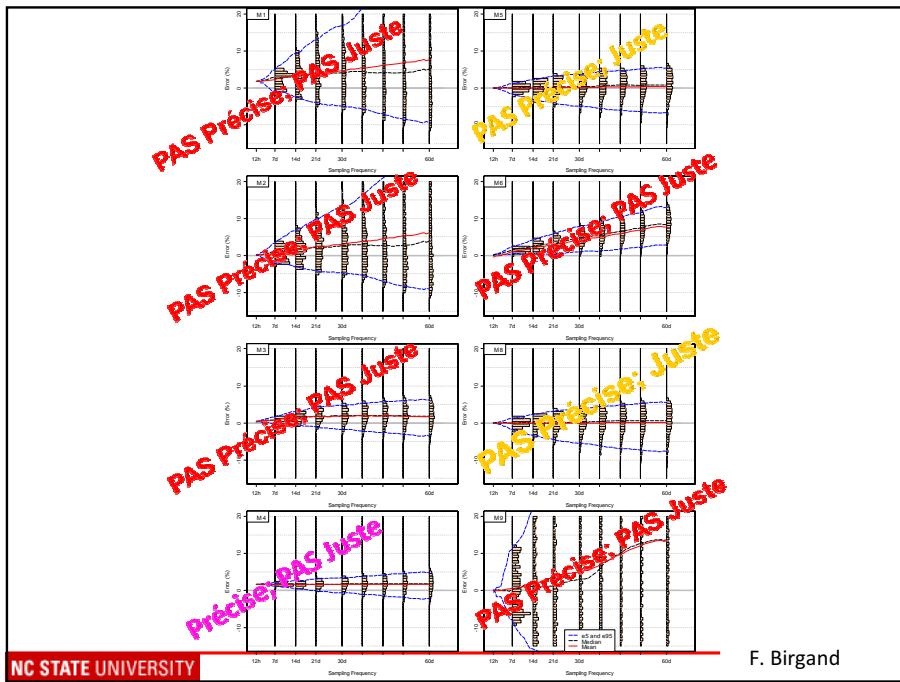
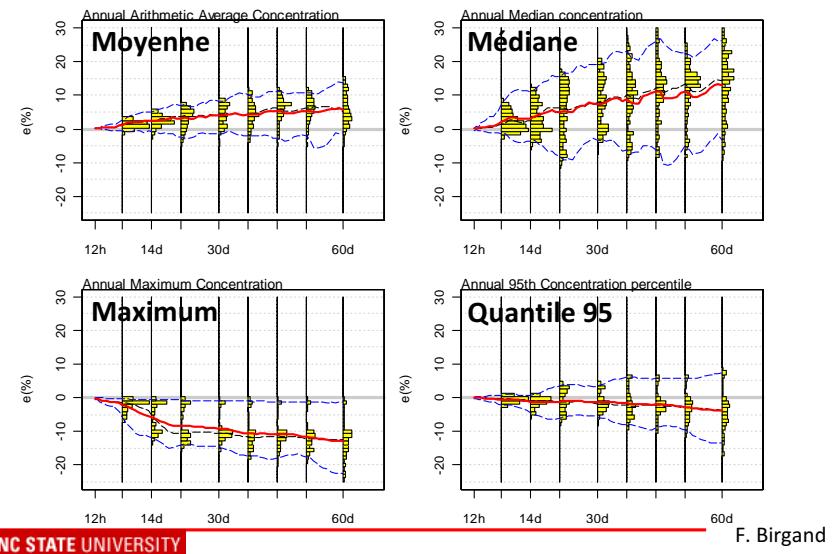
F. Birgand

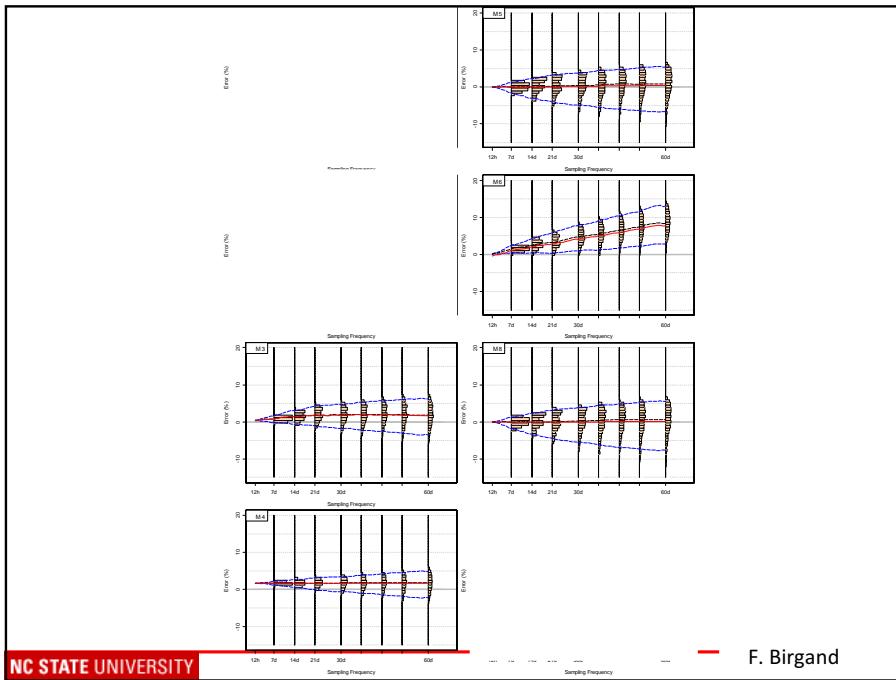
CAS DES NITRATES EN BRETAGNE, FRANCE

NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand

Résultats sur les indicateurs de concentration





Les méthodes à éviter à tout prix sont:

- Méthodes 1, 2 et 9

$$1 \quad \hat{L} = K \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{n} \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{n} \right)$$

[Preston et al., 1989]

$$2 \quad \hat{L} = K \sum_{i=1}^n \frac{C_i Q_i}{n}$$

[Preston et al., 1989]

$$9 \quad \hat{L} = K \sum_{i \in n} C_i Q_i \left(1 + \frac{\sum_{j \in N \setminus n} Q_j^2}{\sum_{i \in n} Q_i^2} \right)$$

[Cooper, 2005]

- Méthodes qui ne prennent pas en compte les **mesures en continu des débits**



Choix entre trois méthodes restantes:

- Méthodes 3, 4, et 5

$$3 \quad \hat{L} = K \sum_{i=1}^n C_i Q_{i,i-1}$$

[Meybeck et al., 1994]

$$4 \quad \hat{L} = K \bar{Q} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{n}$$

[Shih et al., 1992]

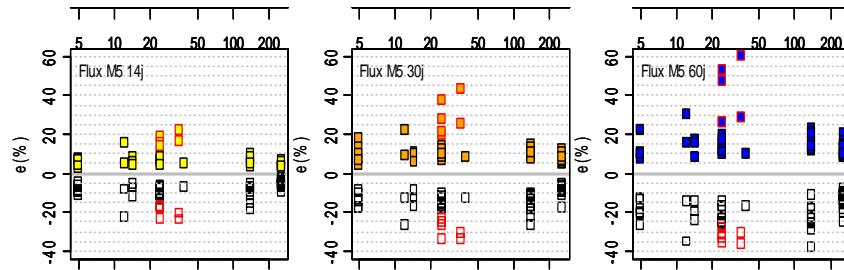
$$5 \quad \hat{L} = K \bar{Q} \frac{\sum_{i=1}^n C_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

[Littlewood, 1992]

- **Méthode 5** préférée car non biaisée et donc plus juste

Peut-on imaginer prédire a priori les erreurs?

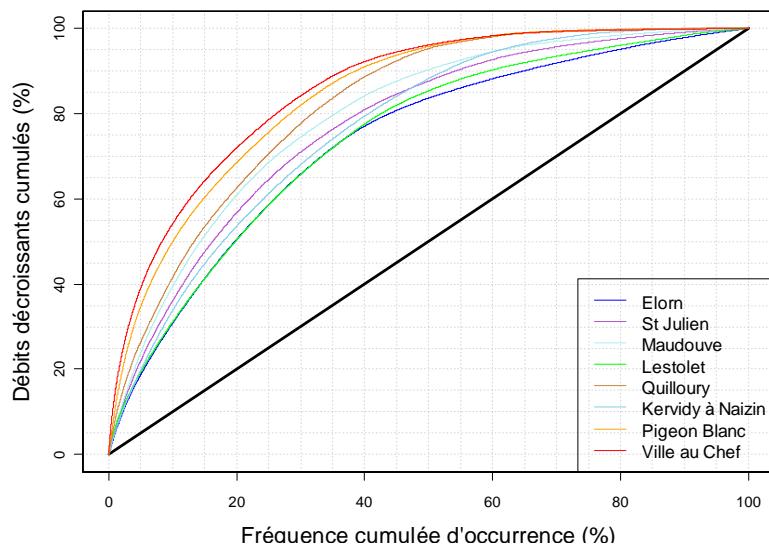
- Pas de lien évident entre erreurs et taille des bassins versants (km^2)



NC STATE UNIVERSITY

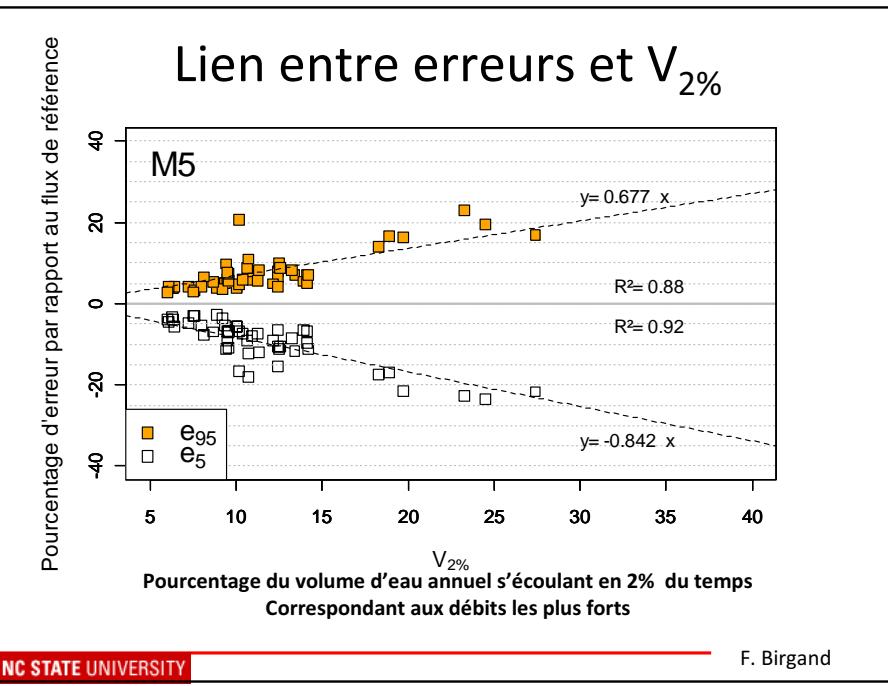
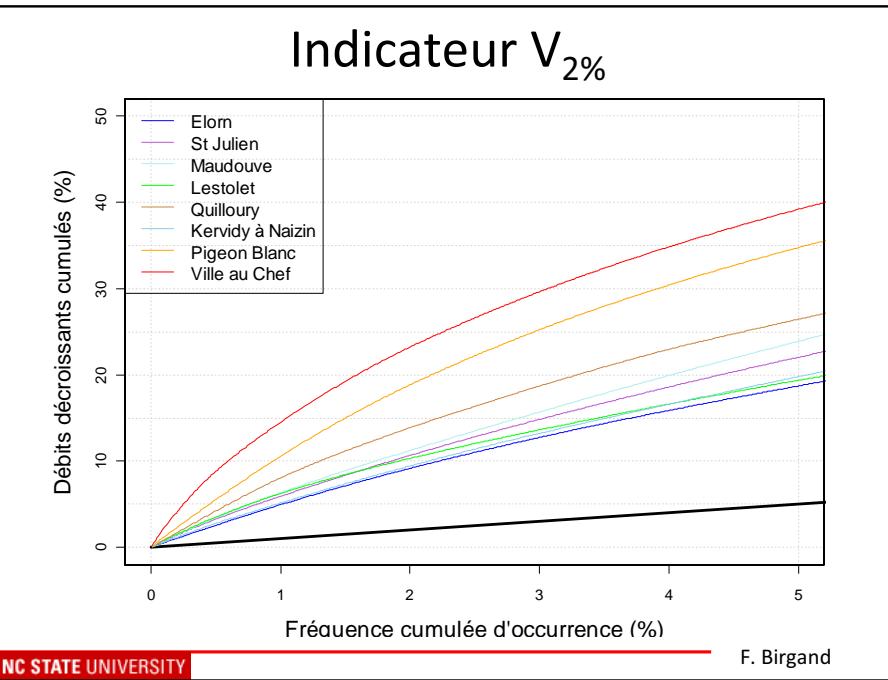
F. Birgand

Indicateur $V_{2\%}$

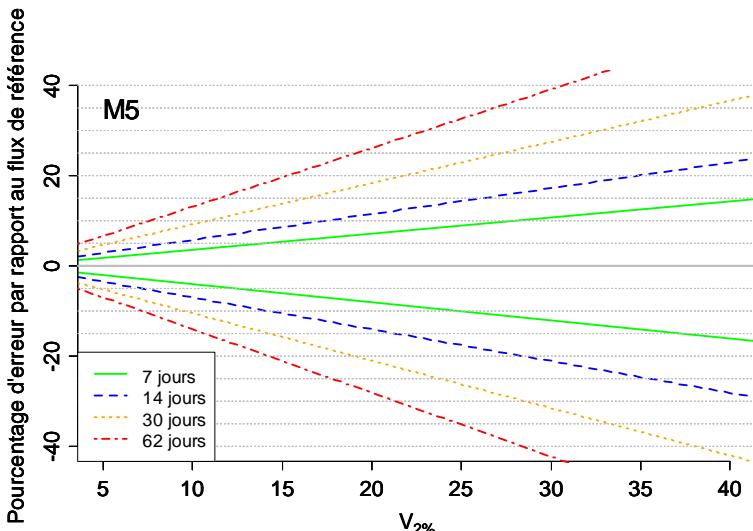


NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand



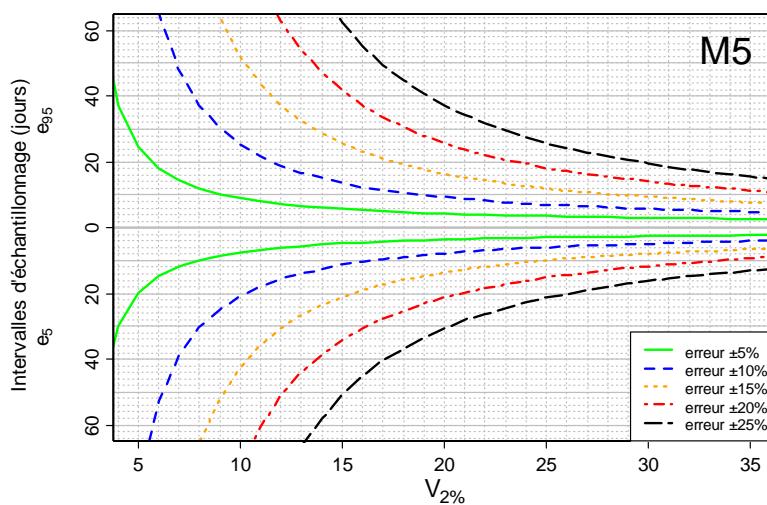
Lien entre erreurs et $V_{2\%}$



NC STATE UNIVERSITY

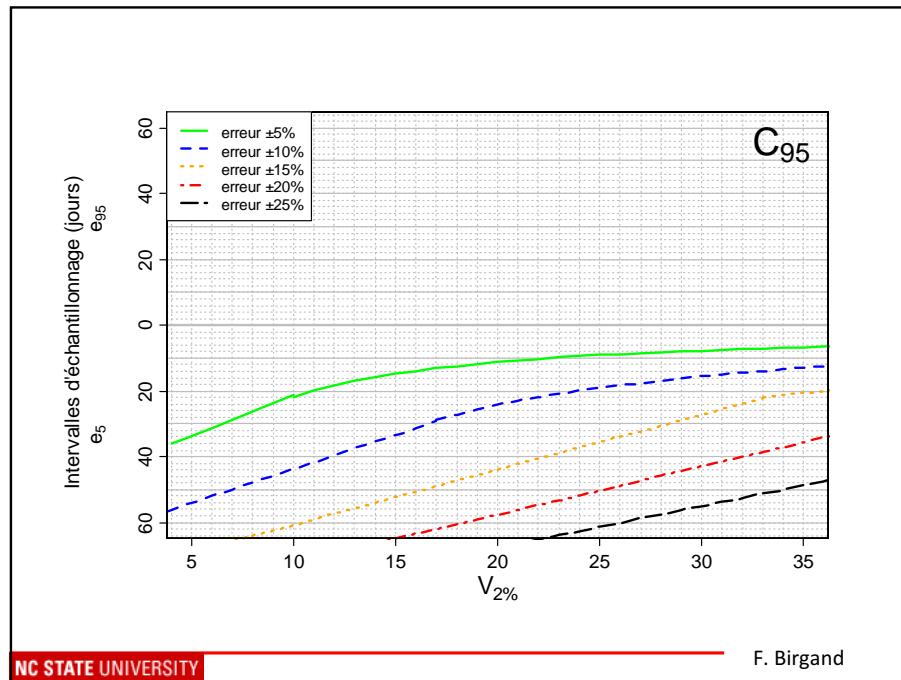
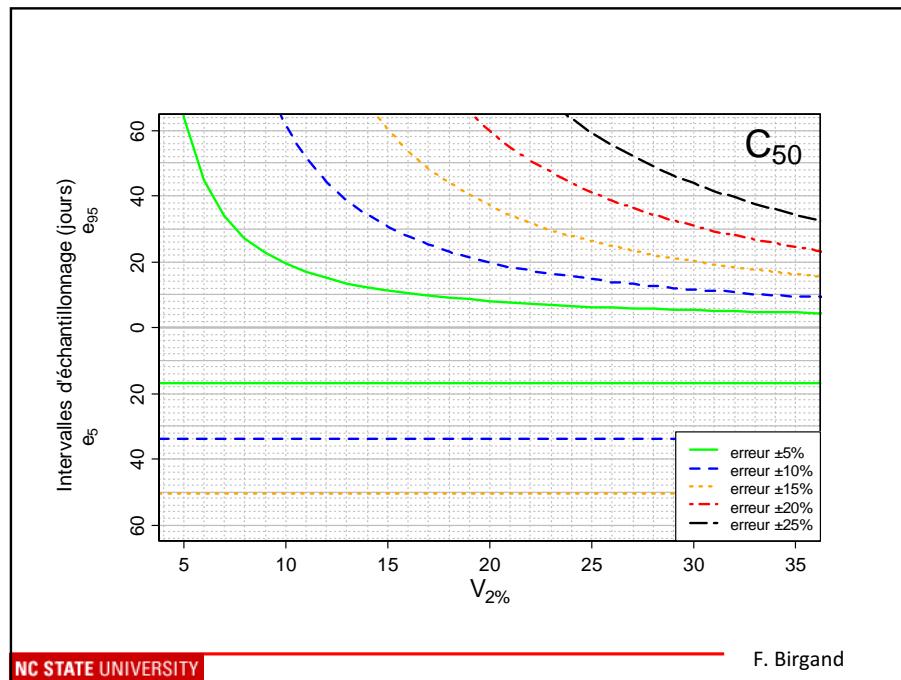
F. Birgand

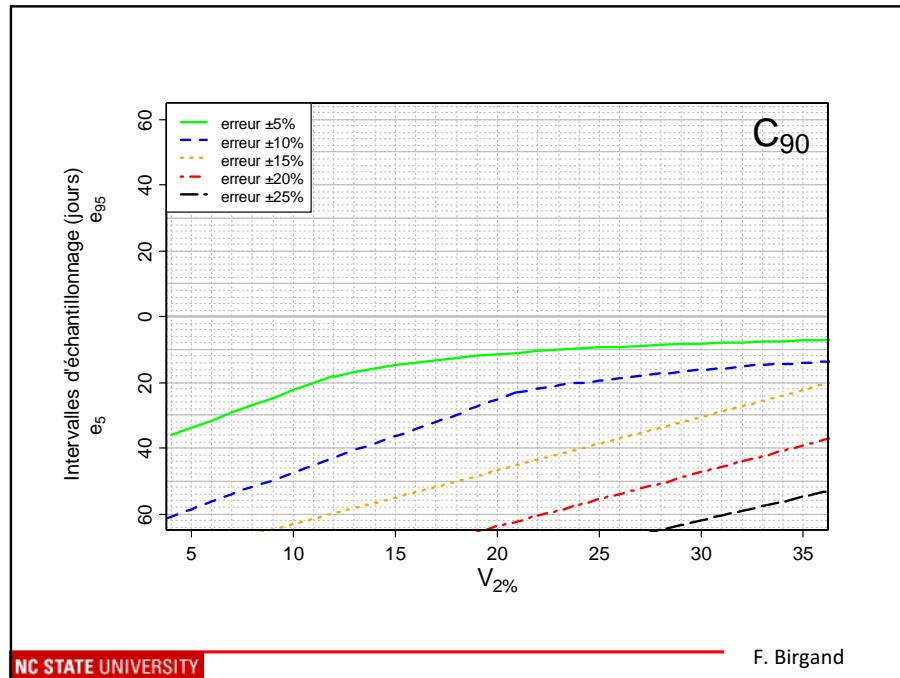
Abaques



NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand





Conclusions

- Echantillonnages peu fréquents induisent des erreurs significatives sur les flux et les indicateurs de concentration
- Pour les nitrates en Bretagne
 - La méthode de la concentration pondérée par les débits préférée pour l'évaluation des flux
 - il est possible de dresser des abaques reliant les fréquences d'échantillonnage à des niveaux d'incertitude et un indicateur de réactivité des bassins versants

Conclusion (Con'd)

- Pour échantillonnages mensuels, erreurs relativement faibles
 - Concentration moyenne annuelle: -6% à +6% (pour $V_{2\%}=10\%$), estimateur non biaisé
 - Flux annuel: -12% à +11% (pour $V_{2\%}=10\%$), légèrement biaisé (+1.5%)

NC STATE UNIVERSITY

F. Birgand





NOTES BIOGRAPHIQUES

Julien TOURNEBIZE, PhD

UR Hydrosystèmes et Bioprocédés, Research Unit Hydrosystems and Bioprocesses, Cemagref, France

RÉSUMÉ DE COMMUNICATION

Atelier « Méthodes de suivi de la qualité de l'eau des bassins versants »

Mardi 2 juin 2009, 13 h 30 à 15 h

Gestion de la ressource en eau dans un petit bassin versant rural fortement anthropisé.

La contribution des petits bassins versants amont représente plus des trois quarts de la ressource en eau dans le bassin de la Seine. Or dans certaines régions, les écoulements superficiels (notamment dans le cas de drainage agricole) sont en contact direct avec les eaux souterraines utilisées pour l'alimentation des populations en eau potable, par le biais de zones d'engouffrement karstifiées. En parallèle, il est avéré, depuis plusieurs dizaines d'années que l'activité agricole dégrade la qualité de l'eau dans ces petits bassins versants agricoles.

Une gestion durable de la ressource en eau nécessite dans ce cas là, une complémentarité des actions à mettre en oeuvre en impliquant tous les acteurs de l'eau (autorité, agriculteurs, association de protection, syndicat des eaux gestionnaires, ...). Ainsi, un partenariat incluant le Cemagref, a été mis en place pour travailler à l'amélioration de la qualité des eaux tout en maintenant une activité agricole utilisant le moins d'intrant. Cette approche associe des acteurs locaux de l'eau, des scientifiques dont les spécialités portent sur l'hydrologie mais aussi la sociologie. La démarche consiste donc à quantifier les flux de polluants d'origine agricole (fertilisants et pesticides) à l'échelle du bassin versant par la mise en place de station hydrologique idoine, à proposer des solutions de remédiations basées sur l'implantation de zones tampons humides artificielles (aspect technique mais aussi sociologique). Ce type de solution doit s'adapter au contexte socio-économique des acteurs de l'eau en raison d'une pression foncière croissante.

La complémentarité des actions qui visent d'une part la réduction des intrants par les agriculteurs et la mise en place de zone tampon sur les chemins de l'eau, permet d'envisager une réduction des flux de polluant de 75%, à évaluer après la mise en place d'opération pilote en cours.

Il est à noter que les informations qui apparaissent plus haut nous ont été fournies par la personne qui donne la conférence. Le comité organisateur du *Rendez-vous* n'est pas responsable de ce texte.

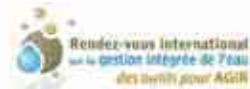
Gestion de la ressource en eau dans un petit bassin versant rural fortement anthropisé.

Dr Julien TOURNEBIZE

B. VINCENT, C. CHAUMONT, C. GRAMAGLIA

Cemagref

Unité de recherche « Hydrosystèmes et Bioprocédés »



DU 1^{er} AU 3 JUIN 2009
Centre culturel de l'Université de Sherbrooke
Sherbrooke, Québec, Canada

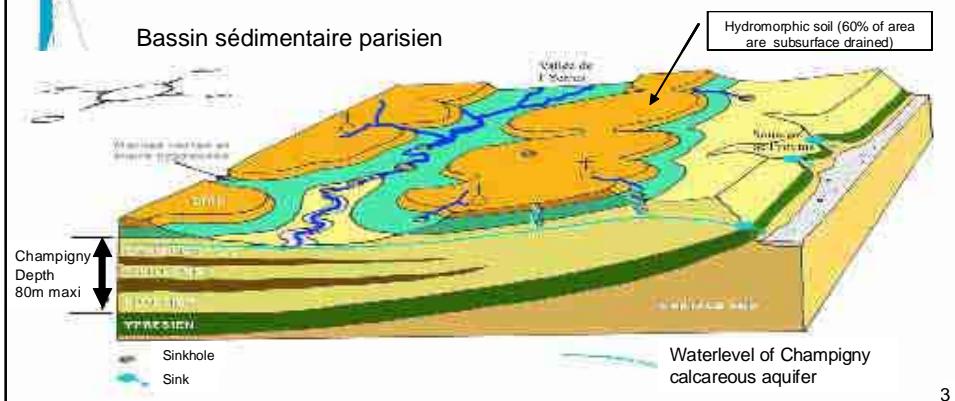
Plan de l'exposé

- 1. Présentation de la problématique**
- 2. Présentation du BV**
- 3. Aspect hydrologique**
- 4. Suivi des pesticides**
- 5. Le plan d'action à l'échelle du BV**
- 6. Premières conclusions sociologiques**
- 7. Conclusions**

► Une vulnérabilité de la ressource en eau

Contexte

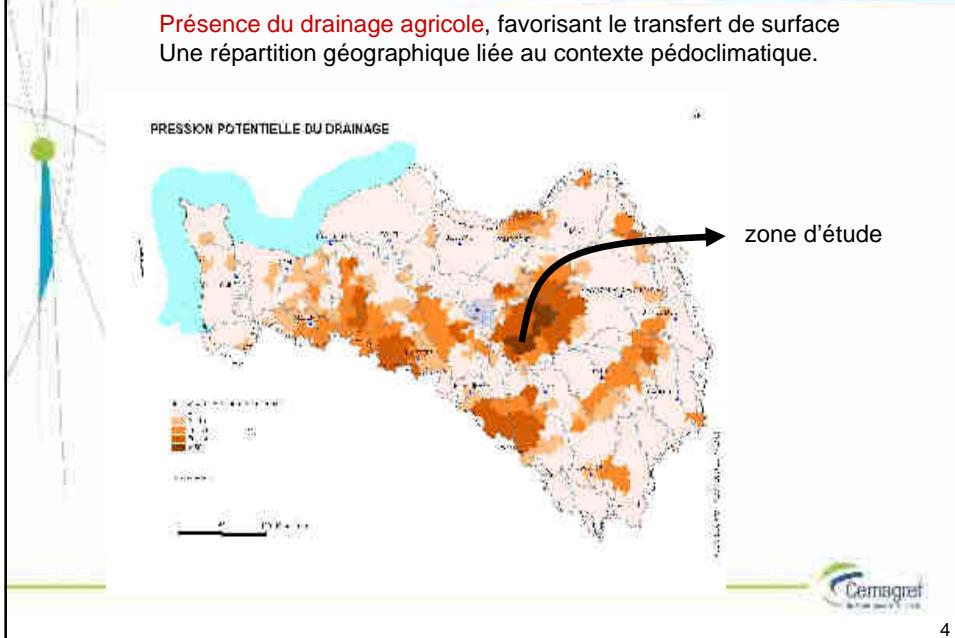
- Activités agricoles → Dégradation de la qualité de l'eau
- DCE : retour au « bon état écologique » pour 2015
- + article 21 de la loi sur l'eau de 2005 : bonne qualité de l'eau souterraine
- **Vulnérabilité accrue par la présence de zone d'engouffrement**
- **lien direct des eaux de surface avec les eaux souterraines**



3

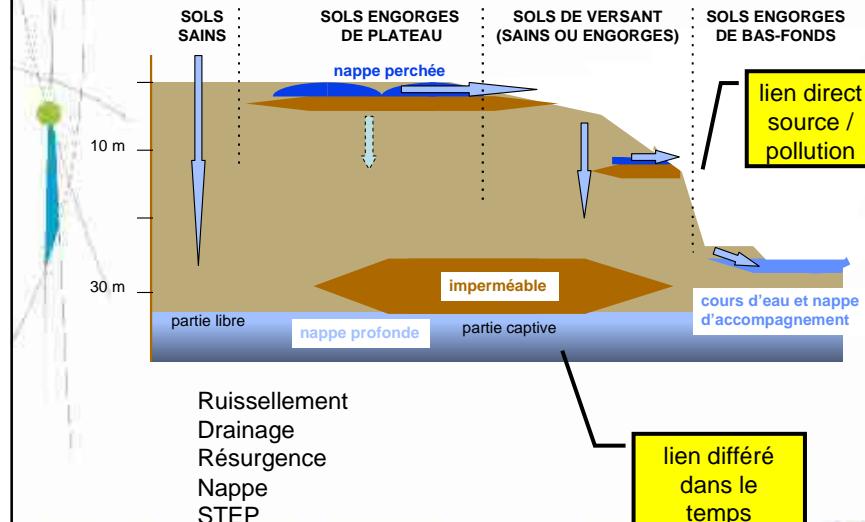
► Particularité hydrologique de la région

Présence du drainage agricole, favorisant le transfert de surface
Une répartition géographique liée au contexte pédoclimatique.



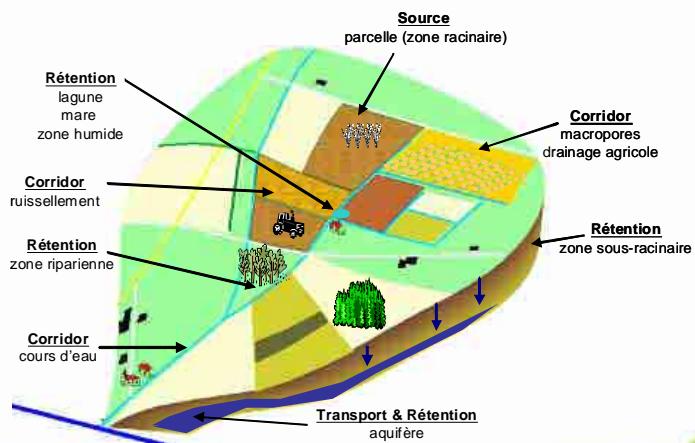
4

Fonctionnement type d'un bassin versant drainé



Les transferts et interactions dans un BV drainé

- De l'échelle de la parcelle au bassin versant : compréhension des interactions cours d'eau / interface (zone tampon, ripisylve, ...)



► Plan de l'exposé

- 1. Présentation de la problématique**
- 2. Présentation du BV**
- 3. Aspect hydrologique**
- 4. Suivi des pesticides**
- 5. Le plan d'action à l'échelle du BV**
- 6. Premières conclusions sociologiques**
- 7. Conclusions**



7

► Présentation du bassin versant

Exemple Protection d'une zone d'engouffrement
Enjeu de la protection de la ressource en eau

Faire de cet exemple un cas d'étude

Forte implication des acteurs locaux :

- service « Eau » du conseil général
- recherche (technique et sociologique)
- collectivité locale
- et par une démarche locale
- des agriculteurs

↳ **Pluridisciplinarité de l'approche**

- ↳ Hydrologie
- ↳ Agronomie
- ↳ Sociologie
- ↳ Gestion Intégrée



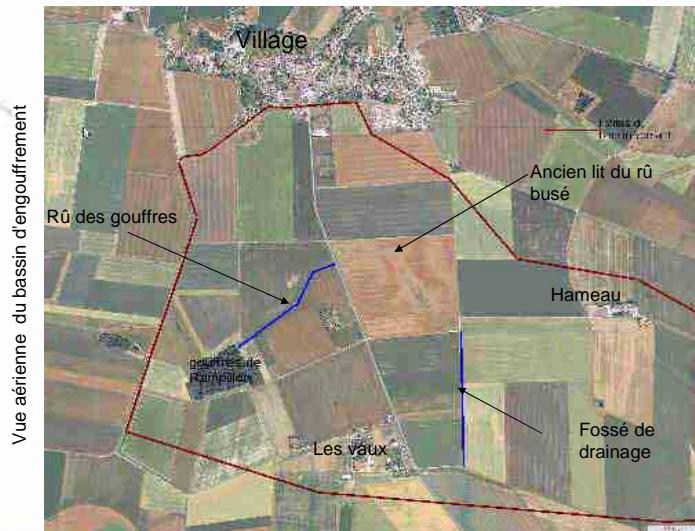
**Caractéristique
systèmes gouffres.**



8

▶ Présentation du bassin versant

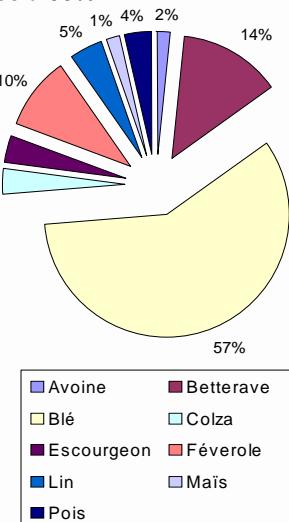
Surface : 400 ha Pente moyenne : 7‰



9

▶ Présentation du bassin versant

Occupation du sol : Agriculture intensive, drainée à 95%
10 agriculteurs dont 3 principaux



Cemagref

10



► Plan de l'exposé

- 1. Présentation de la problématique**
- 2. Présentation du BV**
- 3. Aspect hydrologique**
- 4. Suivi des pesticides**
- 5. Le plan d'action à l'échelle du BV**
- 6. Premières conclusions sociologiques**
- 7. Conclusions**



11



► Aspect hydrologique

- Comprendre et Démontrer le fonctionnement hydrologique du bassin versant**
- Suivi et mesure à l'échelle du bassin versant**
 - Quantifier les écoulements
 - Identifier les transferts de pesticides
 - Quantifier les transferts de pesticides
- Méthodologie**
 - Suivi ligne d'eau et débit
 - Suivi de la qualité de l'eau (méthode d'asservissement)
- Optimisation du suivi nitrate et pesticide**
 - choix des échantillons



12

► Aspect hydrologique

Détails de la station de mesure : Section de contrôle en contreplaqué marin
Préleveur automatique et capteur de type Doppler (hauteur+vitesse)



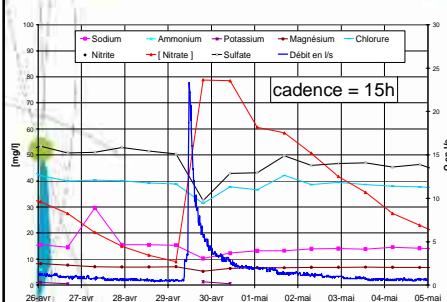
13

► Aspect hydrologique



14

Aspect hydrologique : Stratégie d'échantillonnage

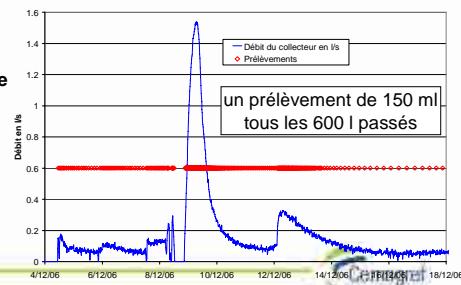


Singuliers : cas du multiflacon

- **1 échantillon = 1 flacon : c'est le cas le plus classique pour commencer une étude**
 - asservissement à une cadence fixe ou programmée
 - asservissement à une variable externe (dépassement d'un seuil de débit, turbidité, conductivité...)
 - **Accès à la dynamique des éléments analysés**
 - **Nombreux échantillons = capacité d'analyse forte**
 - **Une cadence fixe mais des évènements aléatoires**

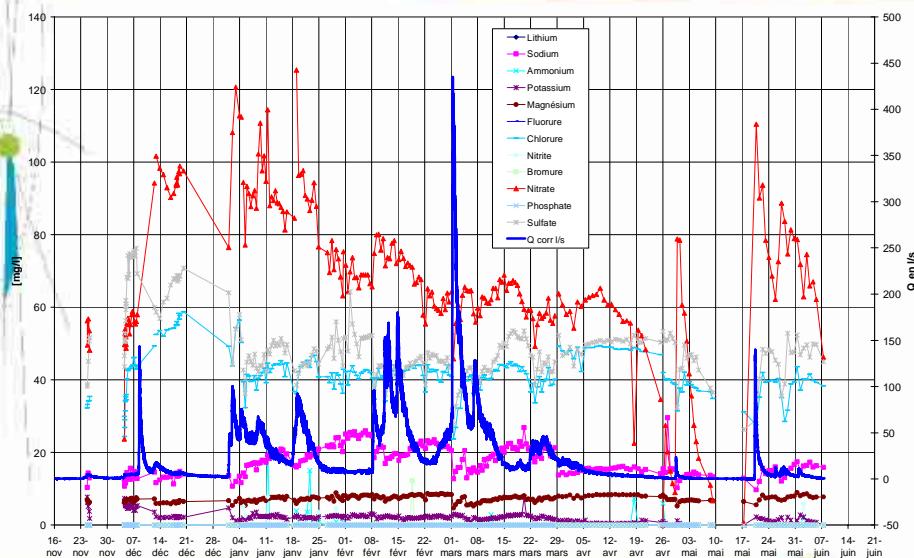
Composite : cas du monoflacon

- Principe : chaque prélèvement dans 1 même flacon
 - Valable si chaque prélèvement est asservi à un volume seuil (non-sens si asservi au temps)
 - la concentration du composite reflète bien la concentration moyenne de l'écoulement
 - Pas de dynamique mais un flux bien caractérisé
 - 1 échantillon = possibilité d'analyses plus chères (phyto)
 - 1 hydrogramme bien discritisé si le volume seuil est bien maîtrisé (technicité, évolutivité dans la saison)



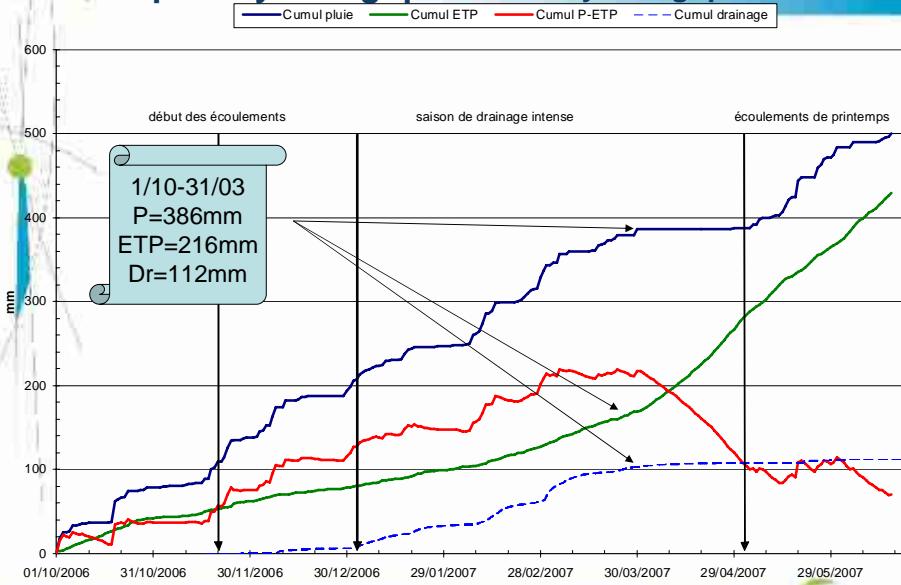
15

Aspect hydrologique : Résultat du suivi



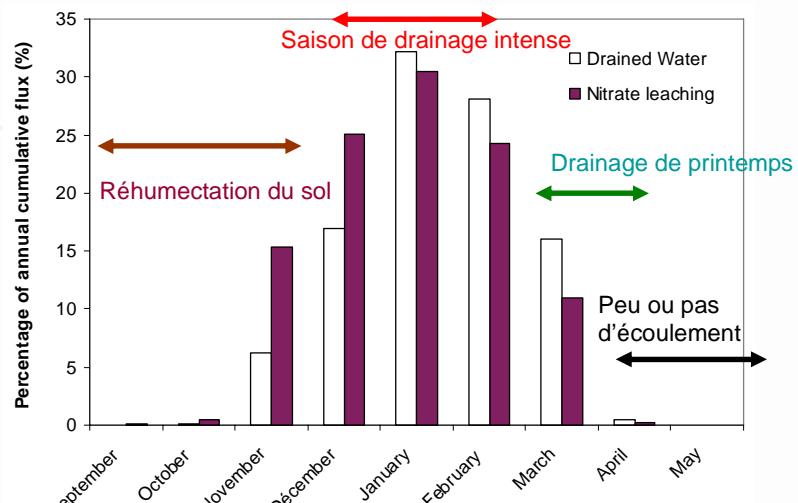
16

Aspect hydrologique : Bilan hydrologique 2007



17

Aspect hydrologique : Saisonnalité des flux de nitrate



18

► Aspect hydrologique : Bilan

Période 01/10/2006 au 30/05/2007	Volume en mm
P	484
ETP	369
Dr	111.9

Volume Ponctuel suivi (m3)	8295
Volume Composite suivi (m3)	269532
Volume total (m3)	397390
% échantillonné sur total volume mesuré	70%

Volume total écoulé en 2007 : 400 000 m³

Soit l'équivalent de la consommation annuelle de 5 000 ha.

En année moyenne : 220mm de drainage soit 800 000 m³, équivalent à 10 000 ha

Elément minéral	Ca	Cl	Mg	N-NO ₃	P	Na	SO ₄
Total (kg)	40127	16604	2857	6450	810	7131	18048
Concentration de flux (mg/l)	101	42	7	16.25	2	18	45
Exportation (kg/ha)	113	47	8	18.3	2.3	20	51



19

► Plan de l'exposé

- 1. Présentation de la problématique**
- 2. Présentation du BV**
- 3. Aspect hydrologique**
- 4. Suivi des pesticides**
- 5. Le plan d'action à l'échelle du BV**
- 6. Premières conclusions sociologiques**
- 7. Conclusions**

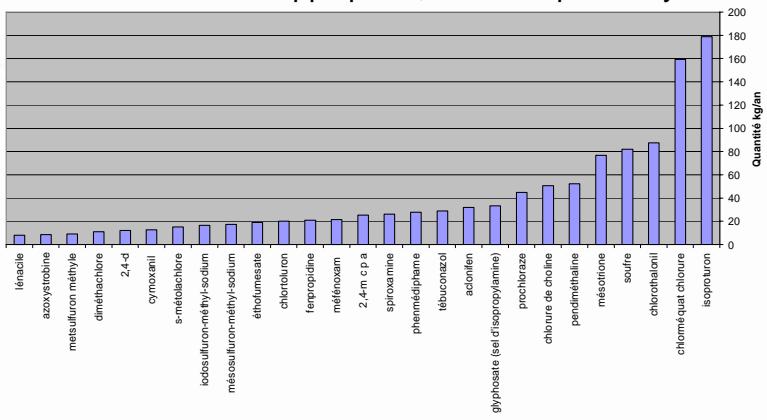


20

Suivi des pesticides

- Répertorier les pratiques agricoles :

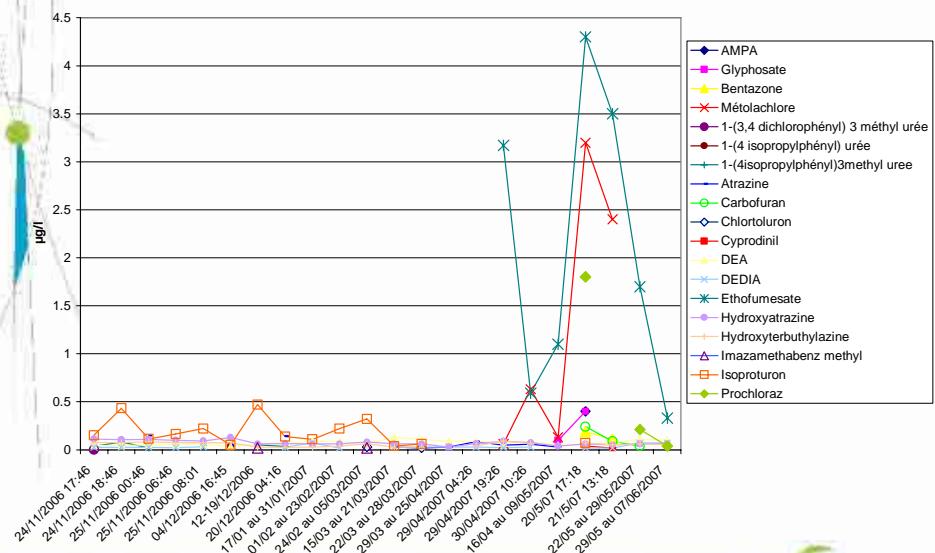
- 72 molécules appliquées, 15 suivis par analyse



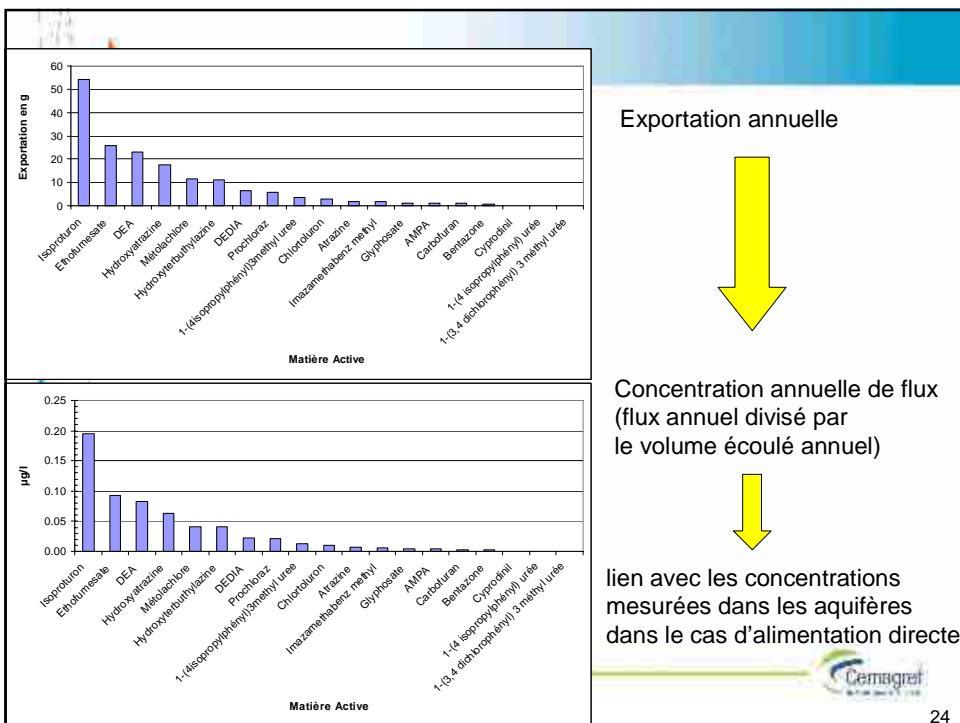
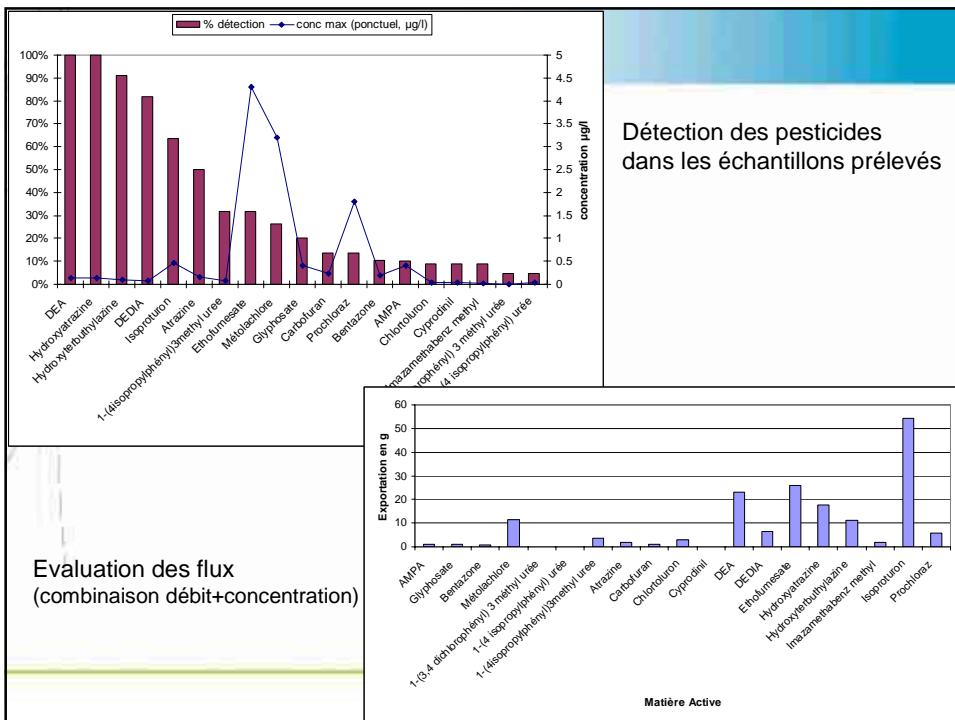
Plan national ECOPHYTO 2018 : Diminuer de 50% les apports
Accompagner les agriculteurs dans les modifications agronomiques

21

Suivi des pesticides

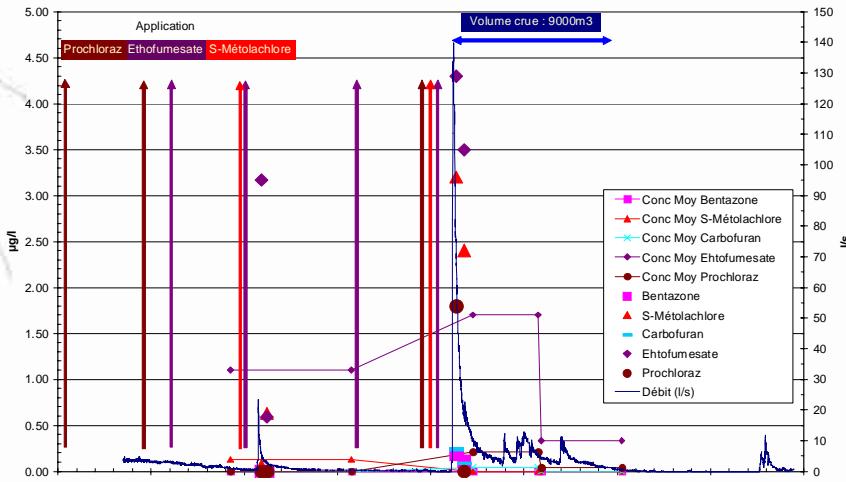


22



Suivi des pesticides

Exemple d'une crue après traitement



concentration théorique rapportée à la surface de traitement : 30 $\mu\text{g/l}$

25

Suivi des pesticides : Bilan

- Effets d'entraînement
- Comportement lié aux propriétés des molécules
- Bruit de fond pour les anciennes molécules de type atrazine
- Très forte amplitude des concentrations après application
- Flux cumulés en palier
- Signal très affaibli trois crue après application pour le drainage et une crue en ruissellement

▶ Suivi de pesticide

- **Mise en évidence des transferts de pesticide**
 - Relation forte pratique agricole et flux exporté
 - L'atrazine et ses métabolites présents dans 100% des échantillons → stock dans le sol important, malgré leur interdiction dès 2001.
 - Les concentrations de flux sont cohérentes avec les concentrations mesurées dans l'aquifère.
 - Les volumes d'eau annuels ne sont pas négligeables
- **Il faut admettre que l'activité agricole engendre des pollutions**
- **Il faut donc trouver des solutions correctrices collectives, le plus en amont possible des ressources en eau**
- **Présentation des résultats aux acteurs locaux**



27

▶ Plan de l'exposé

- 1. Présentation de la problématique**
- 2. Présentation du BV**
- 3. Aspect hydrologique**
- 4. Suivi des pesticides**
- 5. Le plan d'action à l'échelle du BV**
- 6. Premières conclusions sociologiques**
- 7. Conclusions**



28

Le plan d'action à l'échelle du BV

- Objectifs : réduire de 75% les transferts de pesticide
- Moyen d'action à 3 niveaux :
 1. Sécuriser les aires de remplissage (pollution ponctuelle)
 2. Diminuer la pression polluante (modifier les pratiques agricoles)
 3. Limiter le transfert à la sortie des parcelles au moyen de zone tampon

de type sèche ← Zone tampon → de type humide
ex : Bandes enherbées ex : Zones humides artificielles



mais dans certains contextes (ruissellement concentré, drainage, ...)



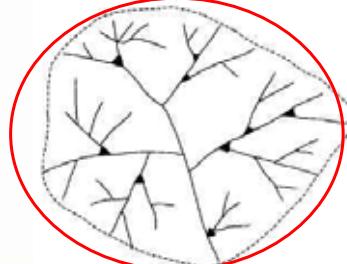
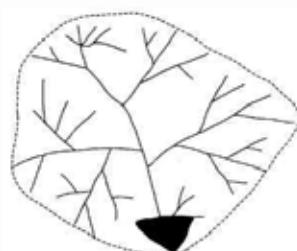
Cemagref

29

Le plan d'action à l'échelle du BV

Quelques principes de base

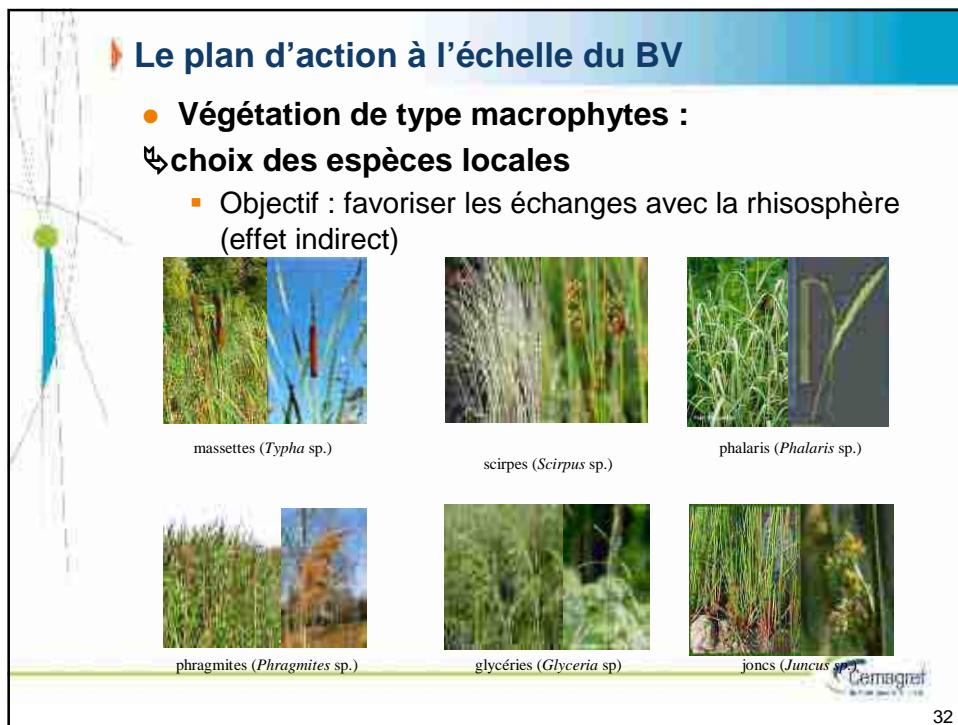
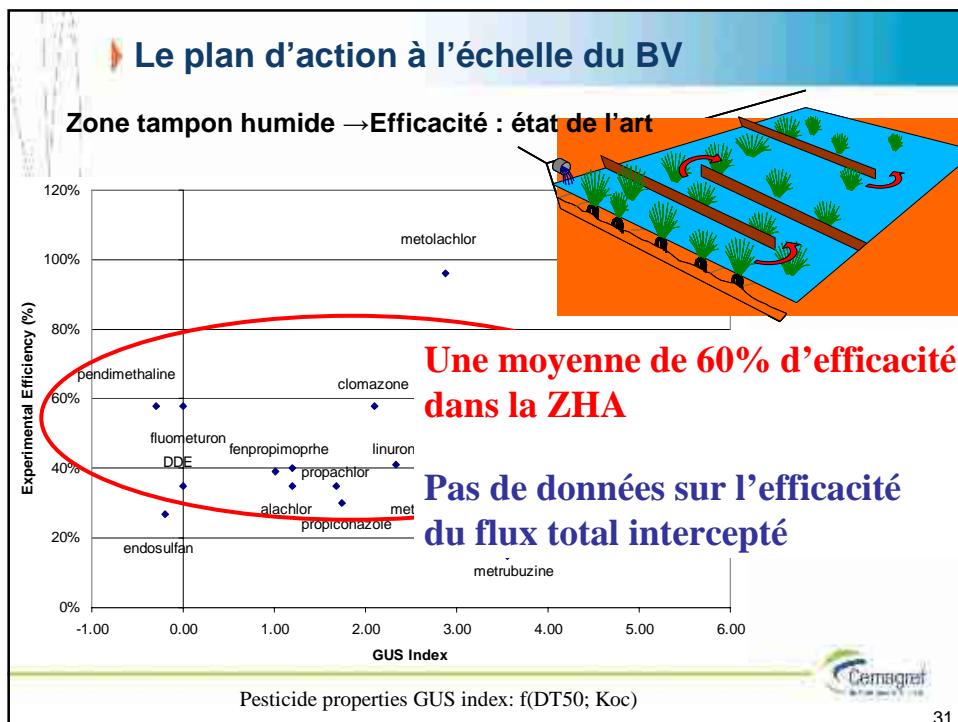
- Le but n'est pas de compenser, mais d'atteindre un objectif fixé avec les acteurs
- Répartir les actions
- Favoriser la diversité
- Implantation au plus proche de l'émission de polluant (moins de dilution due aux différences de pratiques agricoles) : agir le plus en amont possible



(Mitsch, 1992) ; (van der Valk and Jolly, 1992)

Cemagref

30



Le plan d'action à l'échelle du BV

Solution collective retenue

- Minimiser l'emprise foncière :

L'objectif premier des agriculteurs est de cultiver leur terre

→ Impossibilité de traiter tous les flux

↳ Traiter le maximum de flux dans un minimum de volume : nécessité de plusieurs bassins répartis sur le bassin versant

- pour cela, il faut actionner le système après chaque traitement
- participation active des agriculteurs

- Rusticité des ouvrages

↳ Diminuer le coût des aménagements

- génie civil réduit à du compactage / déblais / remblais
- de la tuyauterie en PVC
- des plantes macrophytes disponibles localement

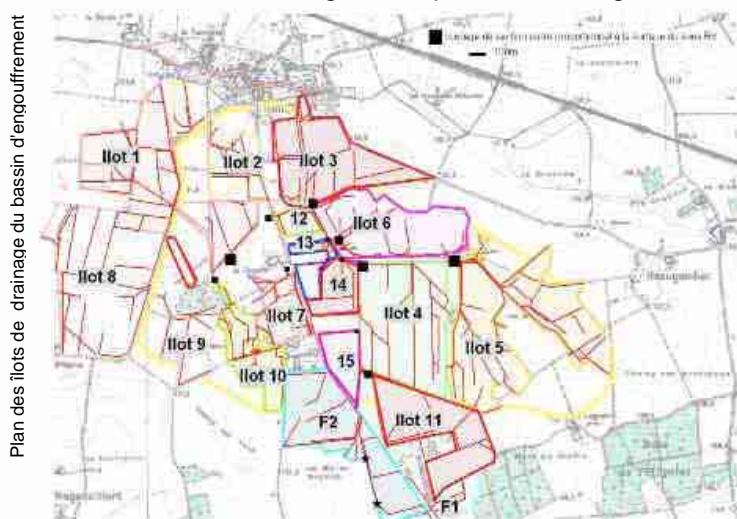
Etudes préliminaires : géotechnique, avant projet



33

Le plan d'action à l'échelle du BV

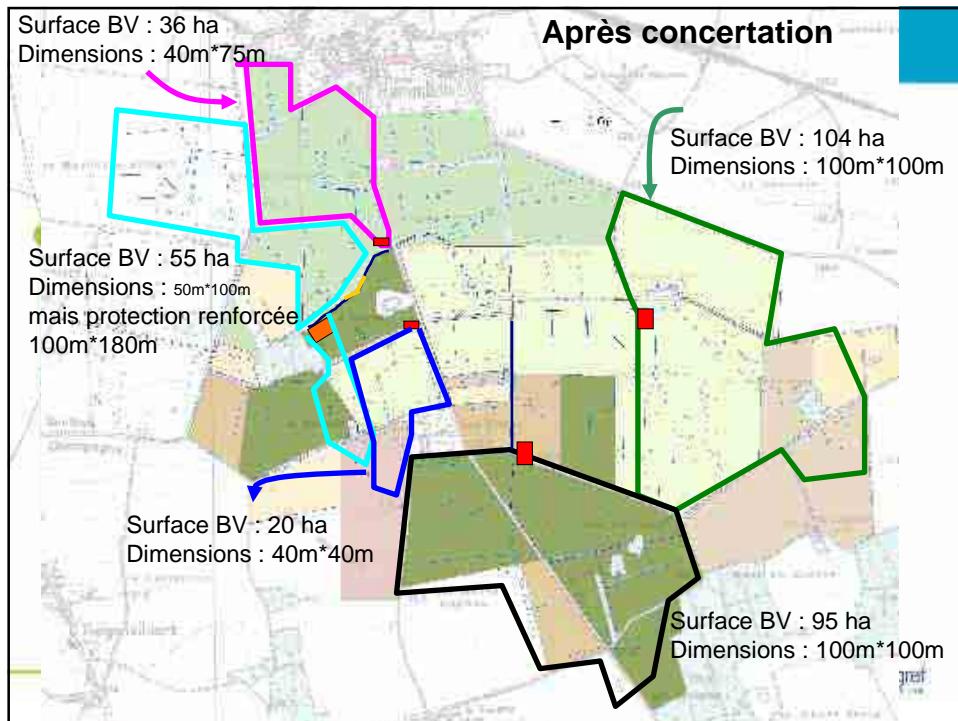
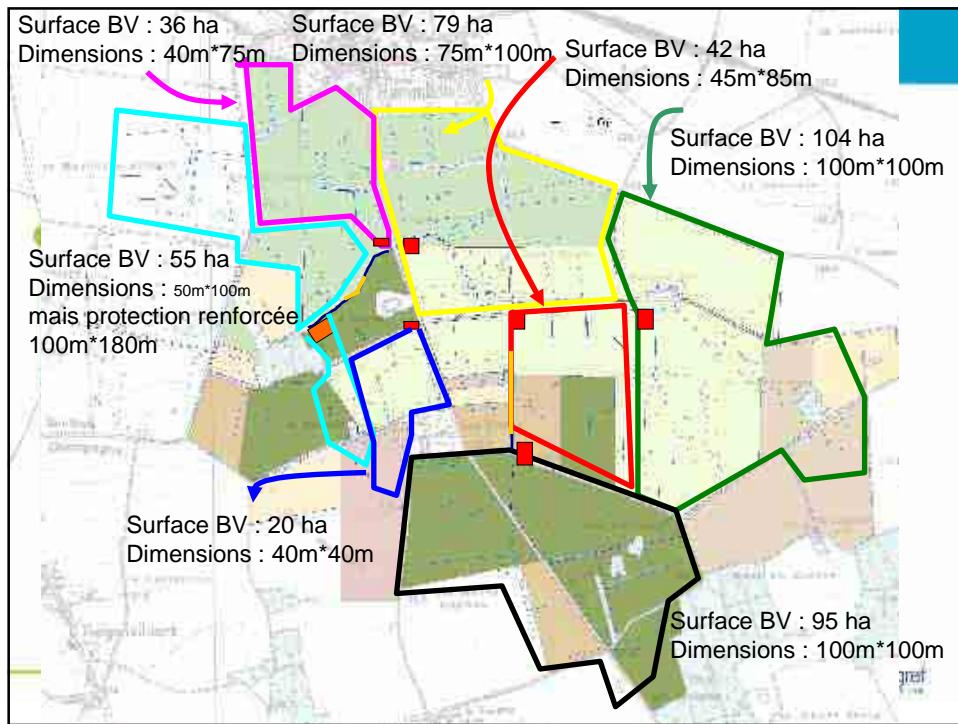
Localisation des aménagements potentiels + Négociation



Plan des îlots de drainage du bassin d'engouffrement

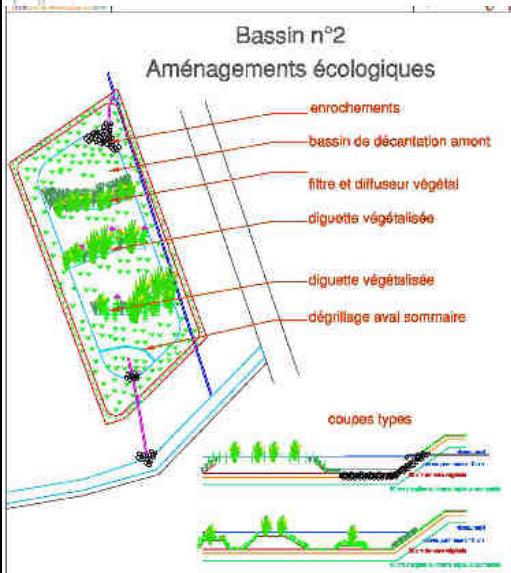


34

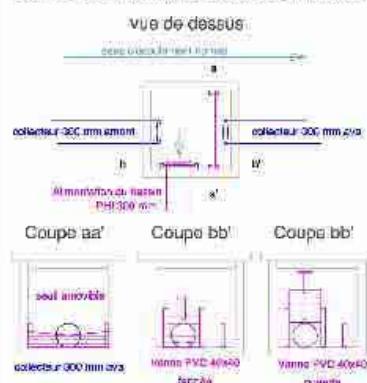


Le plan d'action à l'échelle du BV

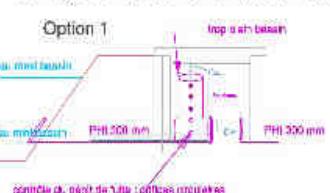
Exemple de zone tampon humide artificielle



Ouvrage d'alimentation : schéma de principe



Ouvrage de vidange : schéma de principe



37

Plan de l'exposé

- 1. Présentation de la problématique**
- 2. Présentation du BV**
- 3. Aspect hydrologique**
- 4. Suivi des pesticides**
- 5. Le plan d'action à l'échelle du BV**
- 6. Premières conclusions sociologiques**
- 7. Conclusions**

▶ Premières conclusions sociologiques

- Il faut décider et agir malgré les incertitudes car les ressources aquifères se dégradent et la législation se fait plus contraignante → RESPONSABILISER LES ACTEURS;
- La solution proposée ne sera pas simplement technique mais sociotechnique c'est-à-dire co-construite avec l'ensemble des acteurs;
- L'efficacité du dispositif dépend de l'engagement des agriculteurs qui cèdent leurs terres et gèrent le dispositif d'épuration;
- La participation des agriculteurs est liée à la reconnaissance de leurs savoirs et de leur rôle;
- Les négociations se passent à la marge du processus et sont menées par le conseiller agricole présent en continu sur le terrain;
- L'appropriation du dispositif par les acteurs est collective (/ mesures agro-environnementales sont individualisantes);
- La pérennité des ZHC dépendra aussi des réactions du public.



39

▶ Plan de l'exposé

1. Présentation de la problématique
2. Présentation du BV
3. Aspect hydrologique
4. Suivi des pesticides
5. Le plan d'action à l'échelle du BV
6. Premières conclusions sociologiques
7. Conclusions



40

Conclusions

- La pertinence du suivi métrologique a permis de mettre en évidence et de quantifier les exportations de pesticide auprès des acteurs locaux.
- Une implication de tous les acteurs a ainsi abouti, avec une concertation, à un plan d'action basé sur la complémentarité des actions.
- La démarche appliquée se veut exemplaire en terme d'études, de suivi afin d'être reproductible par les maîtres d'ouvrage.
- Sur le site pilote, les financeurs ont été trouvés, les demandes d'autorisation sont en cours.
- Et la construction des zones est à venir !!!!



41

Merci
de
votre attention



42