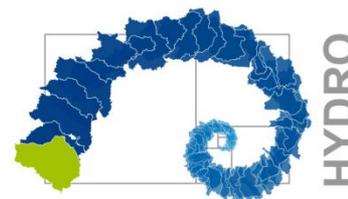


# Rôle de l'aménagement du territoire dans la genèse des crues lentes

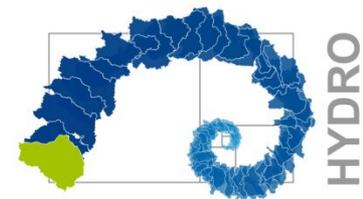
**Vazken ANDRÉASSIAN**  
*Directeur Adjoint Scientifique, Irstea*



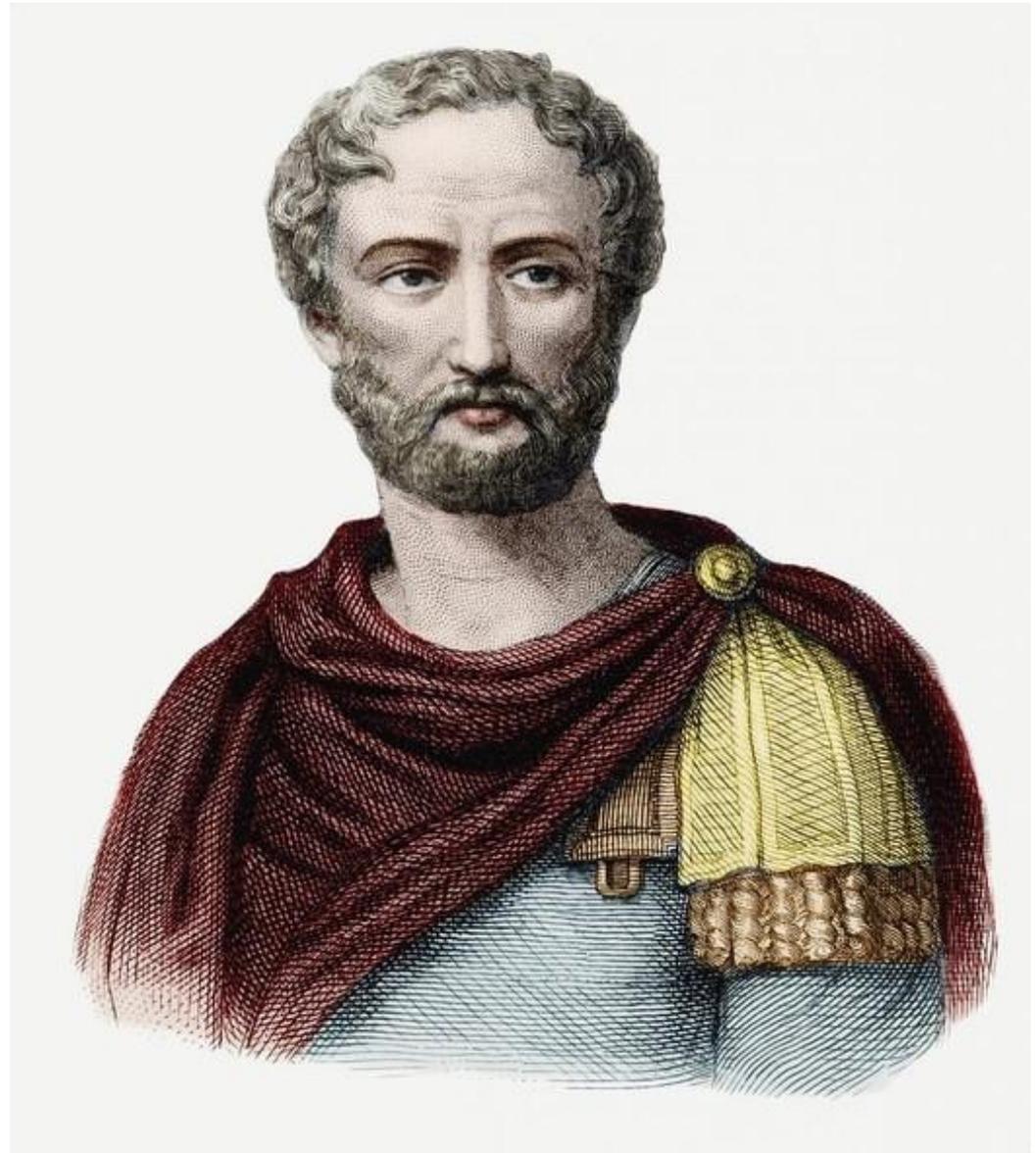
- 1. Est-ce la première fois que l'on se pose cette question?**
- 2. Aménagement du territoire et génie écologique**
- 3. Des règles de bon sens à une évaluation de l'impact des mesures de génie écologique**
- 4. Sait-on répondre quantitativement à la question?**



1.  
**Est-ce la première fois que l'on pose  
cette question?**



Est-ce la première fois que l'on pose cette question?



## *Plinie l'Ancien (XXXI, 30)*

- **La modification de l'usage des sols peut avoir des conséquences sur les crues :**

**« *Souvent, en abattant les bois qui couvraient une colline, et qui retenaient les nuages et s'en alimentaient, on a vu se former des torrents désastreux* »**

# Est-ce la première fois que l'on pose cette question?



- **En 1821, Siméon, Ministre de l'Intérieur de Louis XVIII, donne mission à l'Académie Royale des Sciences d'étudier l'effet hydrologique et climatique des déboisements effectués dans le pays depuis la Révolution**
- **Une vaste enquête est réalisée par l'intermédiaire des préfets du royaume**

- **La séance du 16 février 1824 de l'Académie Royale des Sciences, présente une synthèse des informations recueillies**
- **Une séance peu concluante : devant l'hétérogénéité des rapports, le manque de données chiffrées, les Académiciens concluent qu'il « *n'a pas été trouvé de preuves assez positives ni assez complètes des faits contestés pour émettre une opinion* »**

*Bainville, V. et Ladoy, P., 1995. Préoccupations environnementales au début du XIXe siècle : la circulaire n°18 du 25 avril 1821. La Météorologie (numéro spécial avril 1995): 88-94.*

Est-ce la première fois que l'on pose cette question?



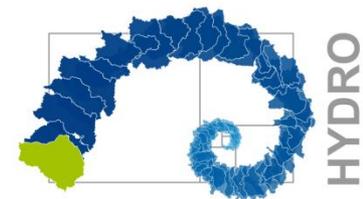
## Belgrand (1853)

- **« je conclus de tous ces faits, et de beaucoup d'autres, que les bois ne sont point de nature à retarder beaucoup le ruissellement des eaux pluviales. »**

*Belgrand, E., 1853. De l'influence des forêts sur l'écoulement des eaux pluviales. Annuaire de la Société Météorologique de France, 1: 176-193.*



## 2. Aménagement du territoire et génie écologique



# Le génie écologique peut-il résoudre les problèmes de crue?

## M É M O I R E

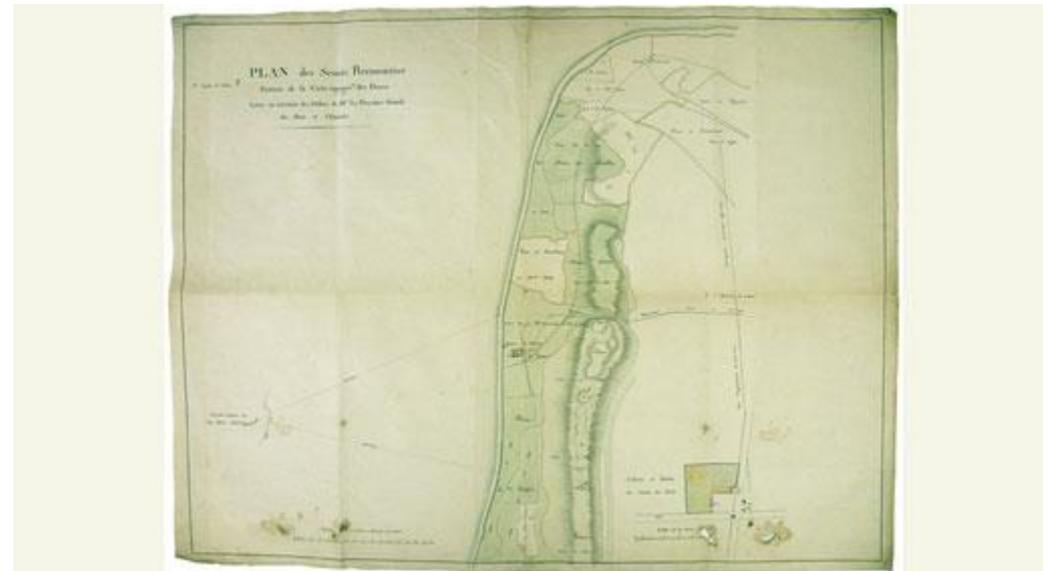
S U R

## L E S D U N E S,

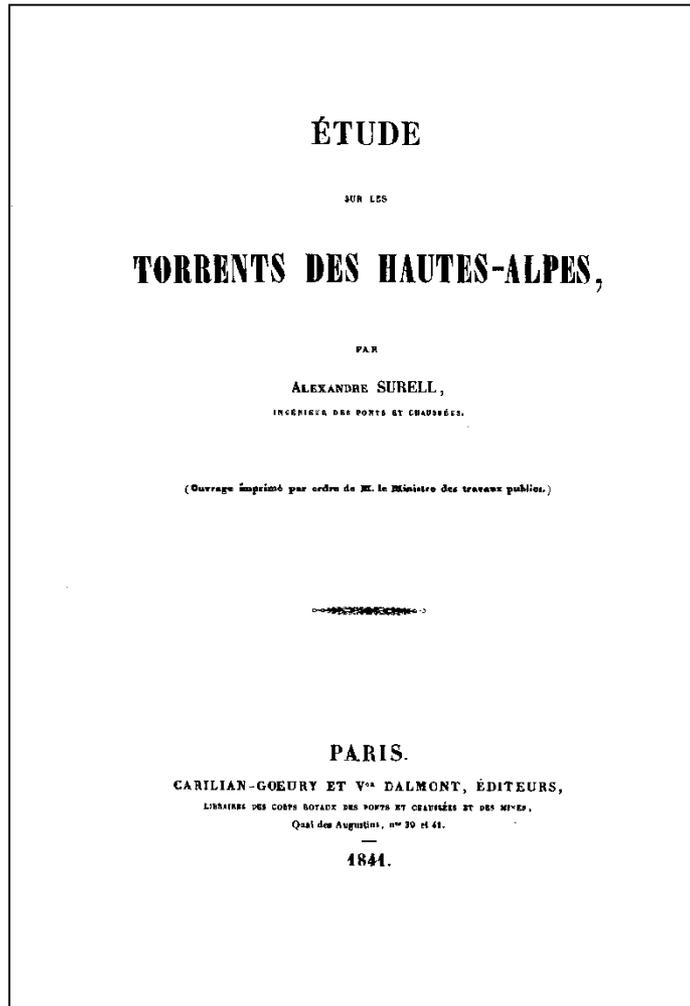
Et particulièrement sur celles qui se trouvent  
entre Bayonne et la pointe de Graye,  
à l'embouchure de la Gironde;

Par N. T. BREMONTIER,  
*Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.*

À P A R I S,  
DE L'IMPRIMERIE DE LA RÉPUBLIQUE.  
Thermidor an V.



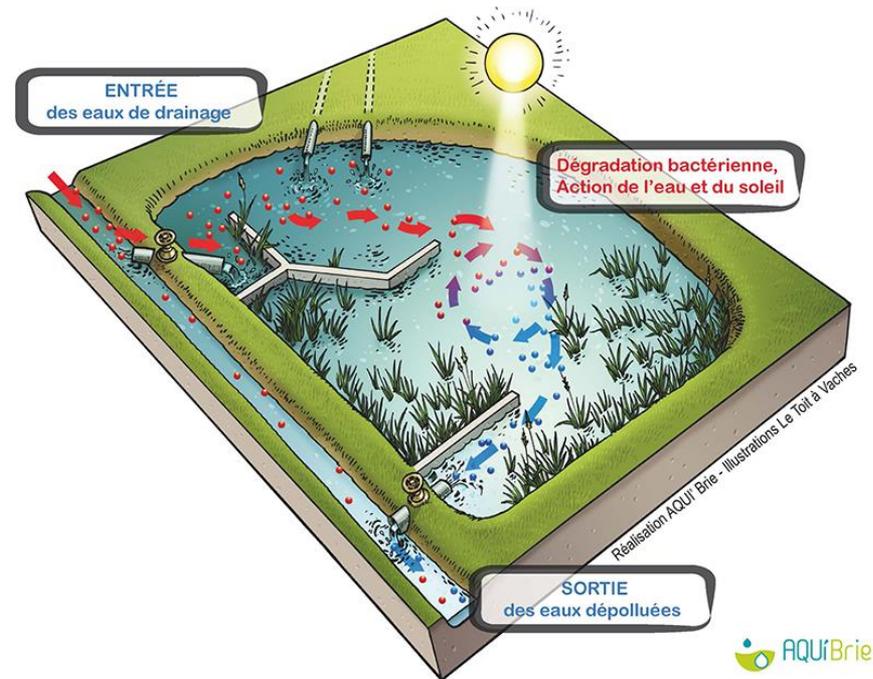
# Le génie écologique peut-il résoudre les problèmes de crue?



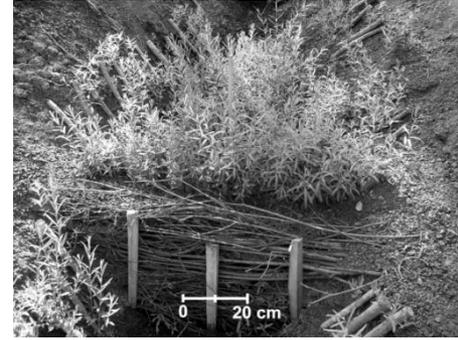
*Torrent de Pontis (65) en 1896 puis en 1992 après travaux de Restauration des Terrains en Montagne*

- Zones tampons humides artificielles (ZTHA)
- Site pilote à Rampillon en Seine-et-Marne
- Questions de qualité des eaux

*Travaux de Julien  
Tournebize, Irstea,  
Antony)*



# Travaux actuels de génie écologique à Irstea



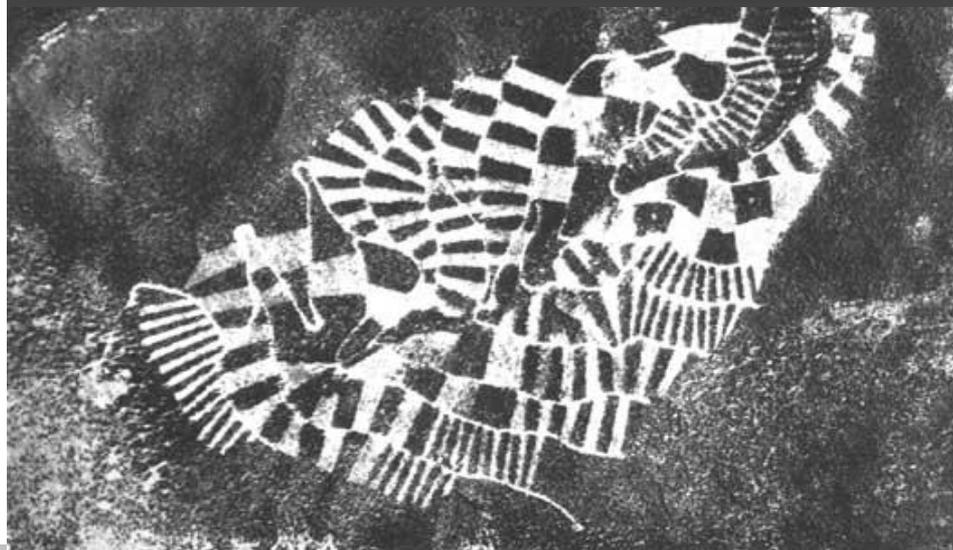
**Bassin versant de  
Recherche de Draix**

***Travaux de Freddy Rey  
(Irstea Grenoble)***



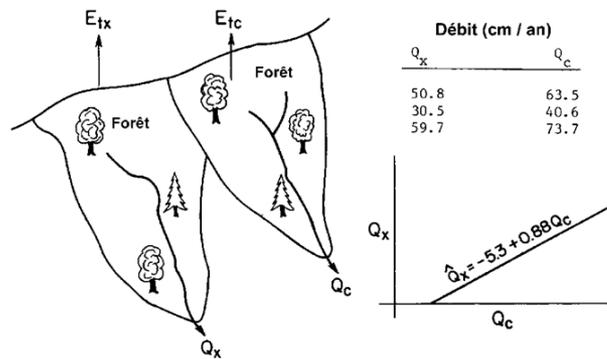
# Travaux (passés) de génie hydro-écologique à l'étranger

## Site LTER Hubbard Brook

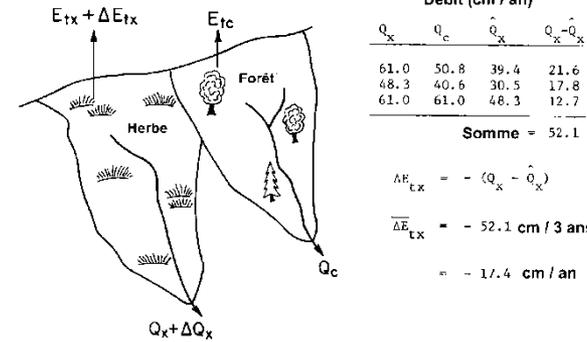


# Synthèse des travaux expérimentaux en bassins versants

PERIODE DE CALAGE



PERIODE DE TRAITEMENT



Bassin versant	Surface (ha)	Référence	Surface traitée	Variation du pic de crue	Variation du volume en crue
Wagon Wheel Gap	81	Bates et Henry (1928)	100 %	+50 %	+30 %
Coweeta	44 à 144	Swank et al. (1988)	100 %	+7 à 30 %	
Hubbard Brook	16 à 35	Hornbeck et al., (1997)	100 %	-40 à +63%	
Fool Creek	289	Troendle et King (1985)	40 %	-18 à +108 %, moy. +23 %	-5 à +18 %, moy. +8 %
ECEREX (bassins A, C, D, E, G, H, I, J)	1 à 1.6 ha	Fritsch (1990)	100%	+17% à +166%	+21% à +104%, moy. +57%
Brownie creek	2134	Burton (1997)	25 %	+ 45 %	

# Impact de la forêt sur les crues : controverses persistantes

COMMENTARY

10.1002/2013WR014334

This article is a reply to Bathurst [2014]. doi:10.1002/2013WR013613.

**Correspondence to:**  
Y. Aïla,  
younes.aila@ubc.ca

**Citation:**  
Aïla, Y., and K. C. Green (2014), Reply to comment by Bathurst on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments," *Water Resour. Res.*, 50, 2759–2764, doi:10.1002/2013WR014334.

Received 27 JUNE 2013  
Accepted 23 JAN 2014  
Accepted article online 28 JAN 2014  
Published online 4 MAR 2014

## Reply to comment by Bathurst on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments"

Younes Aïla<sup>1</sup> and Kim C. Green<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Resources Management, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

In our idealized view of science, an observation that runs contrary to the general dogma is precisely not to be ignored, since in theory, a single inconsistency is sufficient to topple the entire scientific edifice. These "anomalous" results should attract powerful attention simply because they are difficult to absorb in the standard view and could lead to new paradigm shifts (Kuhn, 1970).

Kiang [1995, p. 348]

### 1. Introduction

Allila et al. [2009], Kuras et al. [2012], Green and Aïla [2012], and Schnorbus and Aïla [2013] illustrated using case studies in snow and rain-on-snow environments why we must use frequency pairing (FP) and called on the forest science community to abandon the traditional chronological pairing (CP) methods in the study of forests and floods. We thank James Bathurst for providing us this opportunity to explain why we remain opposed to the use of CP in all hydroclimate environments including rain dominated.

COMMENTARY

10.1002/2013WR013586

This article is a comment on Green and Aïla [2012]. doi:10.1029/2012WR012449.

**Correspondence to:**  
S. J. Birkinshaw,  
s.j.birkinshaw@ncl.ac.uk

**Citation:**  
Birkinshaw S. J. (2014), Comment on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments" by Kim C. Green and Younes Aïla, *Water Resour. Res.*, 50, 2765–2768, doi:10.1002/2013WR013586.

Received 28 JAN 2013  
Accepted 15 FEB 2014

## Comment on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments" by Kim C. Green and Younes Aïla

Stephen J. Birkinshaw<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK

### 1. Introduction

Aïla and his colleagues at the University of British Columbia, Vancouver, have now produced several papers in which they make the case that the analysis of the effect of the reduction in forest cover on flooding must be carried out within a flood frequency distribution framework (a "frequency pairing" (FP) approach). They also argue that existing methods of comparing floods by equal meteorology or storm input (a "chronological pairing" (CP) approach) are indefensible [Aïla et al., 2009; Kuras et al., 2012; Green and Aïla 2012]. Previously Lewis et al. [2010] have commented on the Aïla et al. [2009] paper with a reply by Aïla et al. [2010]. This is a comment on the Green and Aïla [2012] paper, hereafter called GA.

In this comment, I am focusing on the differences in the FP and CP approaches and the conclusions that can be drawn by using these methods. Therefore, the data used are assumed to be correct and the discus-

COMMENTARY

10.1002/2013WR014198

This article is a reply to Birkinshaw [2014]. doi:10.1002/2013WR013586

**Correspondence to:**  
Y. Aïla,  
younes.aila@ubc.ca

**Citation:**  
Aïla, Y., and K. C. Green (2014), Reply to comment by Birkinshaw on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments," *Water Resour. Res.*, 50, 2769–2774, doi:10.1002/2013WR014198.

Received 30 MAY 2013  
Accepted 15 FEB 2014

## Reply to comment by Birkinshaw on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments"

Younes Aïla<sup>1</sup> and Kim C. Green<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Resources Management, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

"The vitality of a branch of science is a reflection of the magnitude or importance of the questions on which its students are applying their effort."

Leopold and Langbein [1963]

### 1. Introduction

Green and Aïla [2012] focused on forests and floods in snow environments. We thank Steve Birkinshaw for providing us with the opportunity to illustrate further why we remain opposed to the use of chronological pairing even in rain environments. Green and Aïla [2012] insist that the science of how forest harvesting is affecting floods must be guided by the question: (1) what is the change in magnitude (frequency) for a flood of a specific frequency (magnitude)? Birkinshaw [2014] argues that this question should be extended

COMMENTARY

10.1002/2013WR013613

This article is a comment on Green and Aïla [2012]. doi:10.1029/2012WR012449.

**Correspondence to:**  
J. C. Bathurst,  
james.bathurst@ncl.ac.uk

**Citation:**  
Bathurst, J. C. (2014), Comment on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments" by K. C. Green and Y. Aïla, *Water Resour. Res.*, 50, 2756–2758, doi:10.1002/2013WR013613.

Received 30 JAN 2013  
Accepted 23 JAN 2014  
Accepted article online 28 JAN 2014  
Published online 3 MAR 2014

## Comment on "A paradigm shift in understanding and quantifying the effects of forest harvesting on floods in snow environments" by K. C. Green and Y. Aïla

James C. Bathurst<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK

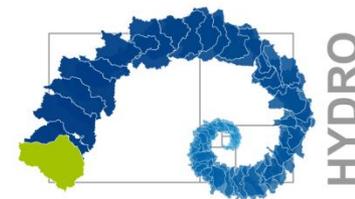
Green and Aïla [2012], and earlier Kuras et al. [2012] and Aïla et al. [2009], have passionately promoted an approach based on the pairing of peak flows by exceedance frequency for determining the impact of forest harvesting on stream flood response. In particular, they reject the approach based on pairing peak flows according to rainfall or snowmelt event (so-called chronological pairing), which has been the traditional means of investigating forest impact on flood flows for some decades. Some of their consequent conclusions are that

1. Emphasis on the peak discharge corresponding to a given rainfall event has concealed critically important responses related to flood frequency
2. That same emphasis has delivered misleading conclusions concerning the effect of forests on flood response for the more extreme rainfall magnitudes
3. Forest harvesting increases flood frequency for all flood magnitudes, typically by a factor of two but possibly by increasingly larger factors for the larger floods.

- **Très peu d'expériences à l'échelle du bassin versant**
  - ➔ Expériences américaines qui portent essentiellement sur les pratiques agricoles (« contour plowing ») : bassins de l'ARS à Coshocton
  - ➔ Expériences françaises qui se sont limitées à des études des processus à la parcelle
  - ➔ Bassin versant de Naizin (CTGREF puis INRA) a été instrumenté après remembrement



# 3. Des règles de bon sens à une évaluation de l'impact des mesures de génie écologique

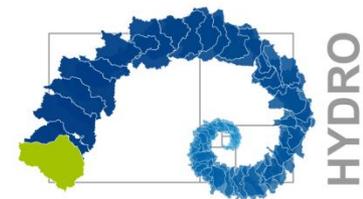


- **Les zones urbaines produisent plus d'écoulements rapides**
- **Des discontinuités dans le paysage créent plus d'opportunités pour l'infiltration**
- **Les fossés d'assainissement accélèrent l'évacuation de l'eau**
- **Les labours dans le sens de la pente accélèrent l'évacuation de l'eau**

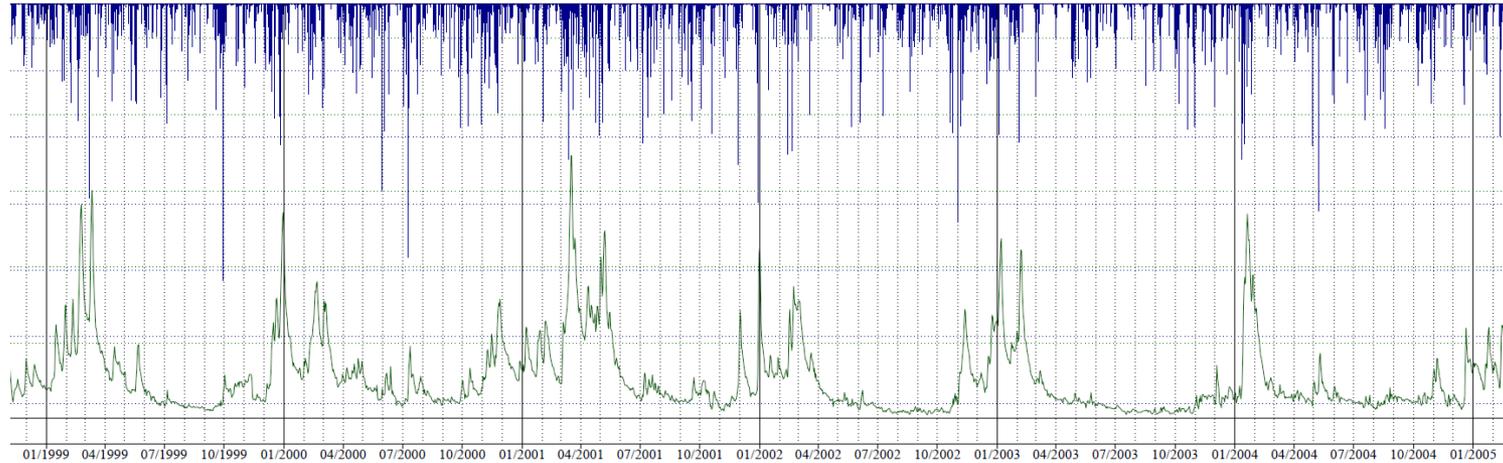
- **On ne lutte pas contre l'urbanisation avec des bons sentiments**
- **Un sol complètement saturé se comporte comme une surface imperméable**
- **Les quantités d'eau qu'il faudrait stocker pour écrêter complètement un événement majeur de crue à Paris sont de l'ordre du km<sup>3</sup>**
- **La gestion d'une multitude de petits ouvrages est bien plus complexe que celle d'un gros ouvrage**
- **Les perspectives de changements climatiques semblent bien plus graves en terme d'étiages que de crues**



4.  
Pourra-t-on quantifier l'impact de  
mesures par la modélisation  
hydrologique ?

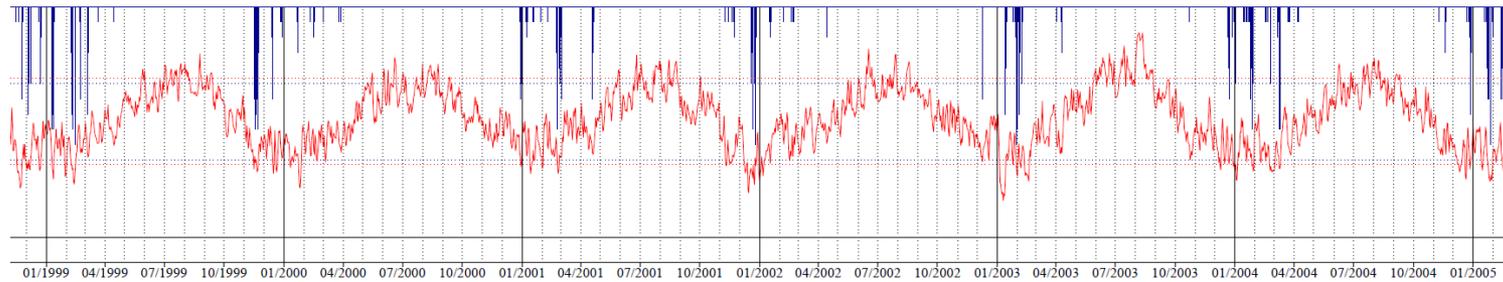


# Ce qu'il faut mettre en équations



précipitations

débit



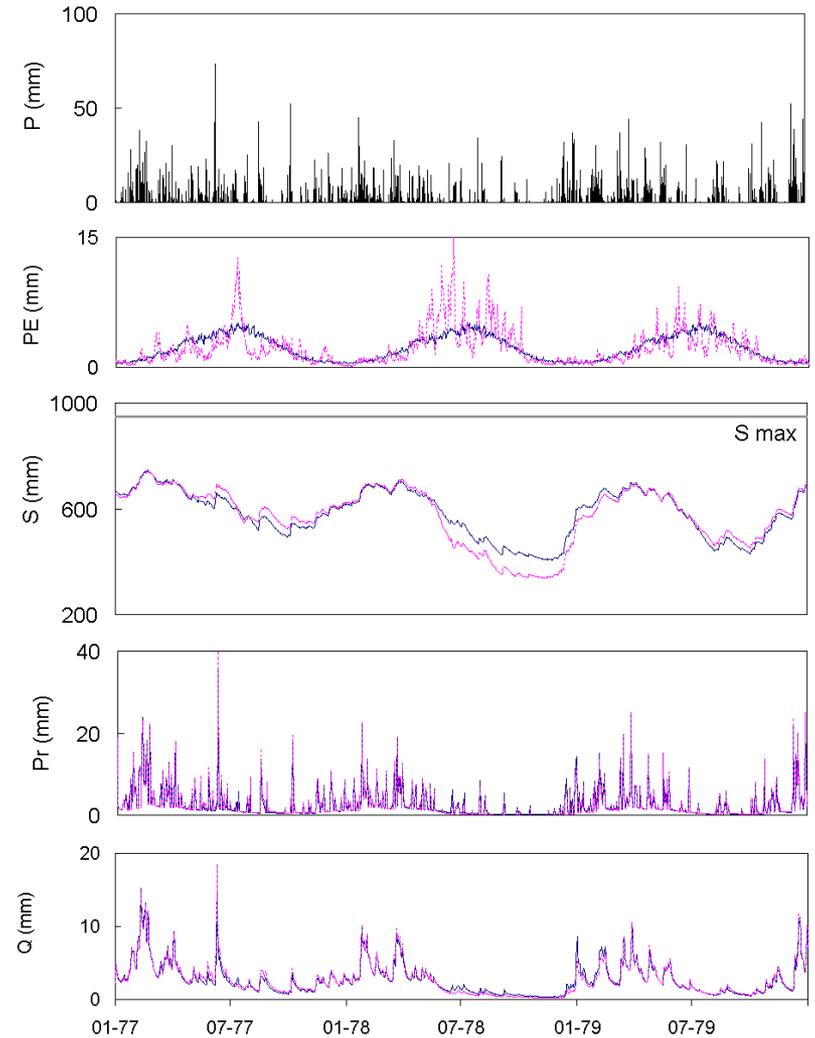
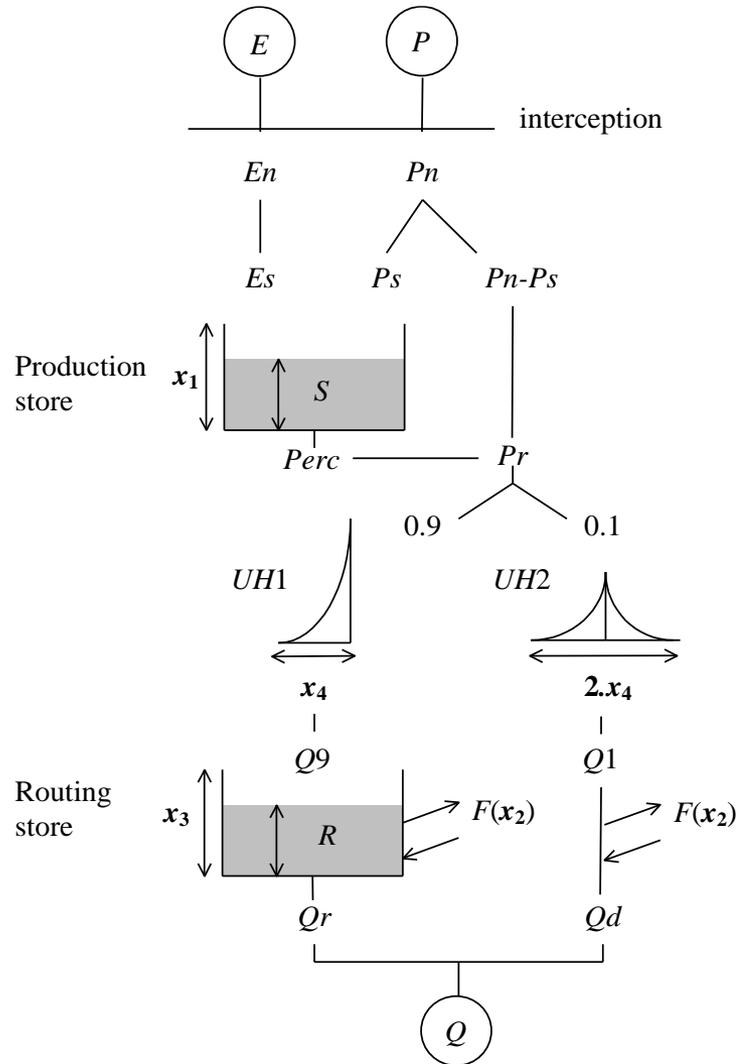
précipitations  
neigeuses

température



Demande  
évaporatoire  
(ETP)

# Une façon de mettre le bon sens en équations



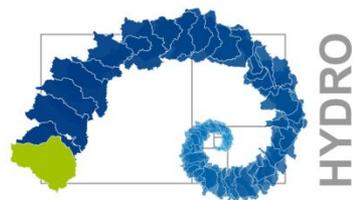
- **Un modèle ‘fiable’ a été testé sur un grand nombre de cas**
- **Un modèle ‘fiable’ a été testé sur des cas réels d'évolution**
  - ⇒ La capacité d'un modèle à prévoir l'impact de changements d'occupation du sol doit être validée sur des observations
  - ⇒ la beauté des équations physique ne suffit pas
- **Un ‘bon’ modèle est un modèle dont on connaît les limites**

Après tout, qu'est-ce qui rend les voitures modernes aussi sûres?

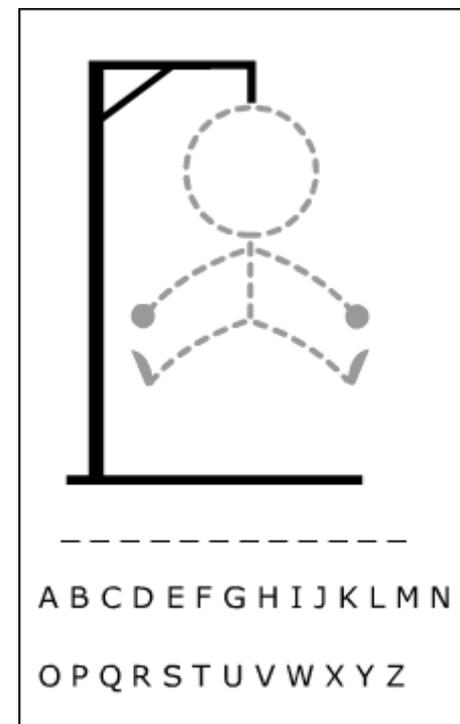




# Pour conclure



**B \_ \_ \_ AGE**





B O C A G E



B A R R A G E

- **Il n'y a pas eu d'évaluation grandeur réelle de mesures d'aménagement du territoire pour lutter contre les crues (... autres que les barrages)**
- **Il n'y a pour l'instant pas de solution 'fiable' pour modéliser l'impact de mesures d'hydraulique 'douce'**
- **La meilleure solution consisterait à expérimenter**
- **En l'absence d'expérimentation, il faudra construire des modèles... mais leur validation nécessitera un soin particulier**

# Merci pour votre attention

- Andréassian, V., 2004. Waters and Forests: from historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology*, 291(1-2): 1-27.
- Andréassian, V., 2012. Visualising the hydrological signature of an unsteady land cover - an application to deforested and afforested catchments in Australia, the USA and France. *IAHS Publ. 353*: 125-134.
- Andréassian, V., Parent, E., and Michel, C., 2003. A distribution-free test to detect gradual changes in watershed behavior. *Water Resources Research*, 39(9): 1252.
- Cosandey, C., V. Andréassian, C. Martin, J.-F. Didon-Lescot, J. Lavabre, N. Folton, N. Mathys, and D. Richard, 2005. The hydrological impact of the Mediterranean forest: a review of French research. *Journal of Hydrology*, 301(1-4): 235-249.
- Folton, N., V. Andréassian, R. Duperray. 2015. Hydrological impact of forest-fire from paired-catchment and rainfall-runoff modelling perspectives, *Hydrological Sciences Journal*, 60(7-8): 1213-1224.