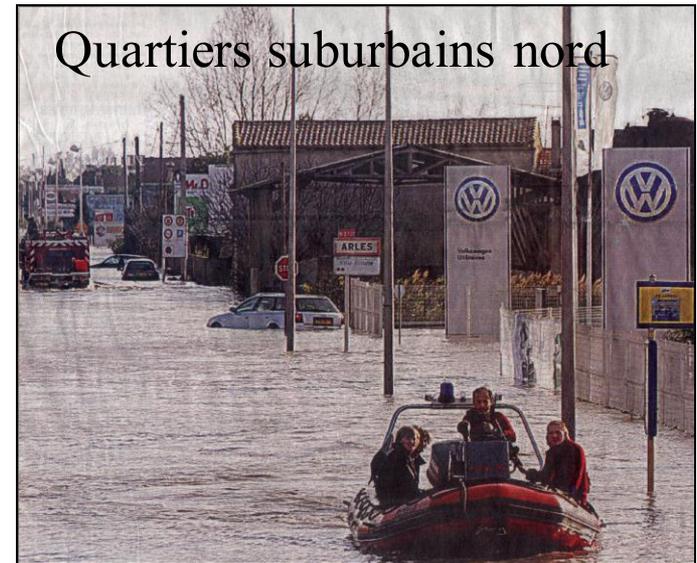




# Crues et inondations sur le bas Rhône Quelle gestion possible du fleuve ?

M. Provansal

# La crue de décembre 2003 : un signal d'alerte



**Dégâts considérables**  
**700 M€ dommages**  
**12000 personnes affectées**

**Plan Rhône** (2005, sous responsabilité du Préfet coordonnateur de bassin)

**Schéma de gestion des inondations du Rhône aval** (2009)

Une réflexion à l'échelle du bassin-versant, + solidarité physique des 2 rives du fleuve

Un maître d'ouvrage et gestionnaire commun : le SYMADREM

**Finalités :**

Protéger les populations/risques, répartir les risques,

Proposer une autre approche du fleuve

# Les crues sur le Rhône aval, caractérisation hydrologique

Des hydrogrammes de formes variables selon l'origine des eaux

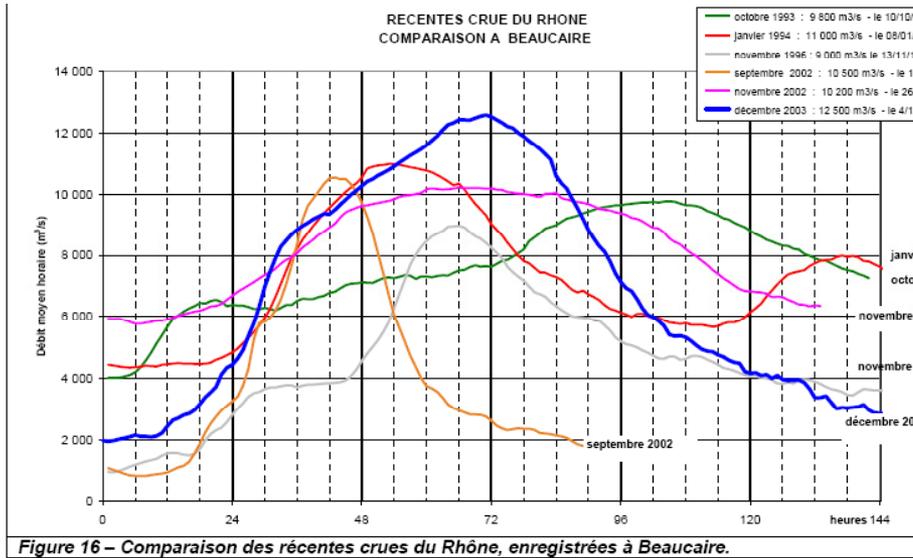
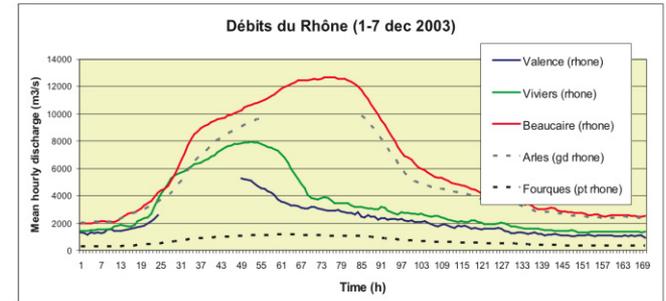
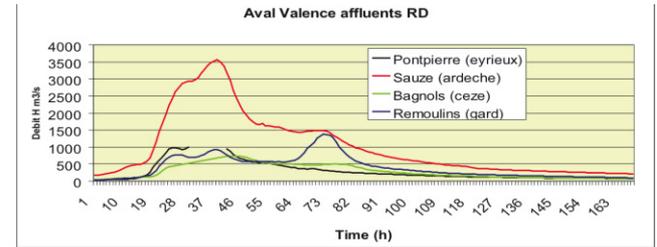


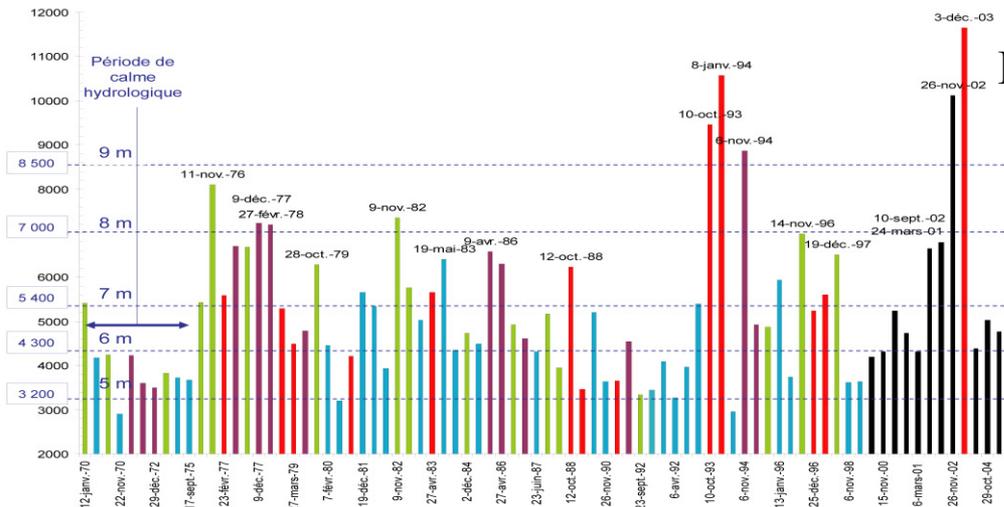
Figure 16 – Comparaison des récentes crues du Rhône, enregistrées à Beaucaire.

Décembre 2003

Crue d'origine méditerranéenne : Propagation rapide



Débit (m³/s) Répartition des crues supérieures à 3 000 m³/s, Période 1970 - 2004



Répartition et types de crues > 2 500 m³/s (1970 – 2004)

Type de crue:

- Océanique
- Méditerranéenne
- Cévenole
- Générale
- Indéfinie

# *Caractéristiques des inondations dans le bas Rhône*

## **1. La relation crue/champ d'inondation a été modifiée depuis 150 ans**

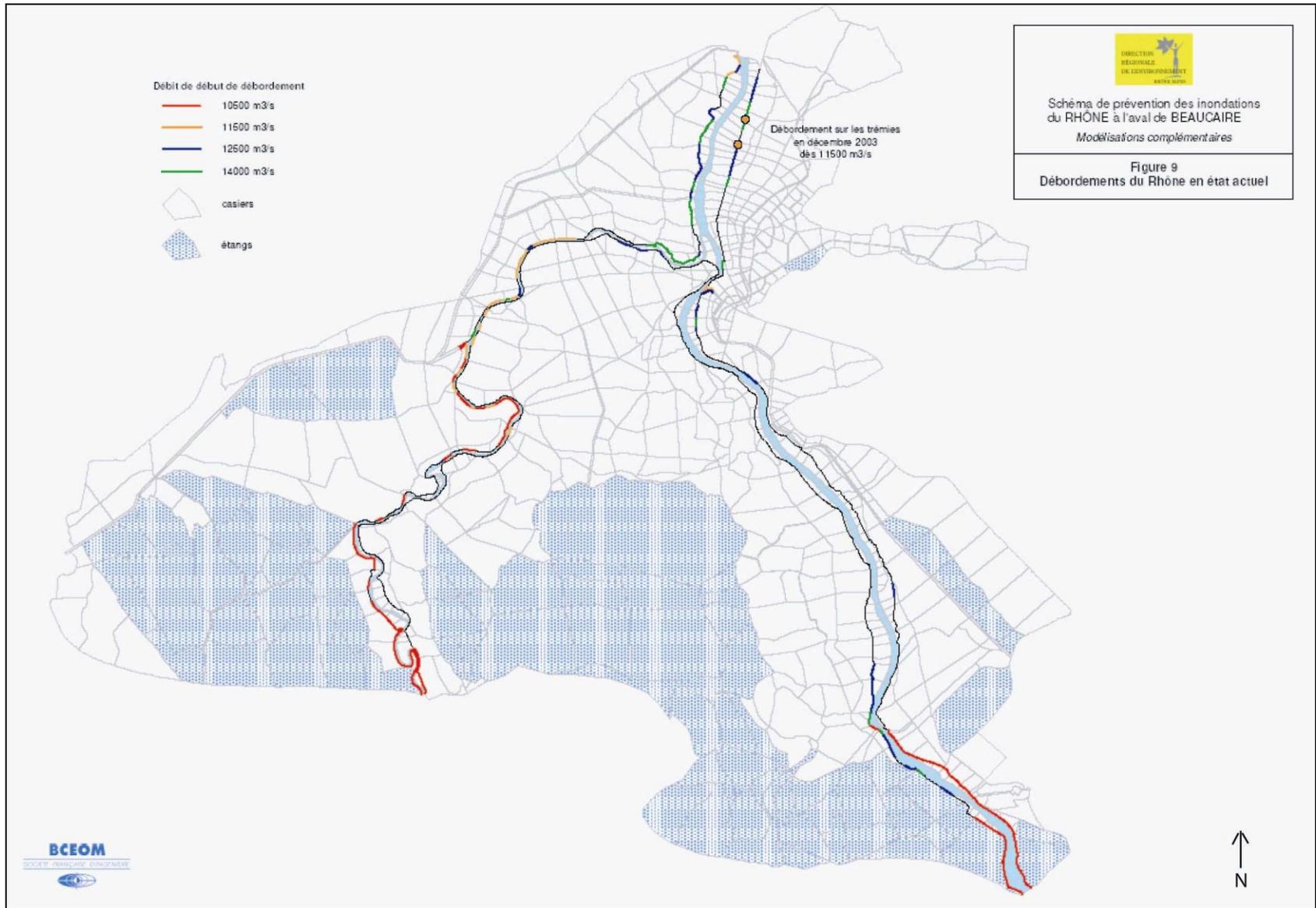


**À débit équivalent (crue centennale  $Q^{100}$ , 11500 à 12000 m<sup>3</sup>/s),  
l'inondation est moins généralisée en 2003**

**Mais les hauteurs d'eau peuvent être localement plus importantes**

# *Caractéristiques des inondations dans le bas Rhône*

## **2. Des niveaux variables de protection**



# Caractéristiques des inondations dans le bas Rhône

## 3. L'inondation affecte des zones à forte valeur économique

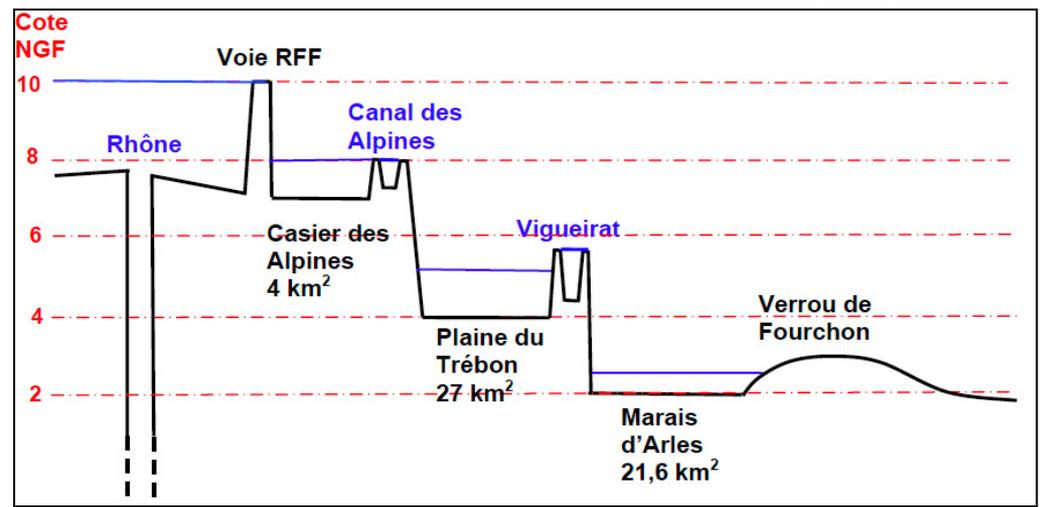
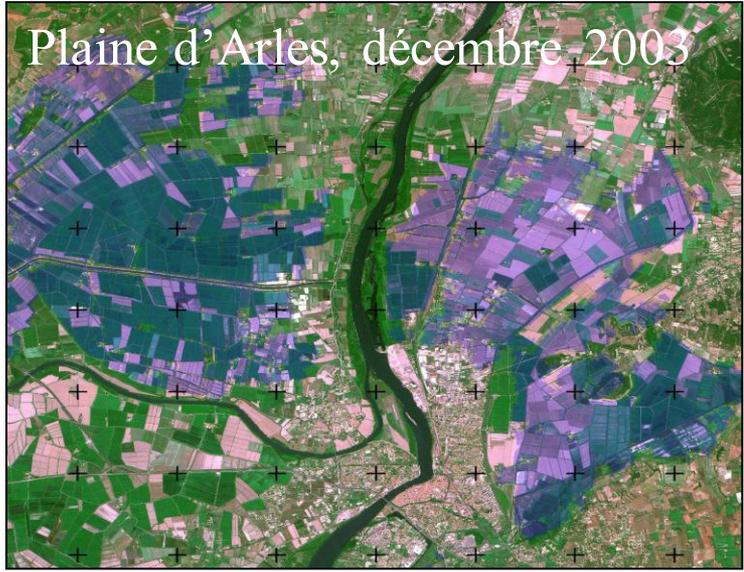
et humaine

Expansion urbaine,  
Zones agricoles et habitats dispersés

Perte de la « mémoire du risque »



## La topographie de la plaine entrave le ressuyage



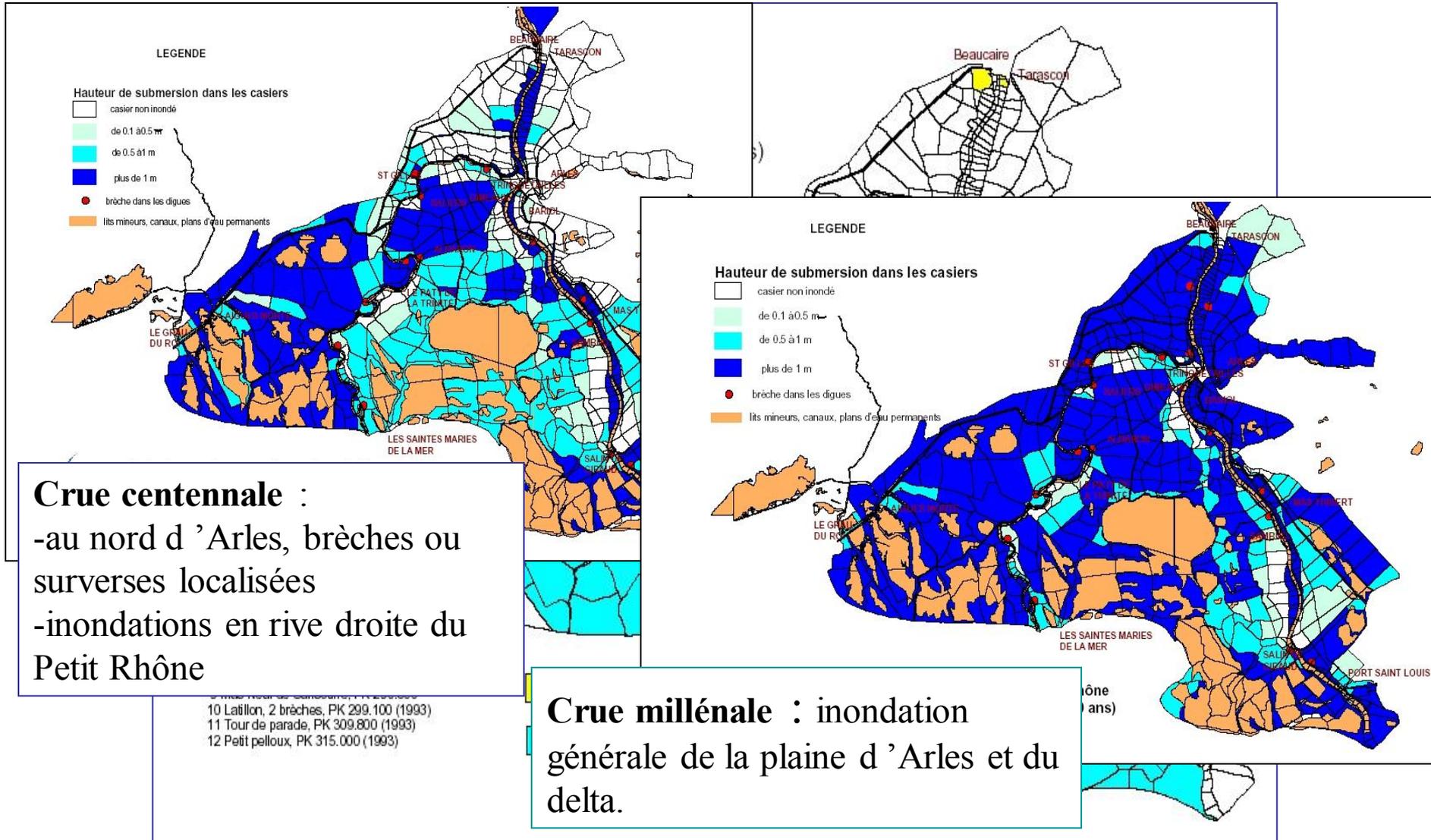
# Caractéristiques des inondations dans le bas Rhône

## 4. Fréquence des inondations par rupture de berge/digues : brèches



Un risque majeur pour les personnes

# Probabilités de rupture de brèches dans le delta du Rhône et simulation d'inondation (Q 100 et Q 1000)



## **Pourquoi ces caractéristiques ?**

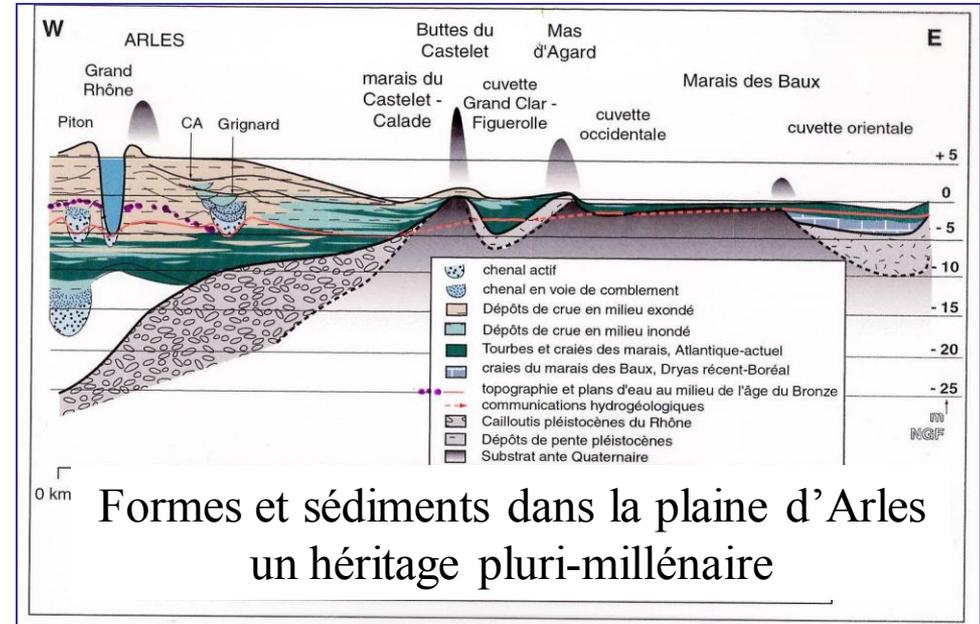
**Des crues aux inondations,  
un fonctionnement spécifique sur le bas Rhône,  
en relation avec :**

-les héritages morphologiques et sédimentaires,  
qui conditionnent encore les formes du chenal  
et de la plaine d'inondation

- les transformations du chenal liées aux aménagements  
des 19 et 20èmes siècles

# Les héritages sédimentaires et morphologiques conditionnent les formes du chenal fluvial et de la plaine

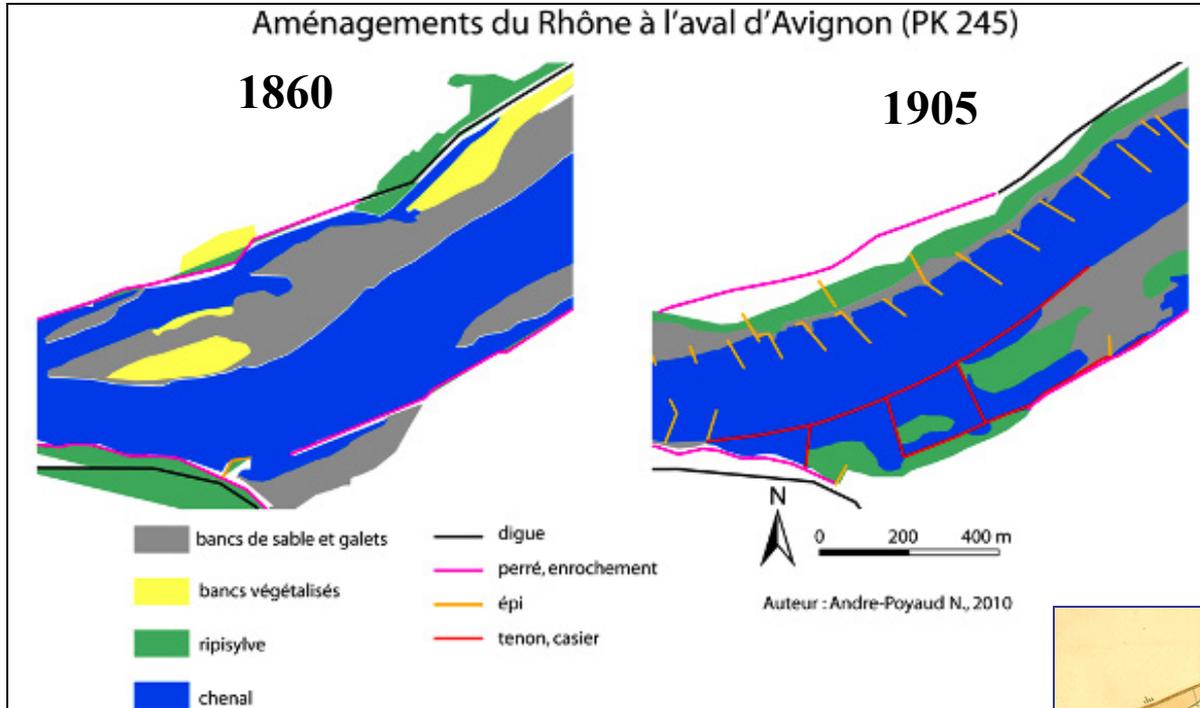
Héritages du « Petit Age Glaciaire »  
Crise climatique et érosions fortes dans le bassin-versant



**La morphologie du chenal en toit** (perché au-dessus de la plaine) favorise l'inondation et empêche le ressuyage

Jusqu'au 19<sup>ème</sup> siècle, chenal peu profond, large, encombré de bancs de galets, sables : style « en tresses »

# Entre 1880 et 1920, aménagements destinés à faciliter la navigation

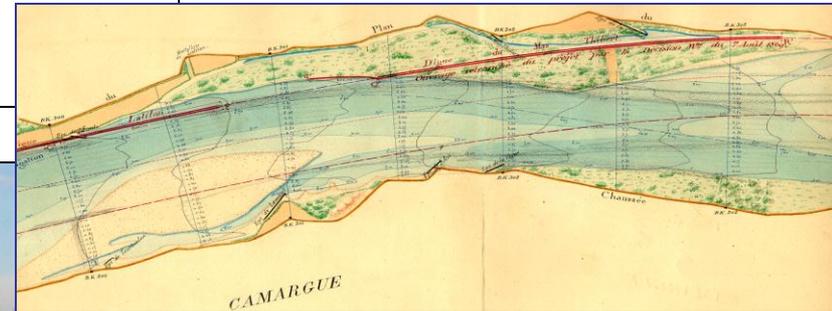


**Digues longitudinales,  
Casiers Girardon**

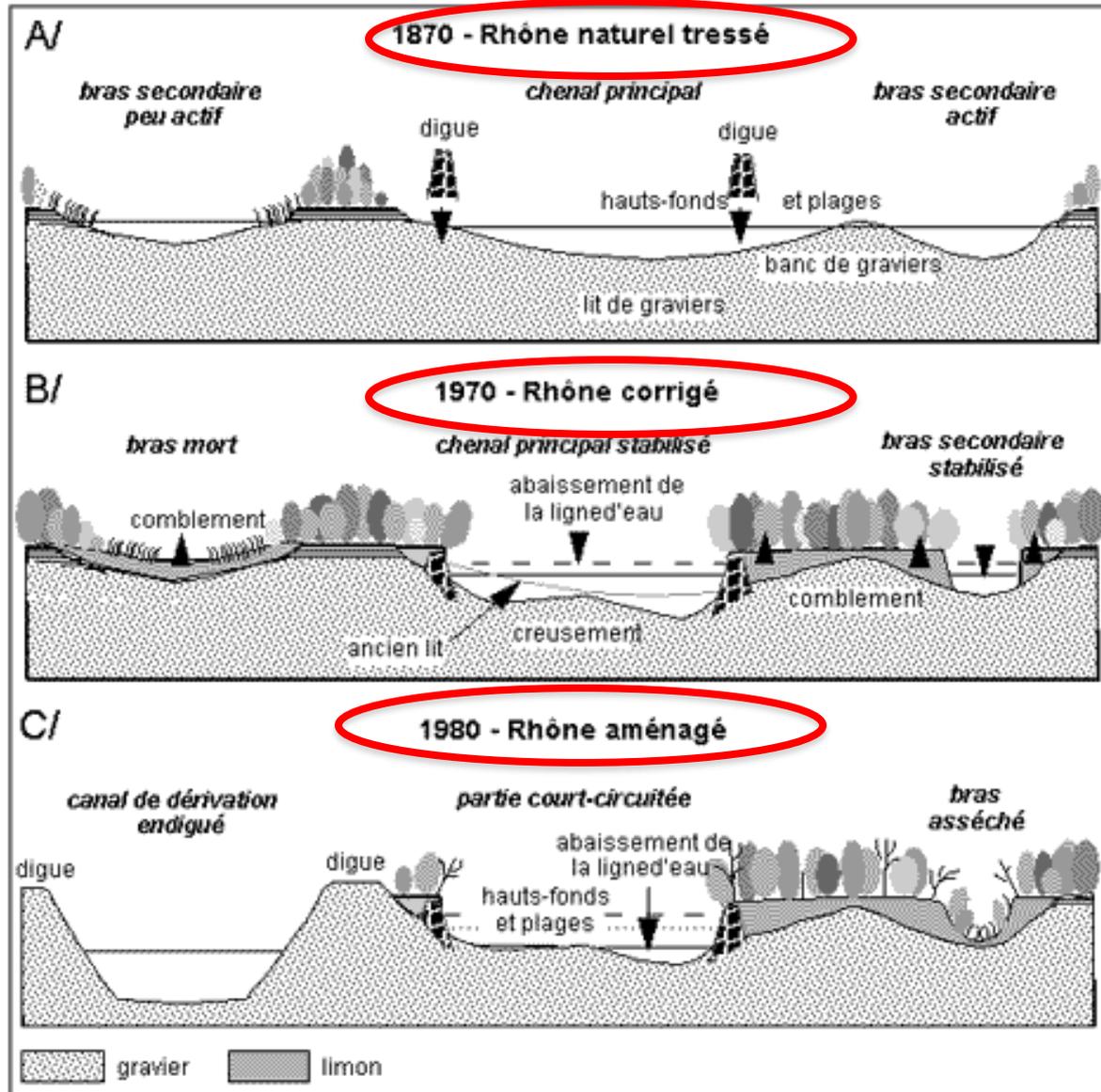
**Simplifier le chenal  
Favoriser l'auto-creusement**

**Impacts très rapides**

**Casier Saxy, Arles**



# L'aménagement du fleuve a modifié les formes fluviales



Réduction  
de la bande active

Concentration des eaux  
dans un chenal unique

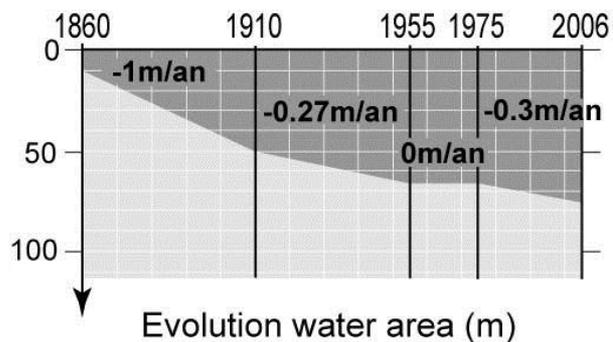
Enfoncement  
du plancher du chenal

Exhaussement des marges  
par la sédimentation

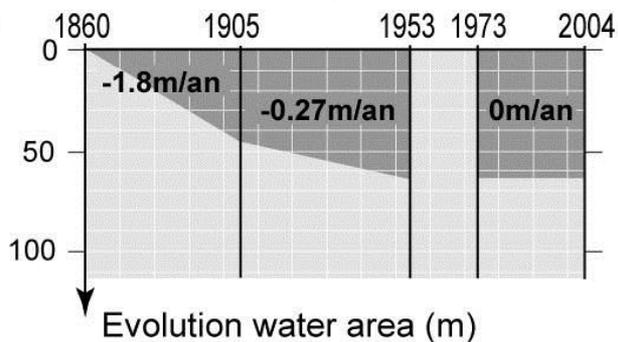
Colonisation par une  
ripisilve dense

# Entre Orange et la mer, réduction de la largeur du chenal 1860-2006

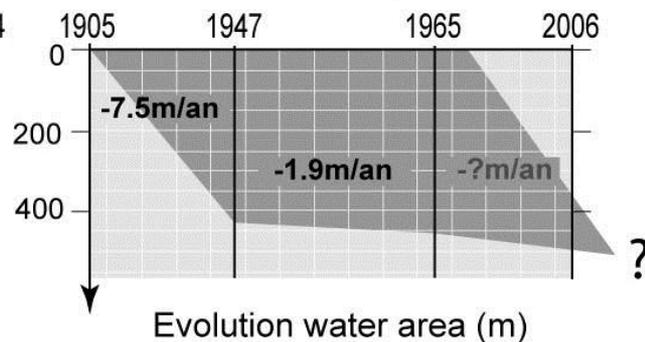
## Caderousse



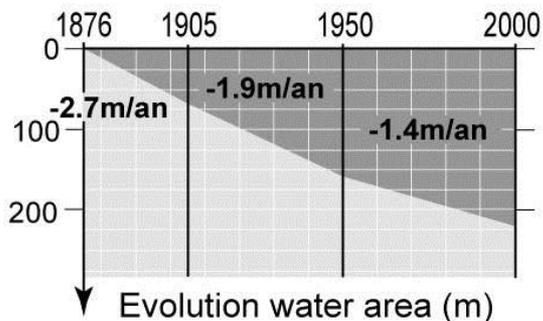
## Avignon



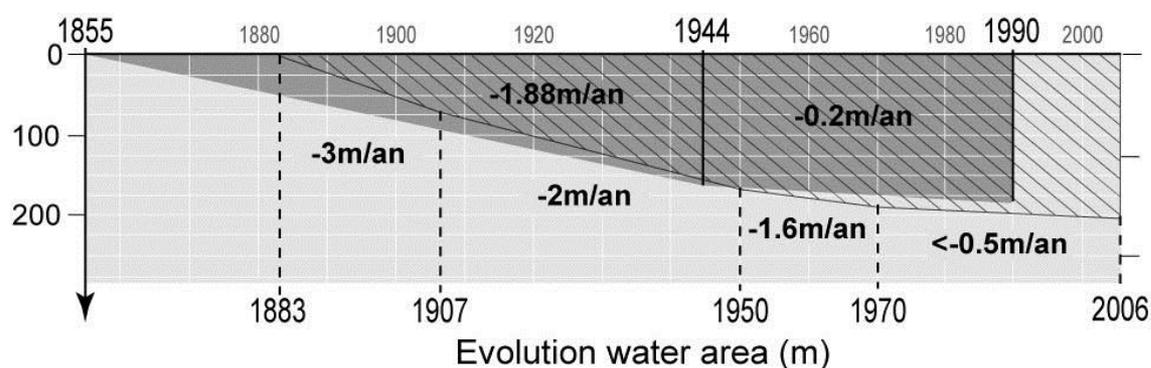
## Vallabrègues



## Beaucaire

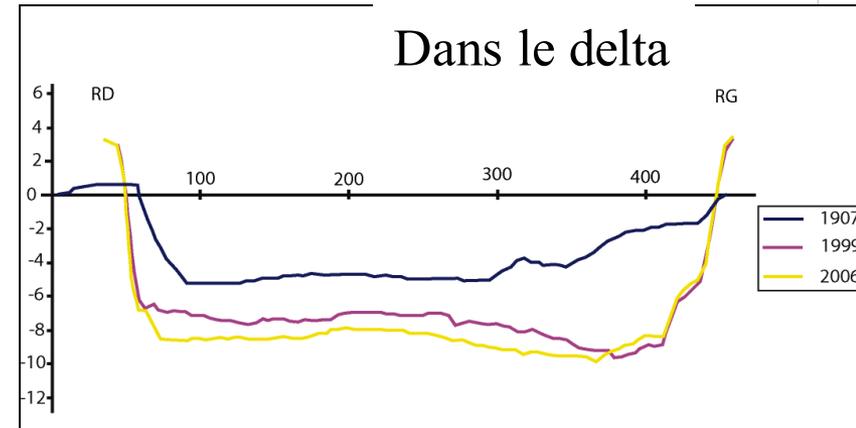
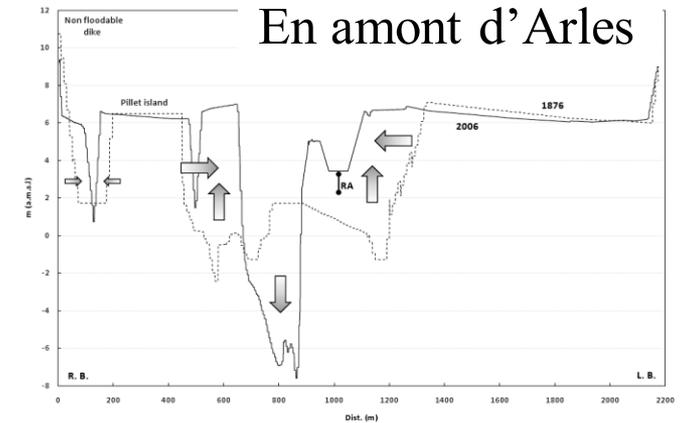
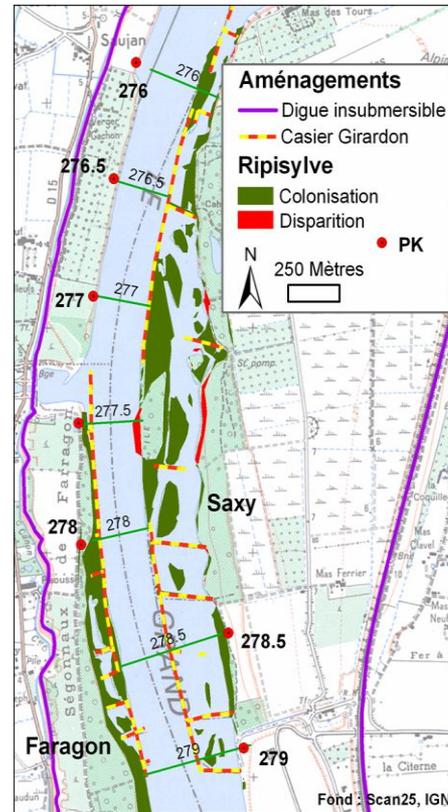
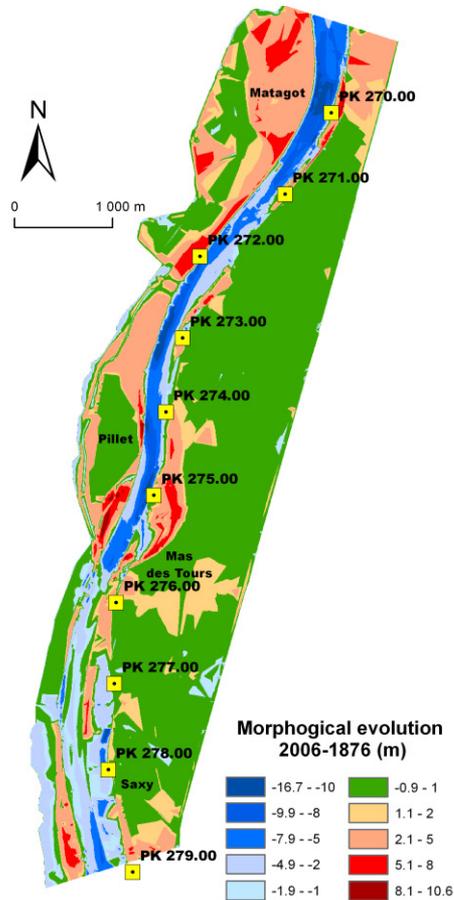


## Grand Rhône - Mas Thibert



■ Grand-Rhône      ▨ Mas Thibert

# Entre Orange et la mer, quel bilan global ?



Entre 1876 et 2008

Erosion du plancher alluvial : - 44.4 Mm<sup>3</sup>

Stockage sédimentaire sur les marges : + 80.2 Mm<sup>3</sup>

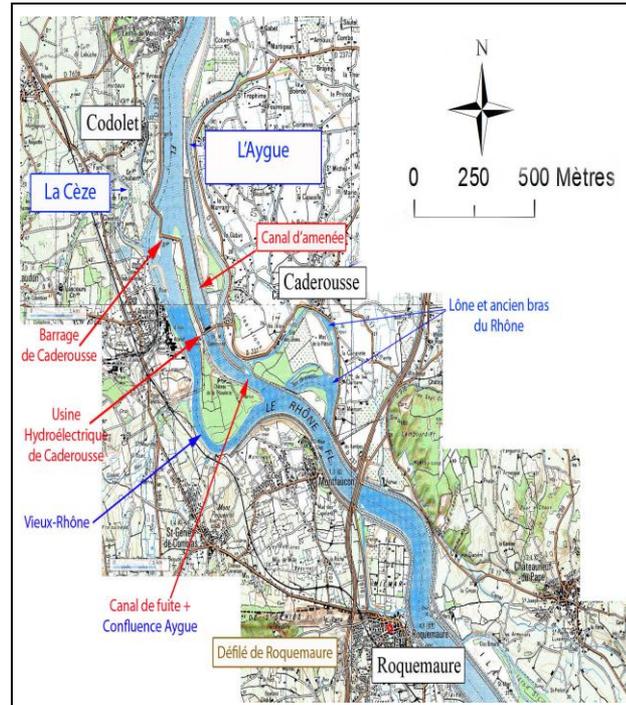
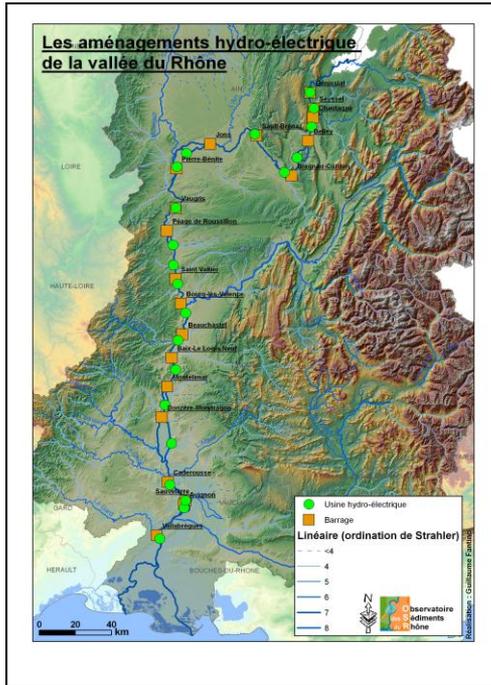
**Bilan : + 35.8 Mm<sup>3</sup>**



....une débitance réduite pour laisser passer les débits de crues

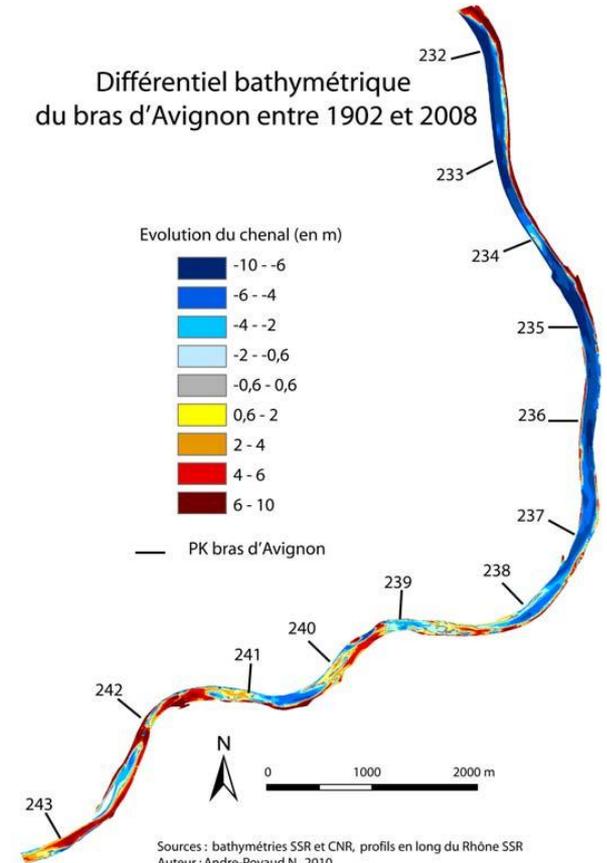
# Quelles conséquences de l'aménagement hydro-électrique (1948-1986) sur le risque d'inondation ?

Escalier hydro-électrique des barrages CNR dans le corridor fluvial



Canal usinier Rhône « court-circuité » ou RCC  
Digues de protection  $Q^{1000}$

Différentiel bathymétrique du bras d'Avignon entre 1902 et 2008

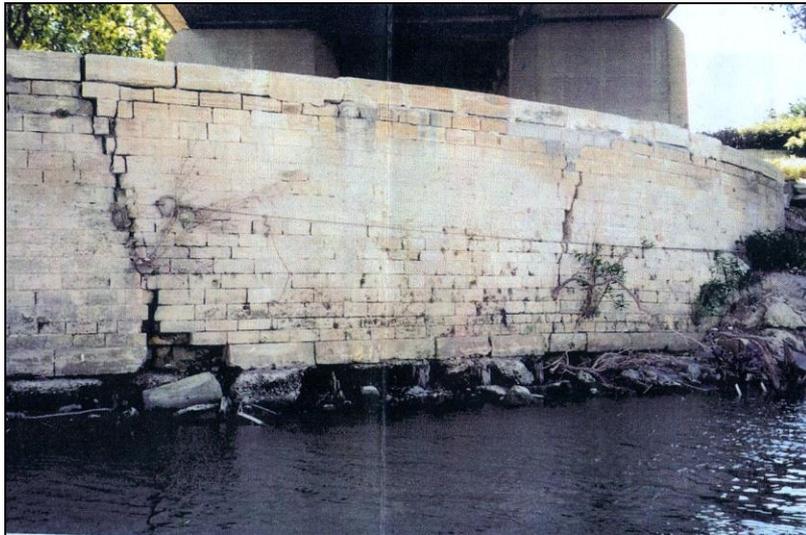


**Colmatage modeste et disparate des RCC**  
**Réduction locale de la débitance**  
**pour les fortes crues ?**  
**cf Avignon en 2003**

Sources : bathymétries SSR et CNR, profils en long du Rhône SSR  
Auteur : Andre-Poyaud N., 2010

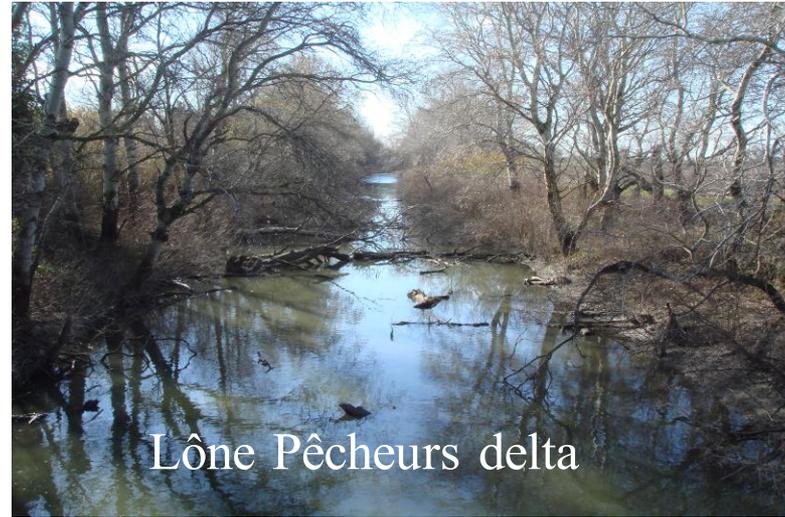
# Les conséquences induites sur les risques

Incision du chenal = déstabilisation des digues et dégradation de la ripisilve



Sédimentation des marges  
= réduction de la revanche des digues

# ...mais des conséquences écologiques positives



**Dans les lônes et les casiers,  
protégés des crues  
richesse et diversité biologique**

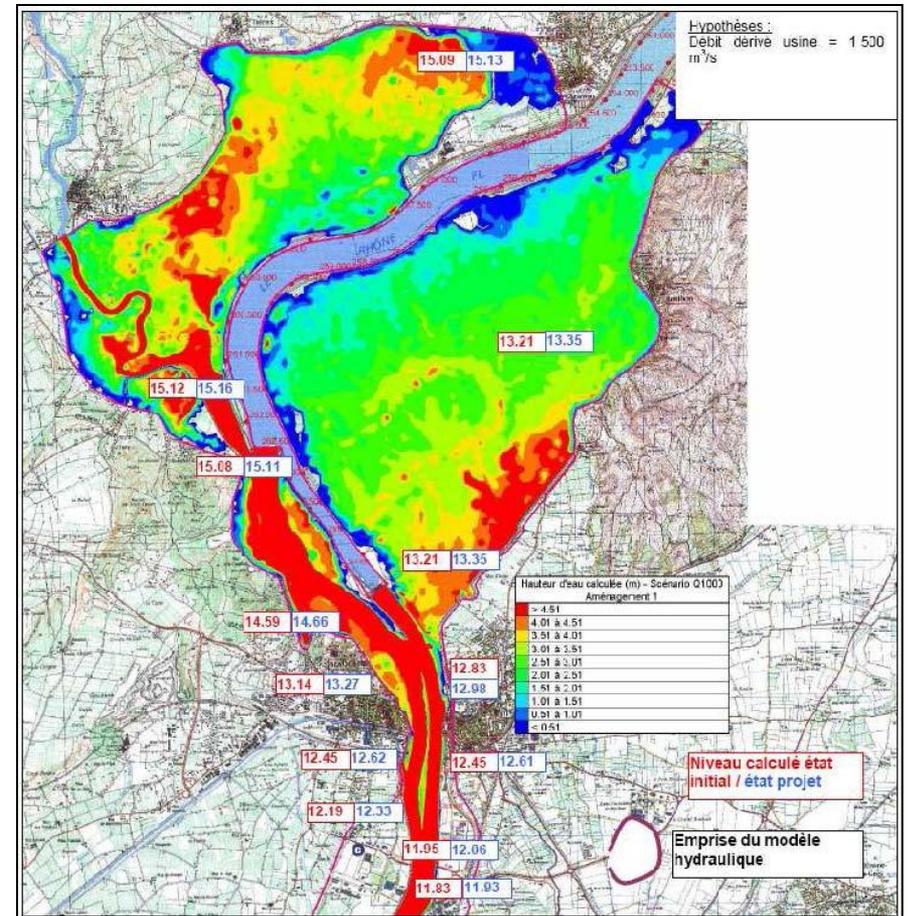
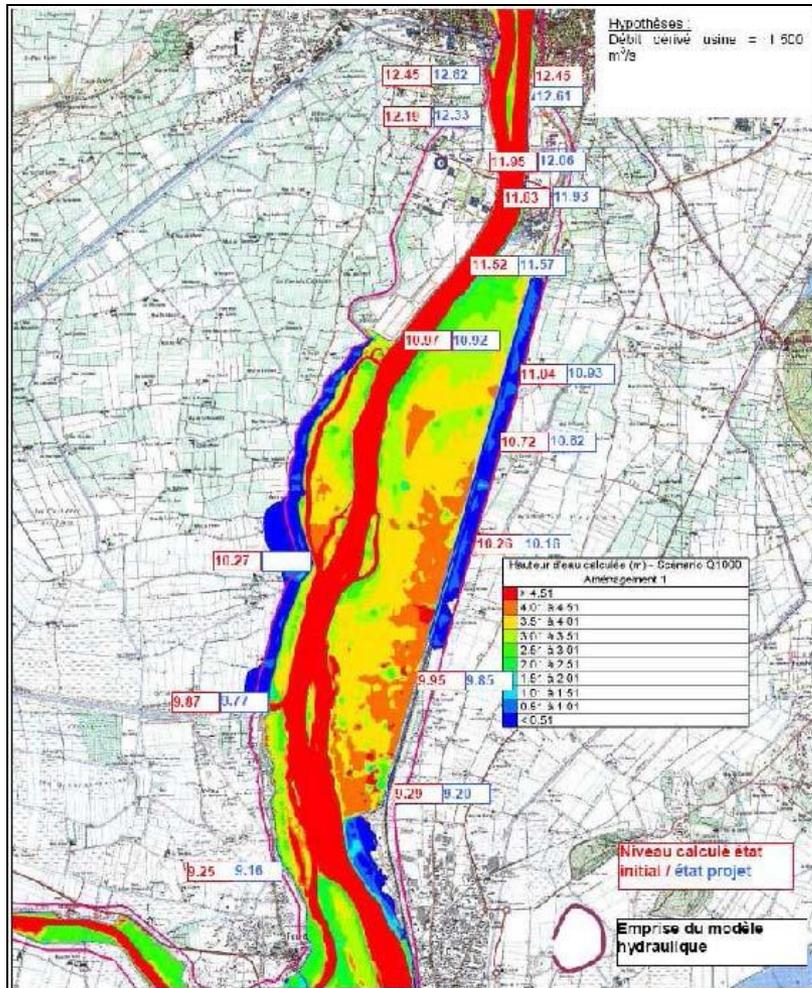
**Comment gérer ces  
espaces disponibles  
pour les crues ?**

## Quelles mesures de lutte/gestion contre les inondations dans le cadre du Plan Rhône ?

1. Eviter les ruptures de digues (digues résistantes à la surverse)
2. Réduction des débits de pointe par déversements dans les Zones d'Expansion des Crues (ZEC) (/débit capable traversée d'Arles)
3. Assurer une protection élevée des secteurs sensibles rehaussements localisés des digues entre débits de protection et  $Q^{1000}$
4. Limiter les risques dans le delta ( $Q^{100}$ ): décorsetage du Petit Rhône

† *Gagner de l'espace dans le chenal et les marges : dragages ? ré-activation sédimentaires dans les berges et les lônes, démantèlement casiers Girardon*

# Modélisation de l'expansion/hauteur des inondations pour différentes crues de projet



CNR, Etude calage précis des niveaux de crues  
Maître d'ouvrage Symadrem  
2008-09

Scénario crue millénale  $Q^{1000}$

# Définition de zones d'expansion des crues, renforcement des digues



## 1. Inondations des ZEC

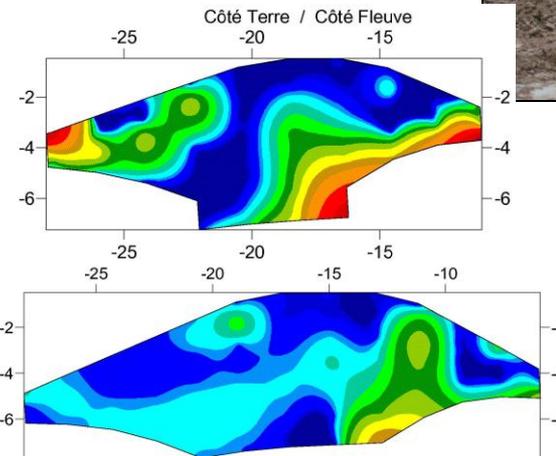
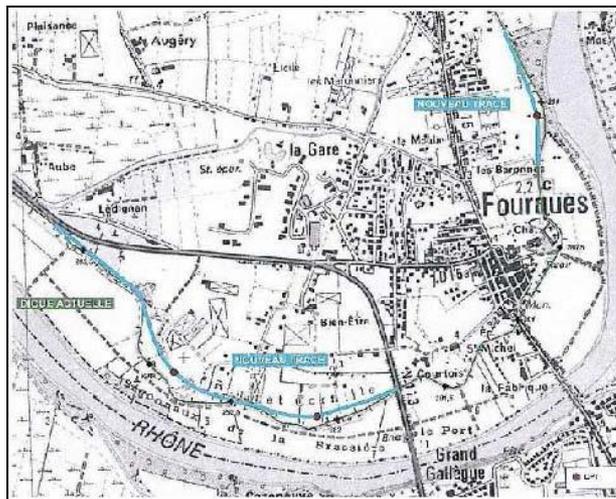
Pour quel débit ?

Quelle fréquence ?

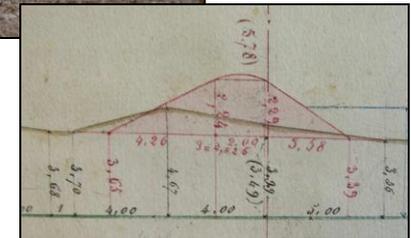
Digues résistantes à la surverse.

## 2. Rehaussement et calage des digues existantes entre Beaucaire et Arles

Etude ISL 2009, maître d'ouvrage Symadrem

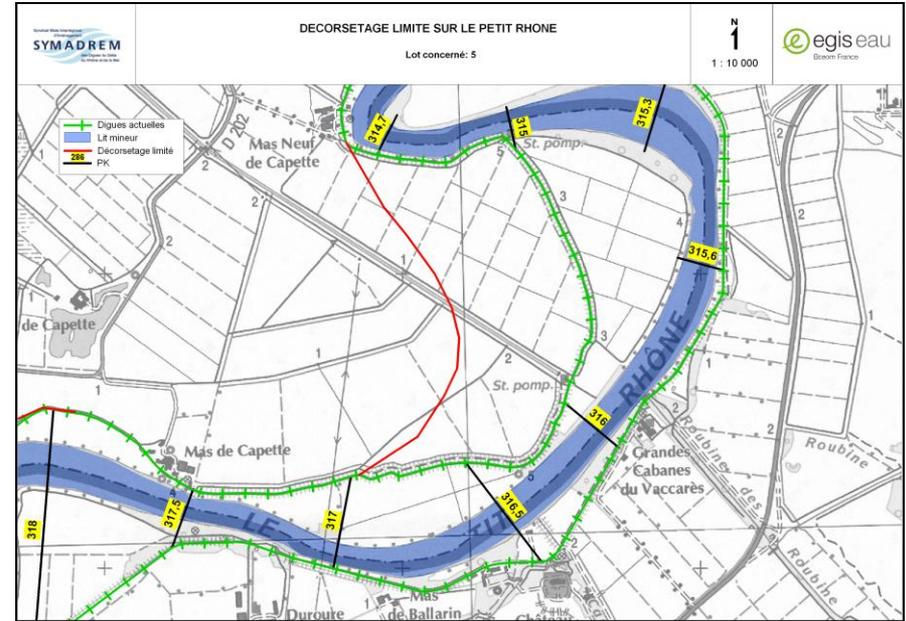
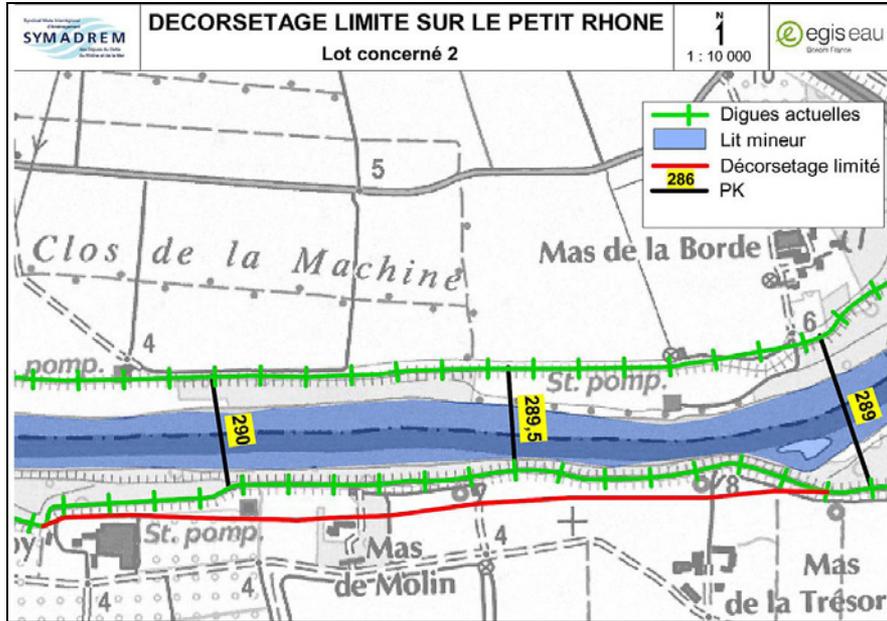


Profils géo-électriques



Digues anciennes instables  
Etudes géologiques pour  
renforcement/déplacement

# Ecartement des digues, « décorsetage »



Décorsetage du Petit Rhône  
étude, Maître d'ouvrage Symadrem

## Éléments de diagnostic

Fortes pressions sur la digue (contact direct avec le chenal)

Soulagement de la berge opposée

Secteur ayant subi une brèche (1993)

Continuité amont et aval, élimination des points durs hydrauliques et des redents

Augmentation du champ d'expansion pour les crues

# Gagner de l'espace dans le chenal et les marges

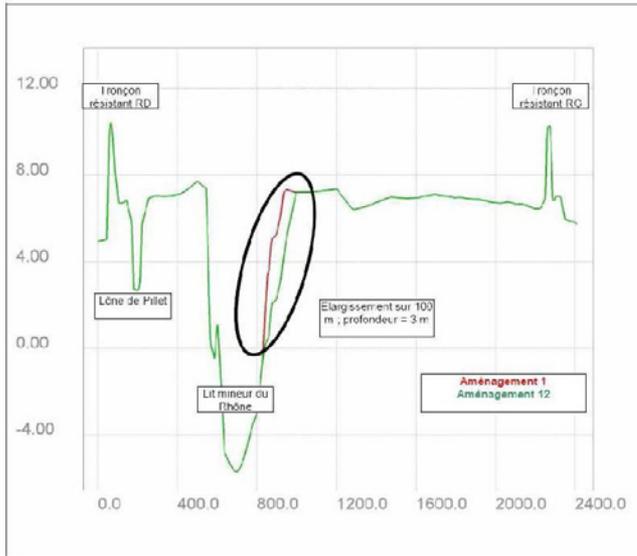
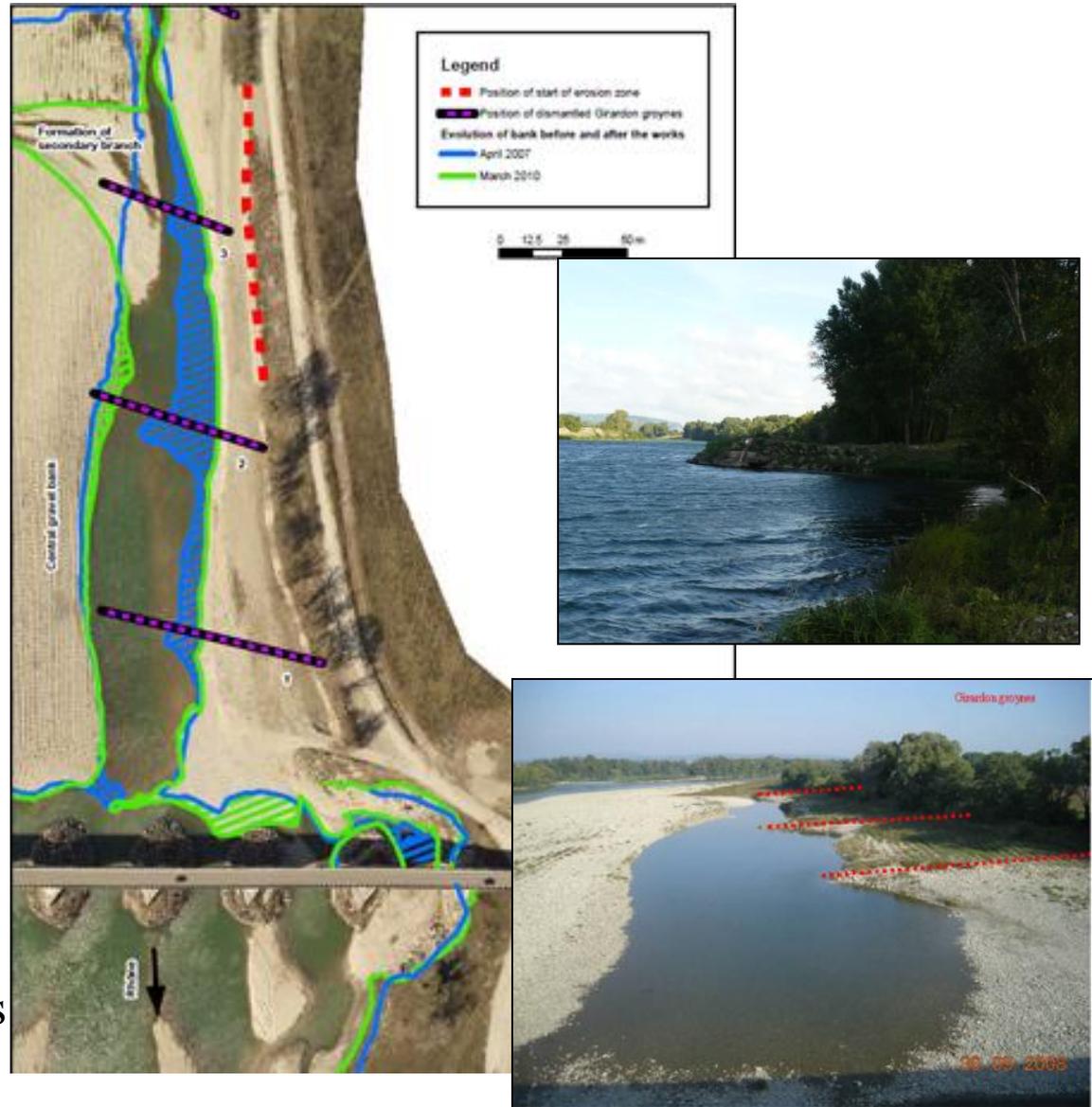


Figure 20 : Coupe type de l'élargissement envisagé – Profil en travers PK 273.600

Elargissement mécanique  
du chenal

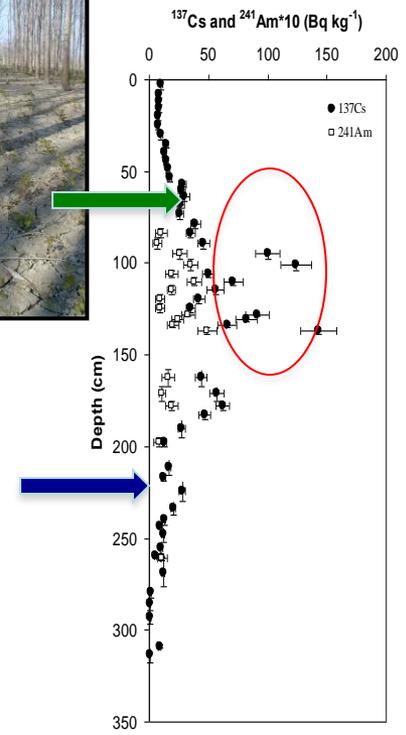
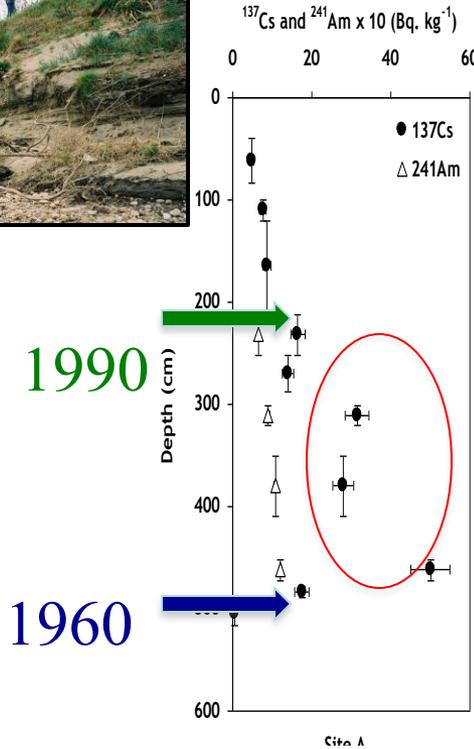
Réactivation de la dynamique  
fluviale par démantèlement des  
ouvrages Girardon



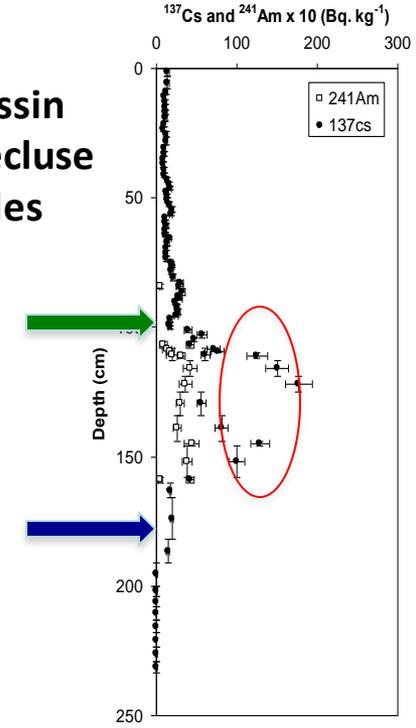
Expériences en cours en collaboration CNR

# Quels risques de re-mobilisation de sédiments contaminés ?

Sites contaminés par les rejets industriels nucléaires : apports sédimentaires contemporains des rejets de Marcoule (1960-1990)



Bassin d'écluse Arles



Re-mobilisation possible à partir de débits entre  $3\,500\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  et  $6\,500\text{ m}^3/\text{s}$  (Q2 à Q5)

# Recommandations Agence de l'eau

Reconnaissance  
d'un espace de  
divagation  
historique  
**pour délimiter un  
espace de mobilité  
fonctionnel**

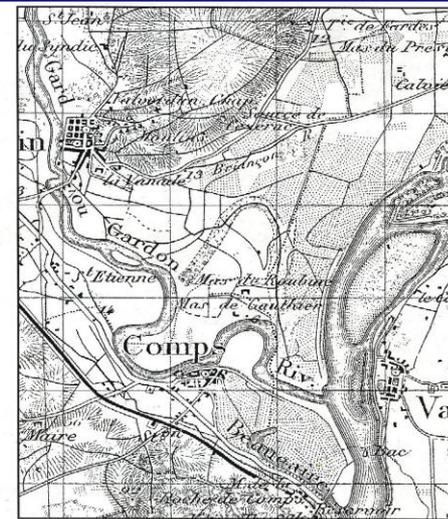
Collaboration  
historiens-  
géomorphologues,  
géographes  
Aménageurs

**Réalisation d'un  
Atlas historique  
des zones  
inondables**

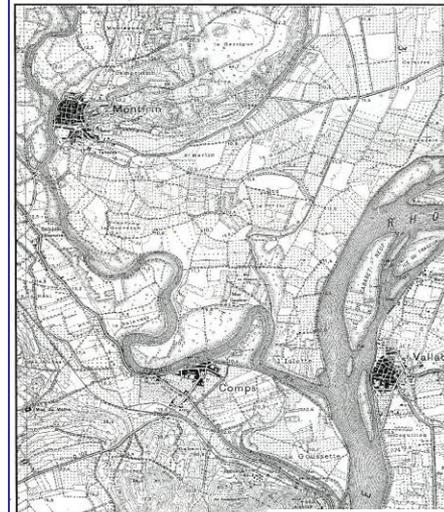
(Maître d'ouvrage  
DIREN Rhône-Alpes)



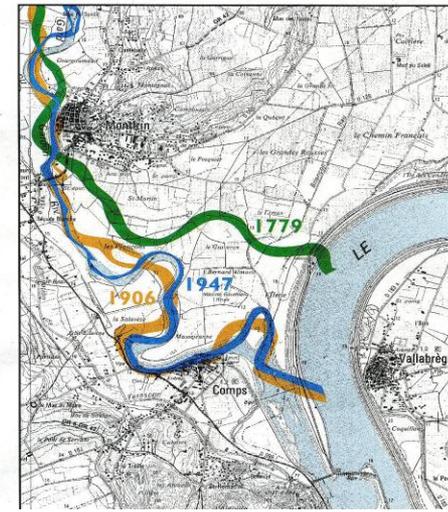
Carte de Cassini 1779 - Vallabregues  
Echelle d'origine : 1/186 400  
© IGN - Paris 1998 - Autorisation n° 50-8153



Carte d'Etat Major 1906 - Vallabregues  
Echelle d'origine : 1/180 000  
© IGN - Paris 1998 - Autorisation n° 50-8153



Carte IGN 1947 - n°4 - Nîmes  
Echelle d'origine : 1/20 000  
© IGN - Paris 1998 - Autorisation n° 50-8153



Exemple : la confluence du Gardon

# DETAILS EXACTS

SUR LES INONDATION DANS LE RHONE ET DANS L'AIN.

Courage héroïque qu'ont déployé les troupes et les habitants en cette malheureuse circonstance.  
Déroulement de M. le commissaire des Brouéaux.



**Merci de votre attention**

