

CLASSEMENT, DIAGNOSTICS ET ETUDE DE DANGERS DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DES (barrages et digues)

- ✓ Rappels et cas particuliers relatifs à la notion de classement
- ✓ Diagnostic(s) des ouvrages hydrauliques : généralités, pathologies courantes, méthodologie, différences entre barrages et digues
- ✓ La place du diagnostic dans la réglementation et l'étude de dangers

Patrice Mériaux

Groupe de Recherche « Ouvrages hydrauliques »

Cemagref Aix-en-Provence

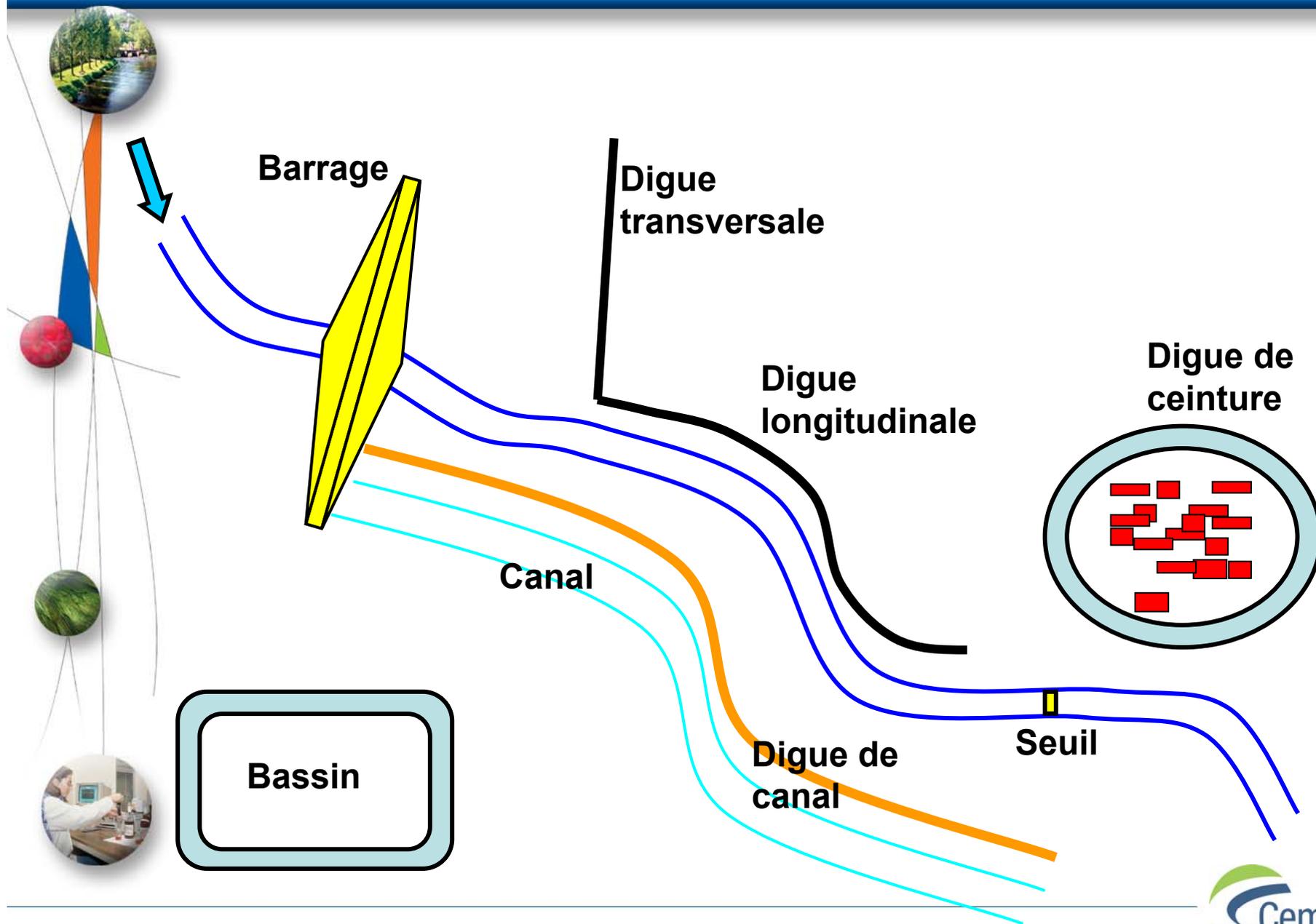


► Rappels sur le classement

SUPPORT REGLEMENTAIRE

- ✓ Décret du 11/12/2007 (cf. exposé précédent)
- ✓ C'est le service de contrôle de sécurité des ouvrages hydrauliques qui notifie le classement et un éventuel (sur)classement
- ✓ Préalable indispensable pour statuer sur le classement d'un ouvrage hydraulique :
 - ✓ reconnaître si on est en présence d'un barrage, d'une digue (de protection contre les crues) ou d'un autre ouvrage hydraulique ./. .

► Définitions techniques (G. Degoutte)



► Définitions techniques (d'après G. Degoutte)



Ouvrage hydraulique : au moins à certains moments, il crée une charge hydraulique en surélevant la ligne d'eau ; en se rompant, il libère un volume d'eau

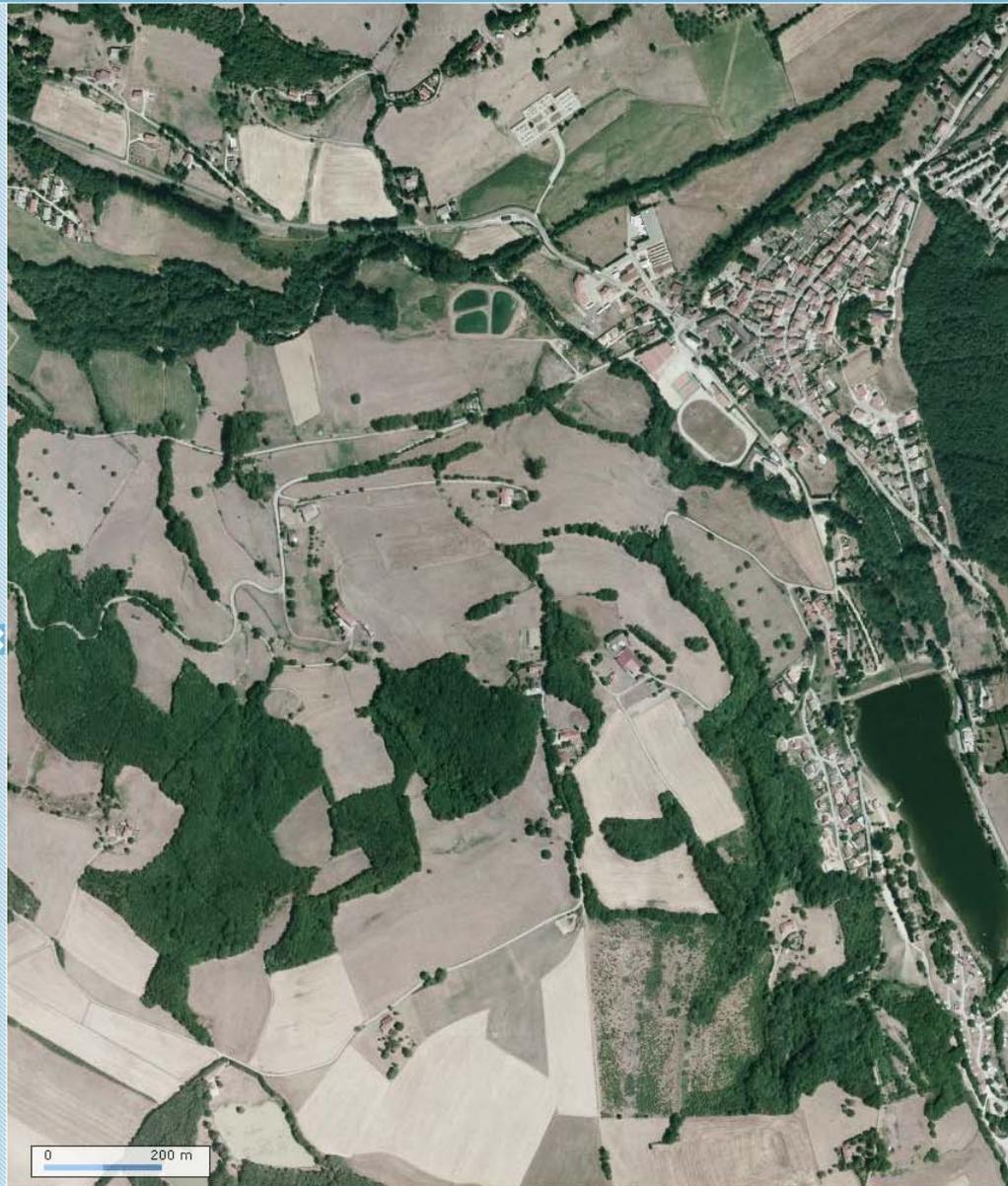
Barrage : ouvrage qui a vocation à stocker/garder de l'eau et qui barre un cours d'eau, une vallée ou une zone de replat (dans un versant). Le remblai qui fait barrage ne ceinture pas toute la retenue.

Bassin (en relief) : ouvrage de stockage d'eau en dehors du lit de la rivière et totalement ceinturé par un remblai

Canal (de navigation ou d'irrigation) : ouvrage longitudinal qui a vocation à garder ou à transporter de l'eau (il comporte aussi des éléments transversaux délimitant le bief), le long ou en dehors d'un cours d'eau

Digue de protection contre les inondations : ouvrage qui a vocation à empêcher la venue de l'eau ; ne traverse pas le cours d'eau (en général le long du cours d'eau)





Réseau Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques
Longitude : 06° 14' 48" E Latitude : 46° 15' 21" N

Barrage de Roybon (38)





Réseau Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques
Longitude : 06° 34' 33" E Latitude : 46° 02' 48" N

Retenue d'altitude des Preys (38)





Bassin de Roche-Baraton (49)

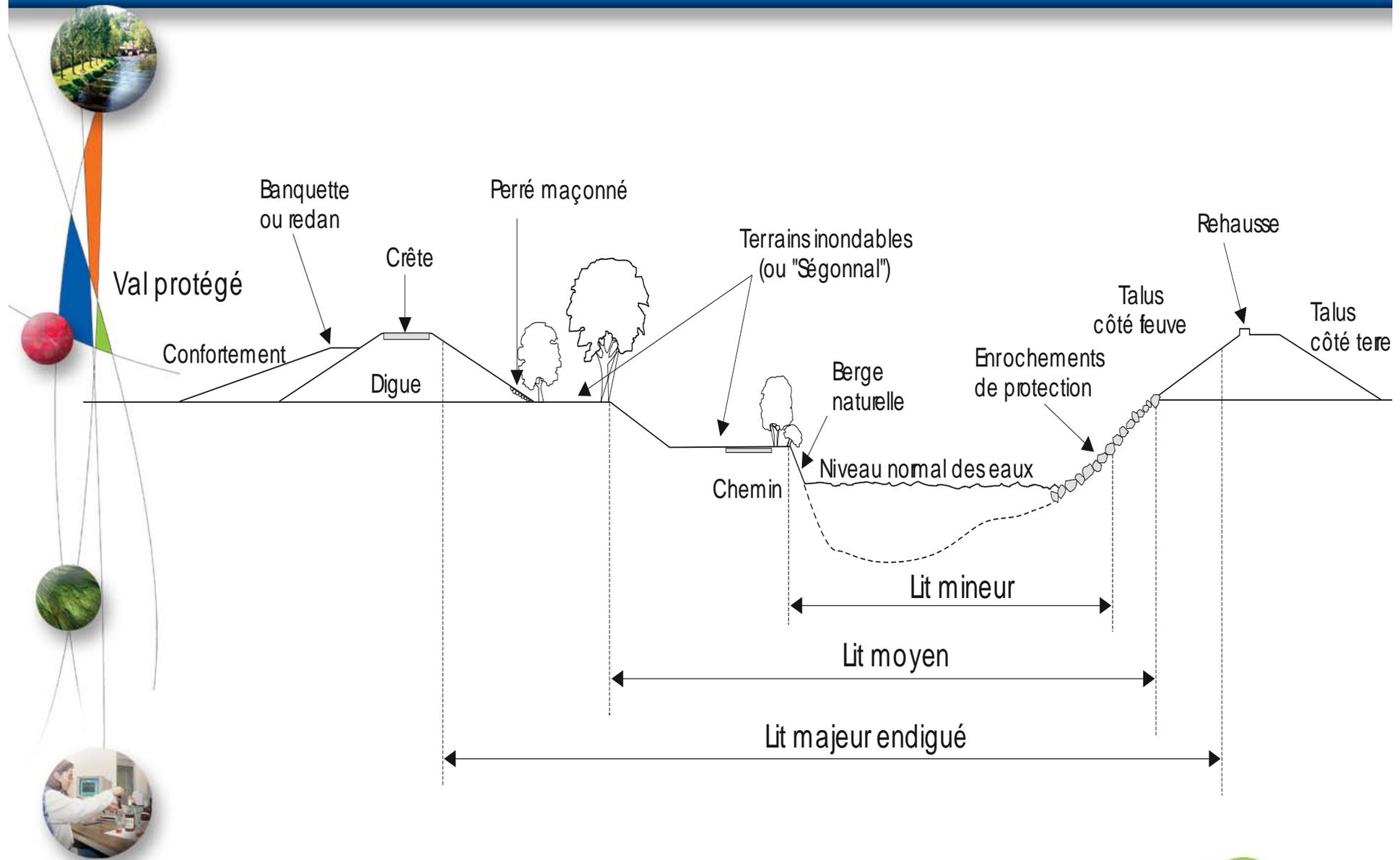


0 100 m

Réseau Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques
Longitude : 01° 00' 51" 0 Latitude : 47° 11'

(1 élément restant(s)) Téléchargement de l'image ht

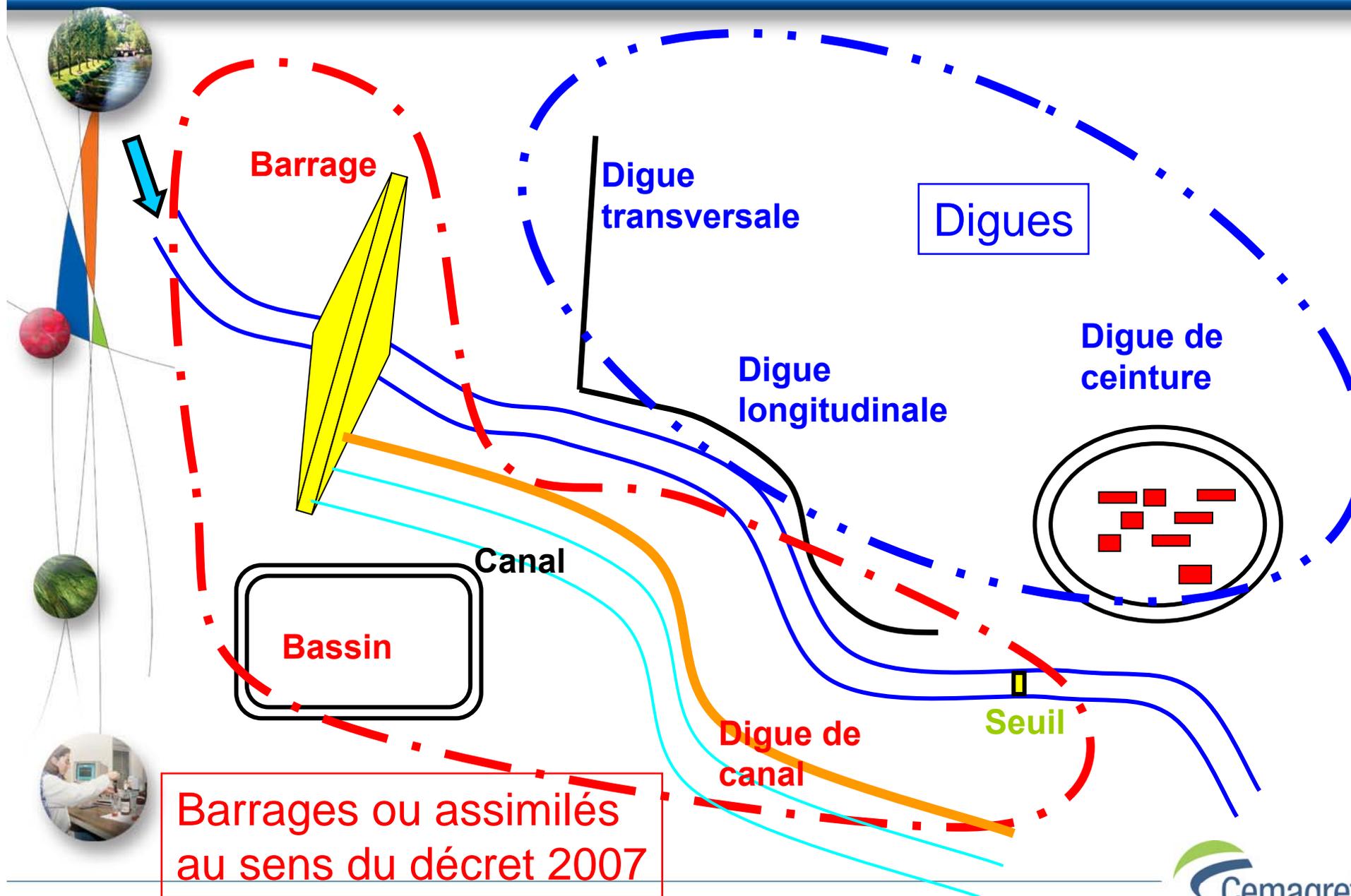
▶ Les digues : coupe-type d'une vallée



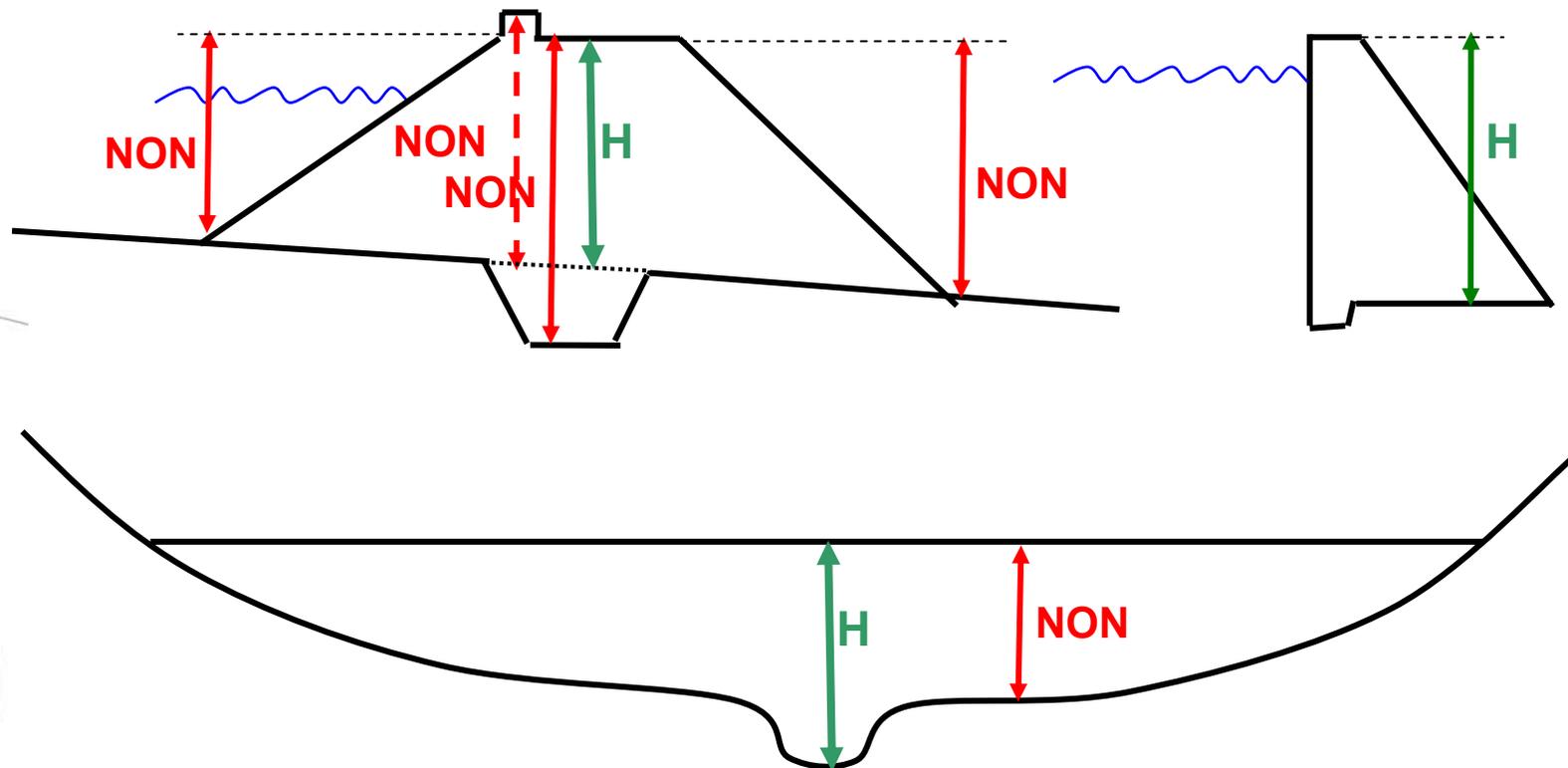
► Digue de Camargue (avant confortement)



► Définitions administratives (G. Degoutte)

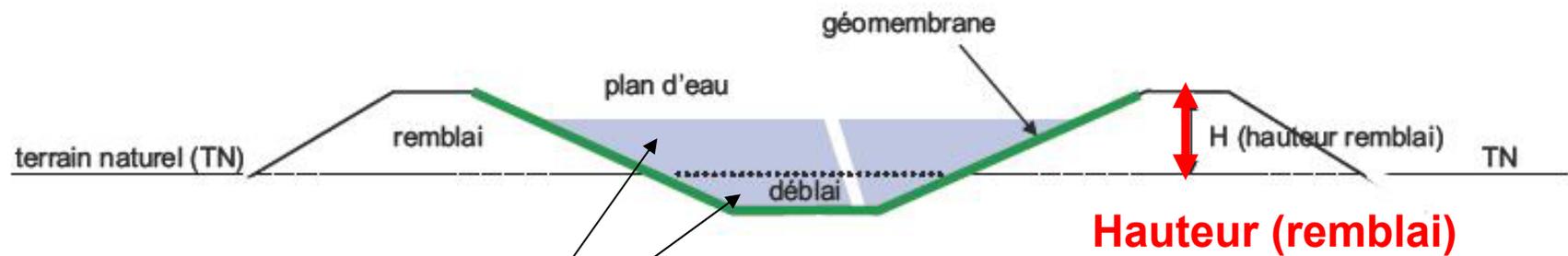


▶ Détermination de la hauteur d'un barrage



Dessins : G. Degoutte

► Détermination de la hauteur d'un bassin

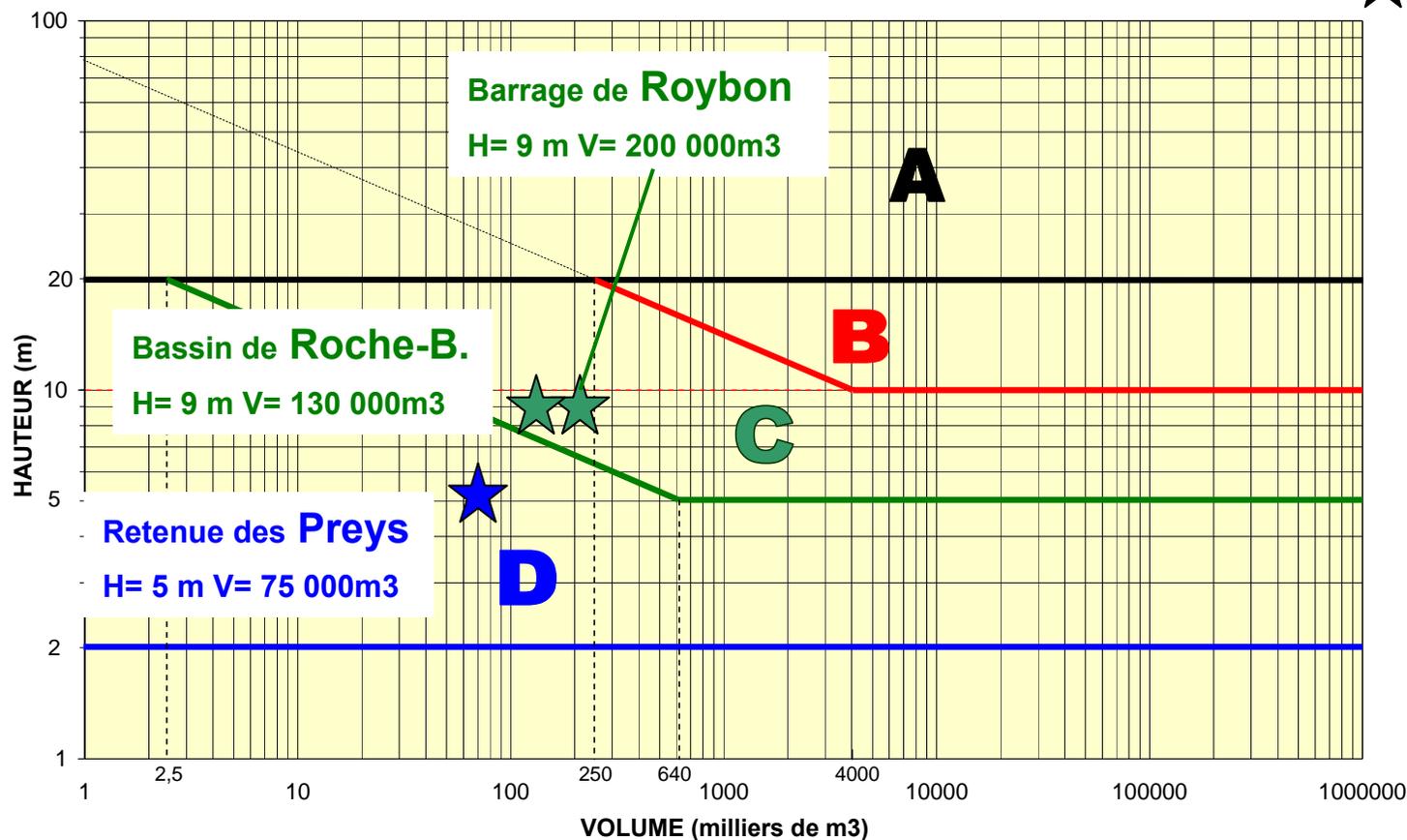


Volume (remblai + déblai)

► Détermination de la classe d'un barrage ou bassin

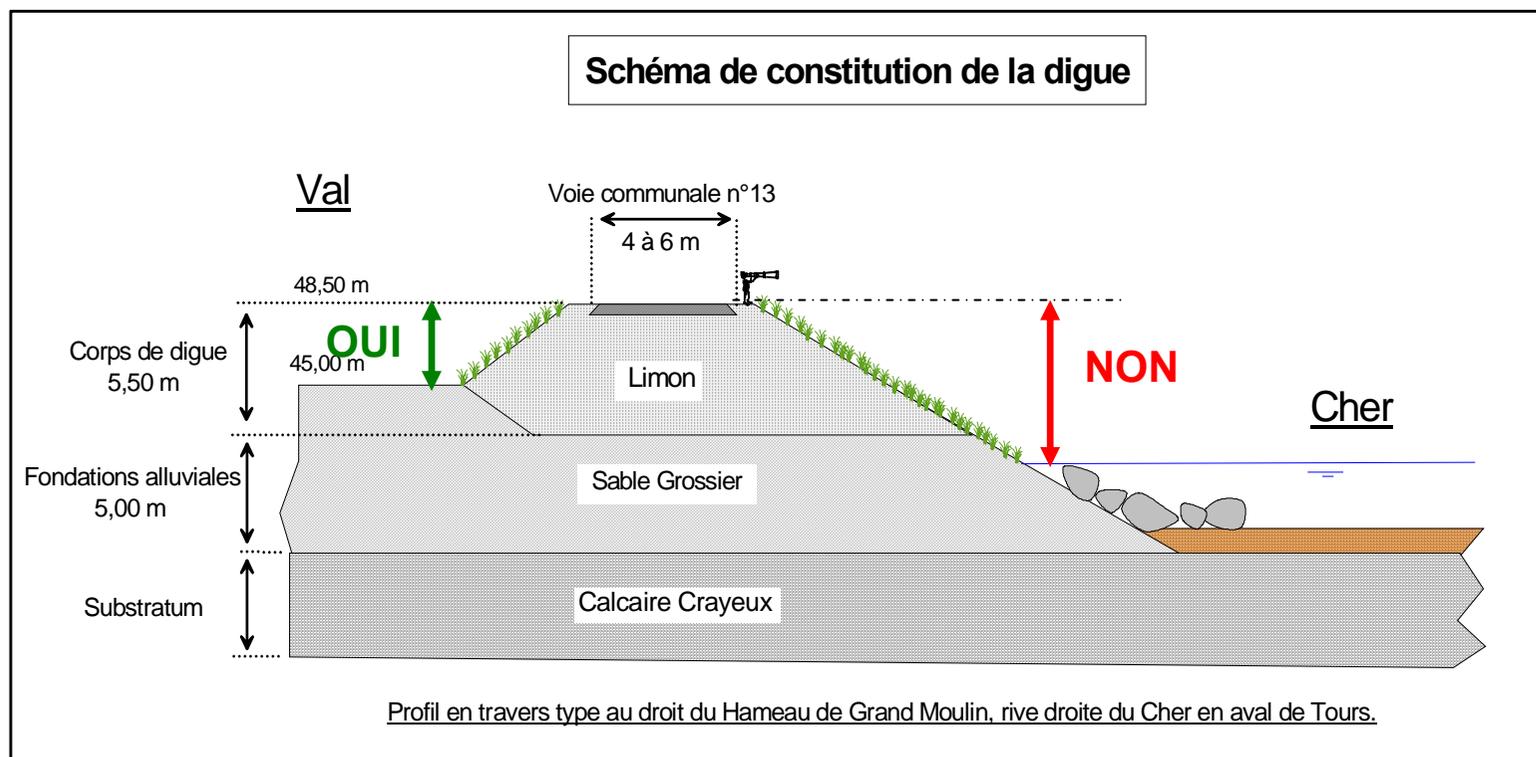
Abaque de détermination de la classe (géométrique : $H^2V^{0,5}$) d'un barrage

Serre-Ponçon
H=129 m V=1,3 km³ ★



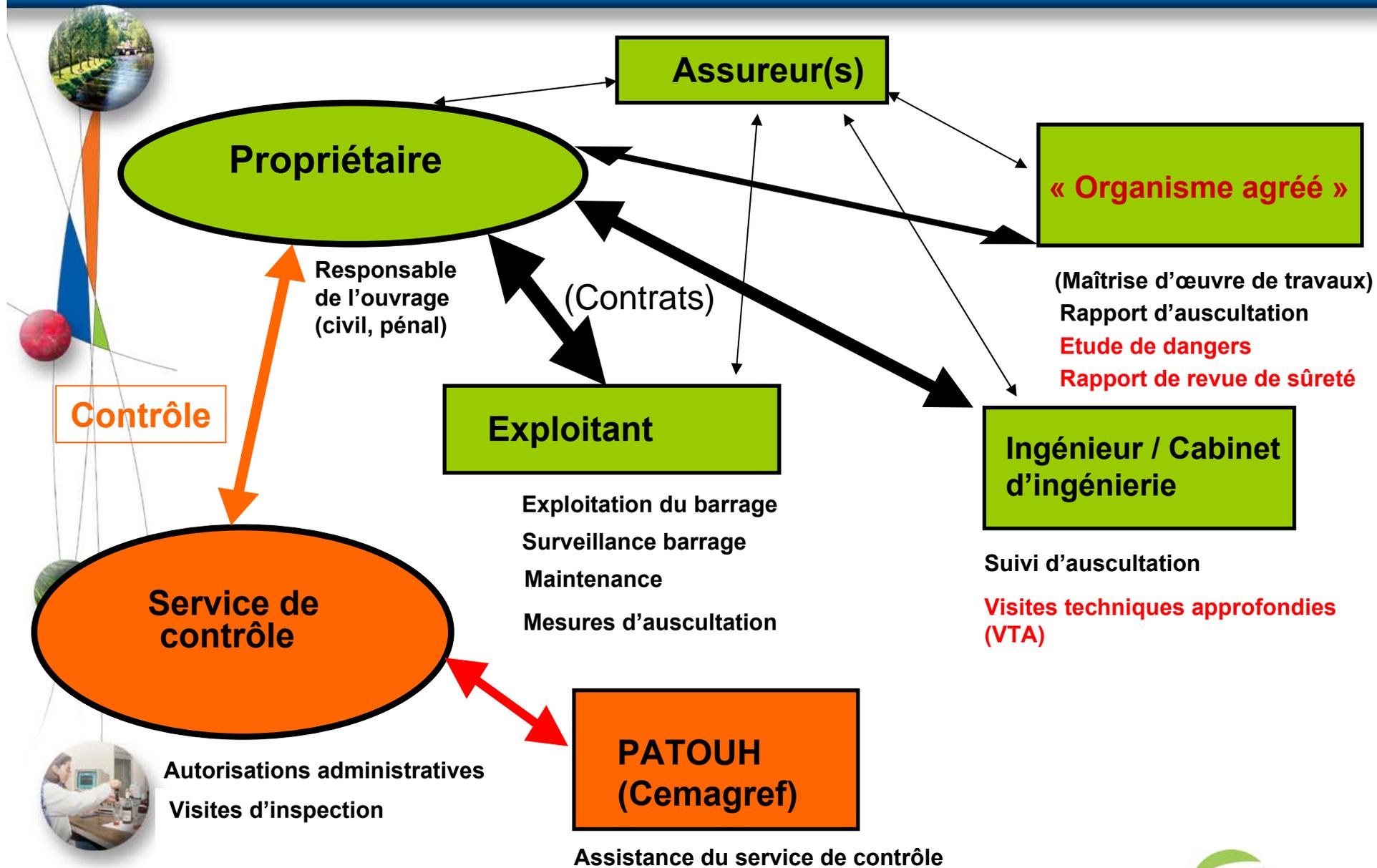
Détermination de la classe d'une digue de protection contre les inondations

- **Considérer la bonne hauteur H**



- **Evaluer la population (y compris saisonnière) vivant dans la zone protégée**

▶ Les intervenants dans la vie d'un barrage



▶ Trois acteurs clés sur le plan technique

- **Le maître d'œuvre** (création – confortement) = « **organisme agréé** »
 - conception d'ouvrages faciles à surveiller et à entretenir
 - responsable du suivi de la première mise en eau (rapport)
 - élaboration/synthèse d'un dossier complet sur les ouvrages : ensemble des documents produits en phases de conception, de réalisation et de 1^{ère} mise en eau (barrages), plans des ouvrages réellement exécutés, fiches techniques, **consignes écrites de manœuvre, d'entretien, de surveillance (y compris en crue)** = « **dossier du propriétaire** »
- **Le service ou l'agent** (ex : d'exploitation) **chargé de la surveillance visuelle** (tous OH en service) et de la réalisation des mesures d'auscultation (barrages)
- **L'ingénieur et/ou le bureau spécialisé assistant le propriétaire** pour le suivi technique (tous OH) et l'auscultation (barrages) :
 - **VTAs** et appui(s) pour le suivi courant d'auscultation
 - **barrages de classes A à C, par un « organisme agréé »** : interprétation approfondie des mesures et rédaction du rapport d'auscultation

**Nouvel état d'esprit introduit
par le décret du 11/12/2007
(et son arrêté d'application du 29/02/2008)**

- Textes s'adressant aux propriétaires
- ... y compris des petits barrages et des digues
- ... prônant une qualification des intervenants techniques : conception, réalisation, entretien
- ... demandant l'élaboration de consignes préalables
- ... exigeant des comptes rendus et rapports au service de contrôle
- ... modulant les obligations (notamment des propriétaires) en fonction de la classe A, B, C, ou D des barrages ou des digues

► Classement des ouvrages hydrauliques



Les (nombreux ?) cas particuliers ou difficiles

- Pour les barrages (et pouvant entraîner un surclassement) :
 - barrages en cascade :
 - prise en compte des barrages aval
 - barrages ou bassins écrêteurs de crues :
 - assez souvent de classe D
 - mais avec des enjeux forts à l'aval immédiat
- Pour les digues (vs zone protégée) :
 - digues maritimes
 - digues de torrent (cône de déjection ?)
- Pour tous (mais surtout pour les digues)
 - propriété inconnue ou complexe



▶ Diagnostic(s) des ouvrages hydrauliques

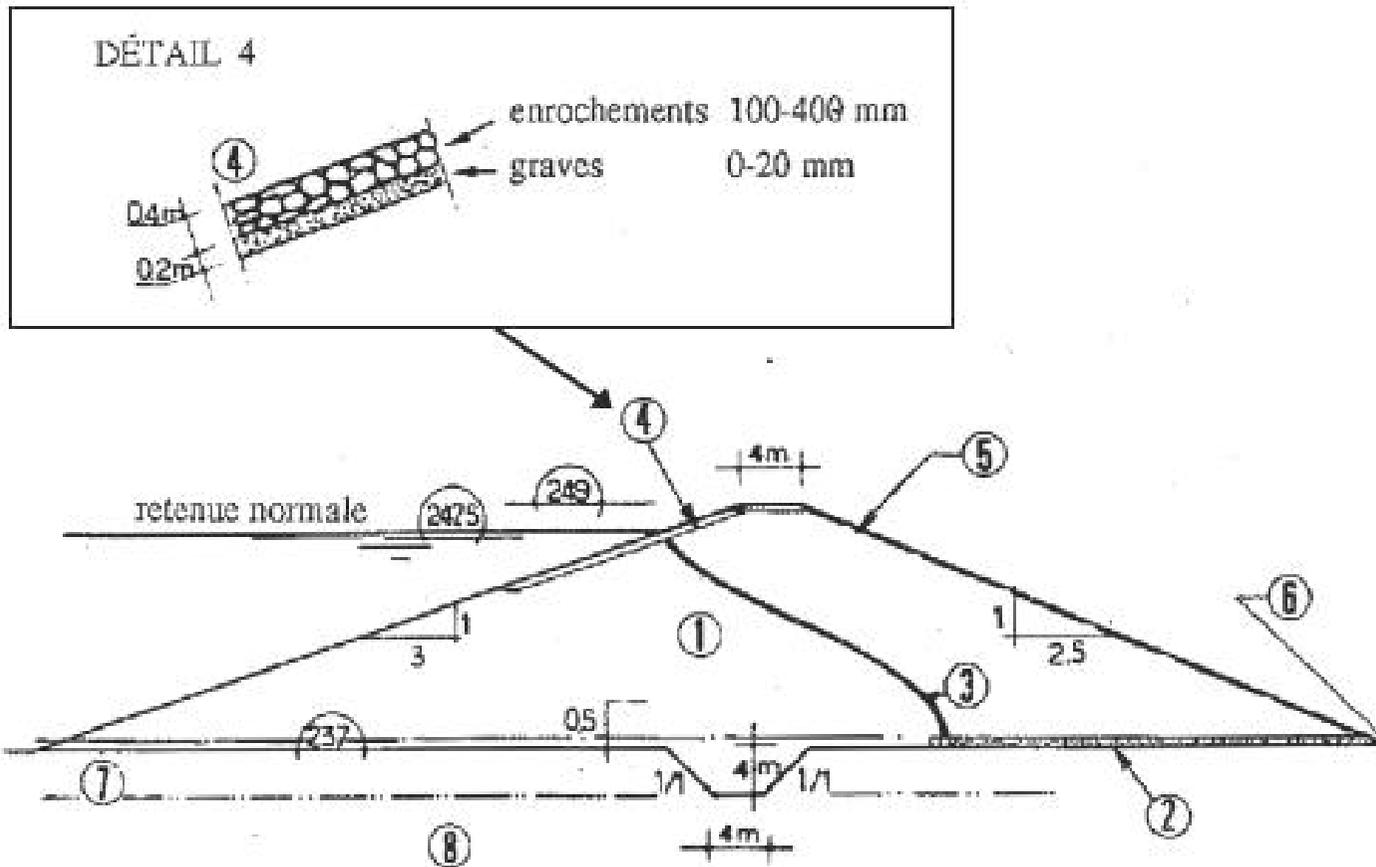
Définition du diagnostic

- Le **diagnostic** est le raisonnement menant à l'identification de la cause (l'origine) d'une défaillance, d'un problème sur un ouvrage de génie civil (hydraulique) à partir des caractères ou symptômes relevés par des observations, des « contrôles » (données d'auscultation) ou des tests (sondages et essais)
- En génie civil, la démarche de diagnostic englobe une dernière étape de **définition des mesures** de surveillance, d'auscultation et/ou structurelles (travaux de confortement) **pour remédier aux pathologies constatées**

PATHOLOGIES COURANTES DES PETITS BARRAGES (EN TERRE)

**Le poids des « maux »,
le choc des photos ...**

Coupe d'un très petit barrage en terre



1 - massif argileux compacté ; 2 - tapis drainant en sable propre 0-5 mm ; 3 - surface libre de l'écoulement lorsque la retenue est à son niveau normal ; 4 - protection antibatillage ; 5 - talus enherbé ; 6 - fossé de pied ; 7 - alluvions ; 8 - substratum marneux.

► Pathologies courantes des (petits) barrages en terre

Zone d'humidité près de l'appui rive gauche



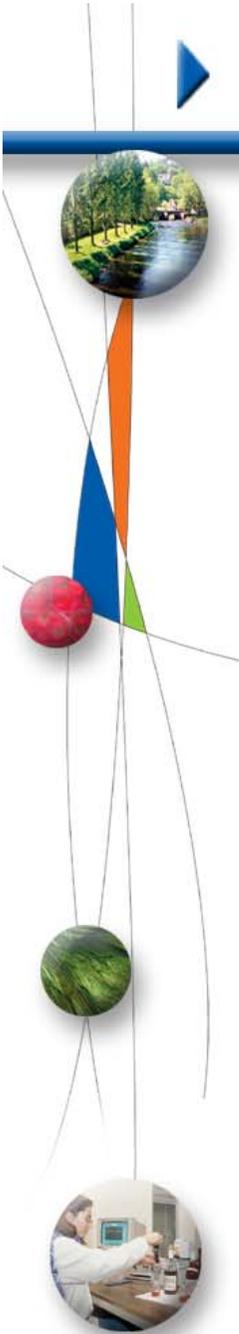
► Pathologies courantes des (petits) barrages en terre

Fuite au dessus du drain tapis de pied



► Pathologies courantes des (petits) barrages en terre

Glissement du talus aval



▶ Pathologies courantes des (petits) barrages en terre



Renard le long d'une conduite



Fontis



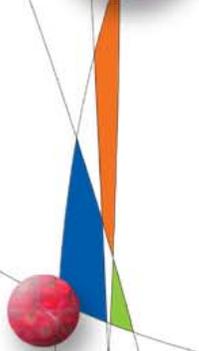
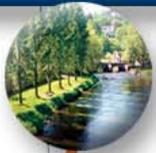
► Pathologies courantes des (petits) barrages en terre

Débouché amont de renard sur conduite de vidange



► Pathologies courantes des (petits) barrages en terre

Rupture par renard sur conduite de vidange en bois



Etang des Ouches (63)

hauteur : 4,85 m

volume : 50 000 m³

Rupture le dimanche 15/07/2003

Débit au barrage estimé à 50 – 70 m³/s

**Débit à Châteauneuf estimé à 40 m³/s
(10 en souterrain, 30 en surface)**

**Temps d'arrivée de l'onde : 25 min
(distance : 4 km, vallée encaissée)**

**Par chance, pas de victimes
mais rue inondée et plusieurs
dizaines de voitures
emportées**

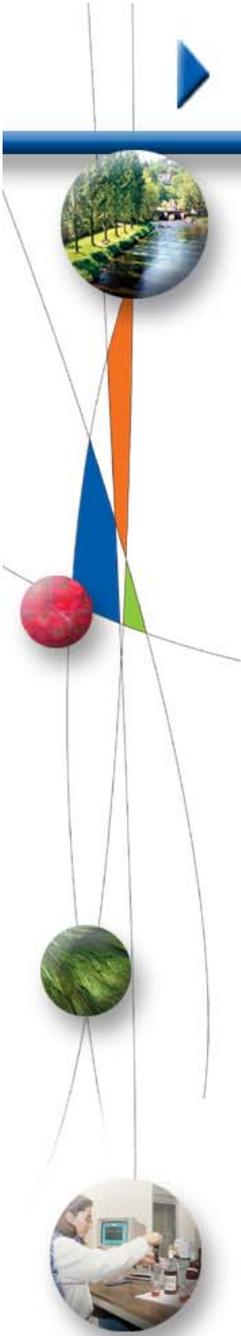
► Pathologies courantes des (petits) barrages en terre

Glissement du talus amont (à la vidange)



► Pathologies courantes des (petits) barrages en terre

Rehausses sur évacuateur



▶ Pathologies courantes des (petits) barrages en terre



Ruptures par surverse ...

500 maisons inondées
1000 véhicules touchés
Pas de victime

... et érosion de déversoirs



Bassins de la Rosemontoise (90)

3 barrages en cascade

$H = 4 \text{ à } 5,5\text{m}$

$V = 0,2 \text{ à } 0,4 \text{ hm}^3$

$H^2V^{1/2} = 6,6 \text{ à } 18,3$



Rive gauche



Rive droite

ET LES DIGUES (1/2) ?

- **Soumises aux mêmes pathologies et mécanismes de dégradation ou de rupture (liés à l'eau qui pousse, imbibe et/ou s'écoule) que les (petits) barrages :**
 - érosion interne
 - glissement d'un des parements (talus)
 - surverse (érosion externe par ...)
- **Mais ...**

ET LES DIGUES (2/2) ?

- ... mais avec des spécificités notoires :
 - ouvrages à long linéaire ...
 - ... traversés par de nombreuses conduites, pertuis, etc.
 - non à charge hydraulique permanente (phénomènes transitoires liés à la durée de la crue)
 - non en charge (en général) au moment du diagnostic
 - dépourvu de systèmes de mesures (auscultation)
 - soumis à un mécanisme supplémentaire : érosion (externe) du talus ou de sa fondation par le cours d'eau

► Spécificités des digues : illustrations (1/2)

- Examen visuel généralement fait hors période de crue (i.e. absence de charge hydraulique)

↳ *difficulté de diagnostiquer les fuites, renards, ..*



<- La même (ou presque) en crue



- Un seul point de faiblesse (-> brèche) suffit à mettre en défaut l'ensemble du système de protection ./..

Brèche de la digue de l'Agly (1999)

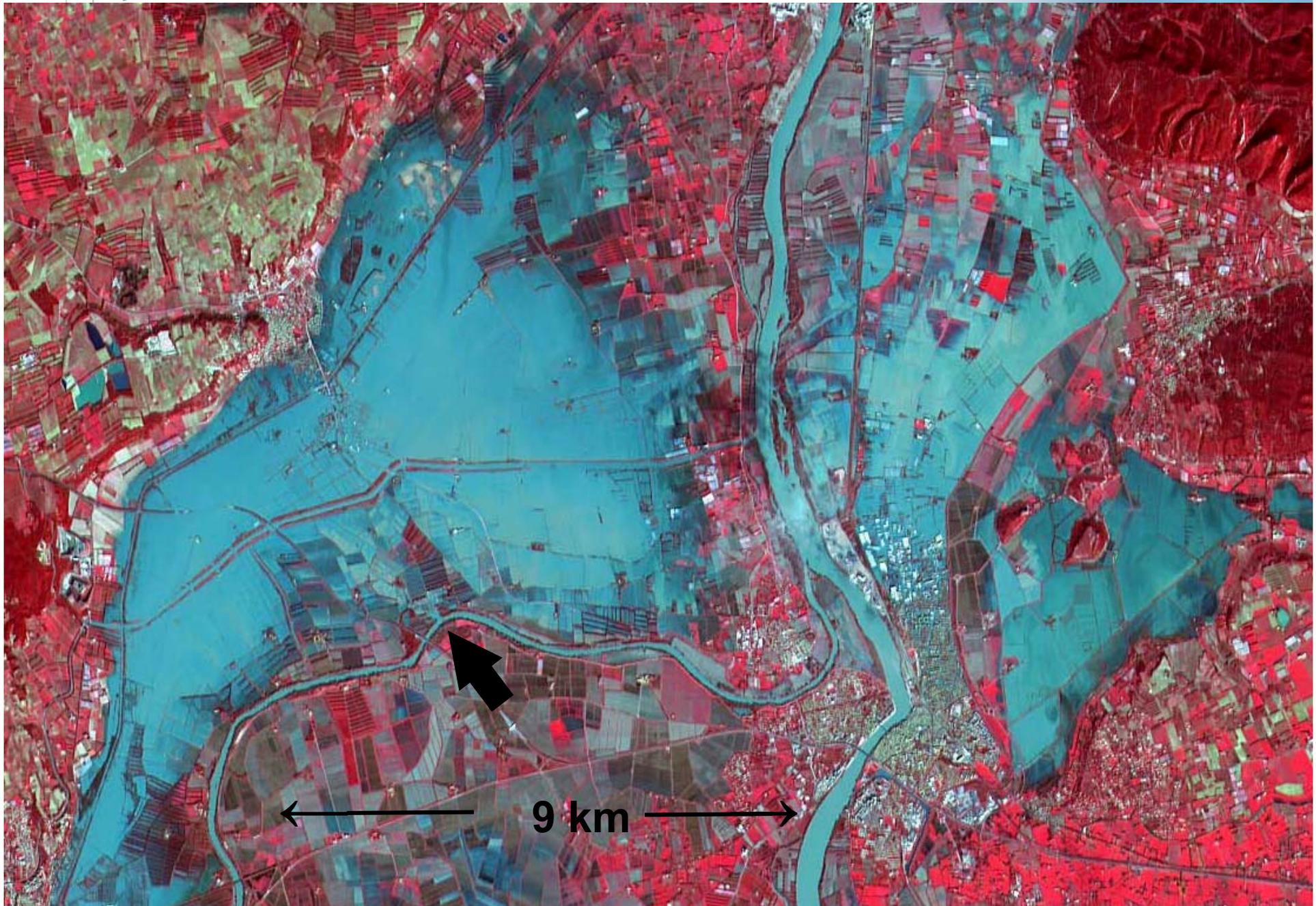


Photo xxx



Brèche de Petite Argence en Camargue gardoise (déc. 2003)

Brèches des digues de Camargue en décembre 2003, d'encore plus haut



► Spécificités des digues : illustrations (2/2)

De multiples
« singularités »
enfouies ...



Photo : FUGRO -
FLIMAP



Photo : Caroline
Zanetti

En conclusion sur les pathologies courantes des petits barrages et des digues

- En France, des dizaines de milliers de petits barrages et plus de 8000 km de digues
- Anciens ou plus ou moins récents, la plupart souffrent de pathologies par défaut(s) de conception, réalisation et/ou entretien :
 - Fuites, érosion interne
 - Instabilité des talus
 - Envahissement par la végétation ligneuse
 - Problème(s) sur l'évacuateur de crues ou le déversoir : absence, sous-dimensionnement, réhausses, ...
 - Problème(s) sur l'organe de vidange ou les conduites traversantes : absence (pour la vidange), vieillissement, fuites, érosion interne
- Aujourd'hui (2010), à l'échelle du pays :
 - 1 à 5 ruptures connues par an (libération accidentelle du volume ou débit retenu) : surverse ou érosion interne

Méthodologie de diagnostic des ouvrages hydrauliques

- **Sur l'exemple des digues :**
 - démarche en 9 étapes (digues de plaine)
 - cas des digues de rivière torrentielle ou de torrents



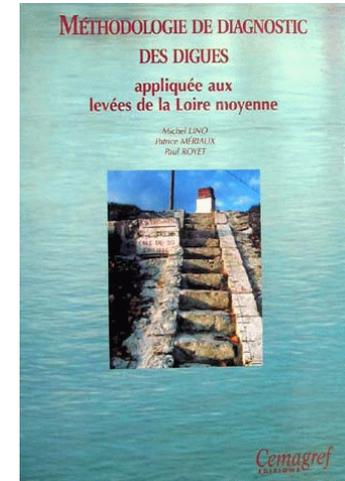
- **Et pour les barrages ?**

► Méthodologie de diagnostic des digues

Fin des années 1990, le Cemagref a mis au point une méthodologie de diagnostic basée sur une approche pluridisciplinaire en 9 points :

1. Approche historique
2. Géomorphologie fluviale
3. Topographie
4. Étude hydraulique
5. Examen(s) visuel(s)
6. Reconnaissances géophysiques et géotechniques
7. Modélisation : hydraulique (interne) et mécanique
8. Étude des risques liés à la rupture
9. Étude des solutions de confortement

😊 **Travail partenarial résultant d'une collaboration avec une structure d'appui à maîtrise d'ouvrage (Equipe pluridisciplinaire du Plan Loire) et un bureau d'études (ISL)**



► Méthodologie de diagnostic des petits barrages

- **Les différences avec le diagnostic des digues**
 - **risque d'érosion externe du parement amont limité au batillage de la retenue**
 - **observations visuelles possibles en charge (sauf écrêteurs)**
 - **analyse possible des mesures d'auscultation (lorsque le barrage est doté d'instruments de mesure et qu'ils sont relevés régulièrement)**

Le diagnostic et la nouvelle réglementation

- **Pour les digues (qqsoit classe) :**
 - **Diagnostic initial de sûreté** : art. 16 du décret 11/12/2007 et 9 de l'arrêté du 29/2/2008 modifié le 16 juin 2009
 - **Diagnostic de sûreté** : *Art. R. 214-146.* du décret et art. 8 de l'arrêté, par organisme agréé
- **Pour les barrages (qqsoit classe) :**
 - Diagnostic « rapide » (VTA musclé) : cf. docs techniques Cemagref
 - Diagnostic de sûreté (révision spéciale) : même article que pour les digues

Contenu minimal du diagnostic initial de sûreté des digues

- l'examen visuel de la digue et des ouvrages englobés, après entretien de la végétation si nécessaire ;
- l'identification des irrégularités visibles de la crête de la digue ;
- la liste des examens complémentaires à effectuer rapidement pour s'assurer de la sécurité de l'ouvrage ;
- la description des actions à entreprendre pour remédier aux insuffisances constatées

=> Avant le 31/12/2009

► Le contenu du diagnostic de sûreté (révision spéciale)



Le diagnostic comprend, en fonction de la nature et de la gravité du désordre constaté ou du risque détecté, tout ou partie des éléments suivants :

- l'examen de l'ouvrage, des équipements et des aménagements dont il est doté ainsi que des accès à ceux-ci ;
- l'examen des dispositifs de protection au regard des différentes formes d'agression auxquelles l'ouvrage peut être soumis ;
- l'examen du comportement de l'ouvrage lors d'épisodes extrêmes, notamment les crues, les séismes et les mouvements des versants ;
- le point des dégradations subies par l'ouvrage et des améliorations apportées ;
- l'examen de la sécurité intrinsèque de l'ouvrage et de son dimensionnement ;
- l'examen des modalités de surveillance et d'auscultation mises en place.

Les études ou examens similaires préexistants à ce diagnostic peuvent être utilisés dans la mesure où ils sont toujours valides.

Ce diagnostic rend compte de la sûreté de l'ouvrage. Au regard du diagnostic, le propriétaire ou l'exploitant adresse au préfet les dispositions d'organisation, de gestion ou **le projet de travaux pour remédier aux insuffisances éventuelles.**



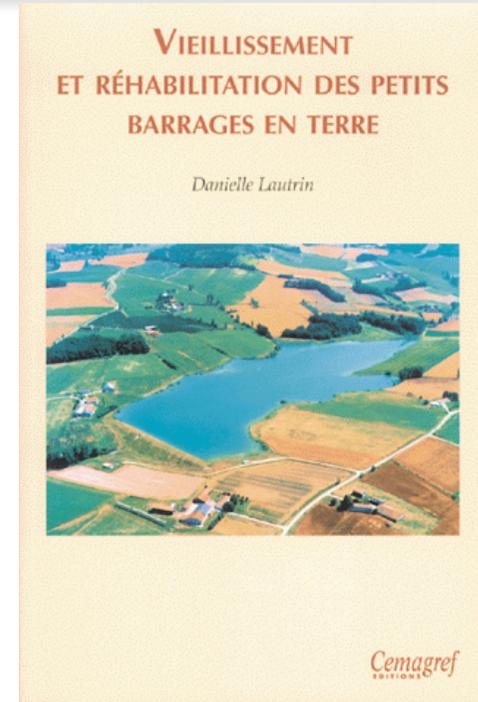
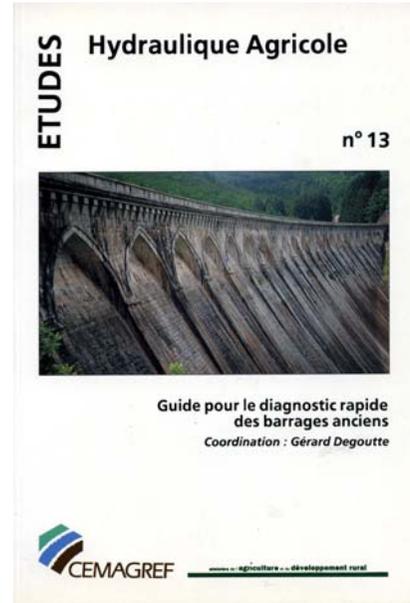
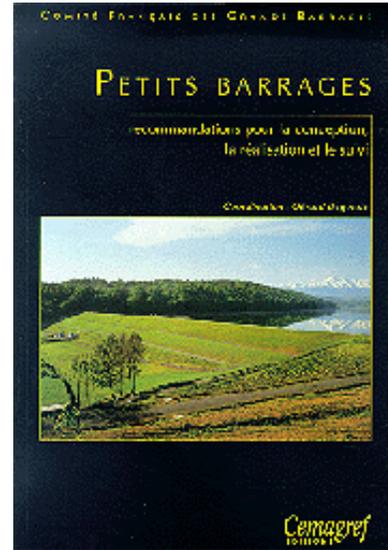
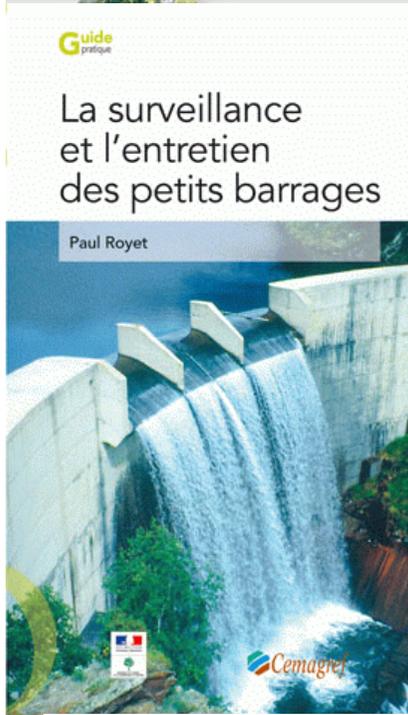
▶ Le diagnostic vs étude de dangers (1/2)

- **Pour les digues :**
 - soit l'équivalent d'un diagnostic de sûreté fait dans le cadre de l'EDD : digues de classe A et B, a priori avec maître d'ouvrage identifié et ayant les moyens de faire un tel diagnostic approfondi d'ici 2012 (A) ou 2014 (B et C)
 - soit un diagnostic de sûreté sensu stricto prescrit par l'Etat à la suite d'une EDD

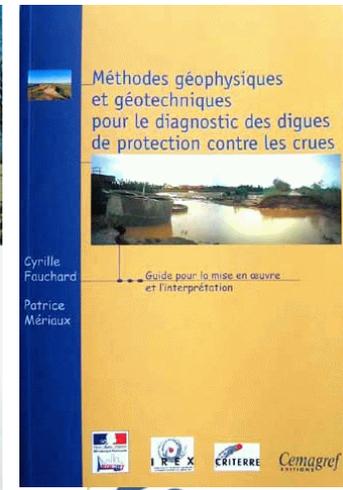
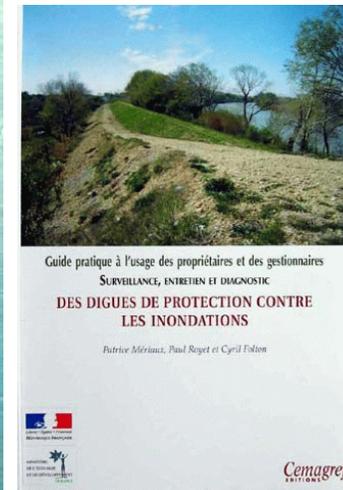
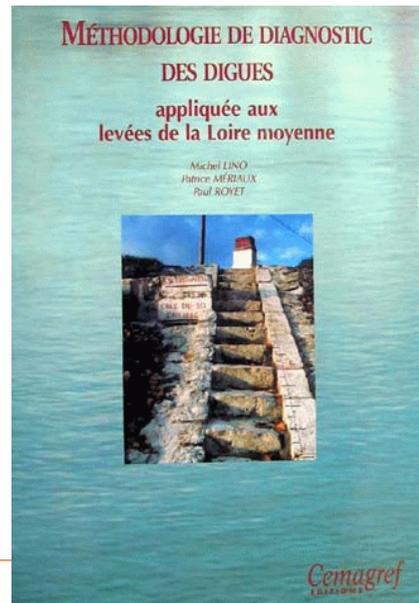
▶ Le diagnostic vs étude de dangers (2)

- **Pour les barrages :**
 - **étude de dangers (EDD) pour classes A et B : ne concerne pas les petits barrages**
 - **la démarche de diagnostic va donc intervenir :**
 - **soit dans le cadre d'une révision spéciale prescrite par le Préfet**
 - **soit à l'initiative du propriétaire soucieux de la sécurité de son ouvrage et de son maintien en exploitation**

▶ Suivez les guides (ou les CD-Roms) ...



Ouvrages de stockage d'eau à usage agricole





Questions ?

et/ou ...



✓ **Bonus ?**

- **conception et entretien des petits barrages**
- **diagnostic des digues**

