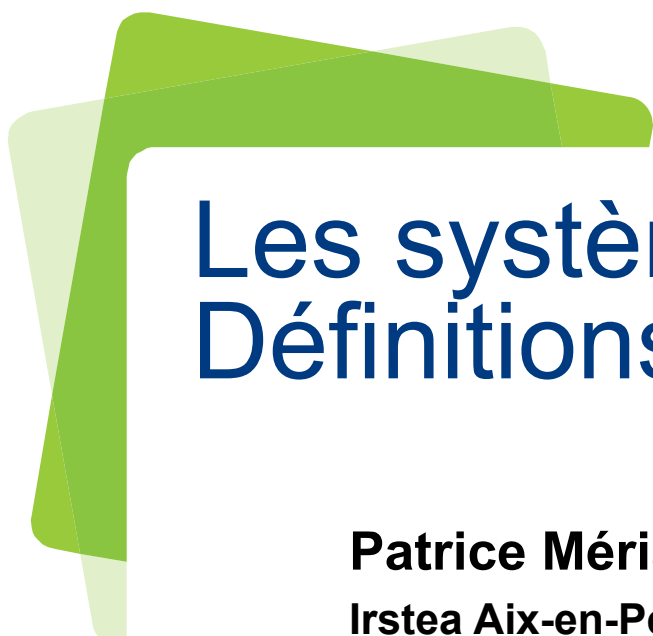




Les systèmes d'endiguement. Définitions. Fonctionnement.

Patrice Mériaux

Irstea Aix-en-Pce - Unité de Recherche RECOVER

Section « Ouvrages hydrauliques »

Ivan Begic

DREAL Rhône-Alpes

Pour mieux
affirmer
ses missions,
le Cemagref
devient Irstea



www.irstea.fr

Journée technique « La gestion des digues à
l'heure de la GEMAPI »

St Donnat sur l'Herbasse, 27/11/2015



Plan

2

- . La digue = un ouvrage hydraulique de génie civil, à fonction de **protection**
(P. Mériaux)
- . De la digue au système d'endiguement
(I. Begic)

Qu'est-ce (ou n'est pas) une digue (de protection) ? (1/2) ³

Une digue est un ouvrage construit dans le lit majeur de la rivière en vue d'assurer **une certaine protection** contre les inondations (« empêche l'eau de venir quelque part »).

=> *Une digue est un ouvrage en élévation par rapport au niveau du terrain naturel.*



Digue ≠ Protection de berge :

=> *Les simples **ouvrages de protection des talus de berge** (murs maçonnés, revêtement en enrochements ou par dalles) qui ne dépassent pas le sommet de la berge naturelle ne sont pas des digues,*

*... **mais** relèvent aussi de la Loi sur l'Eau depuis 2006 (décret nomenclature : longueur > 200 m => Autorisation / 20 m < longueur < 200 m => Déclaration)*

*... mais peuvent contribuer **à la protection de (la fondation de) la digue** si cette dernière est proche de la berge ou dans le prolongement de la berge => composant de la digue*



Qu'est-ce (ou n'est pas) une digue ? (2/2)

4

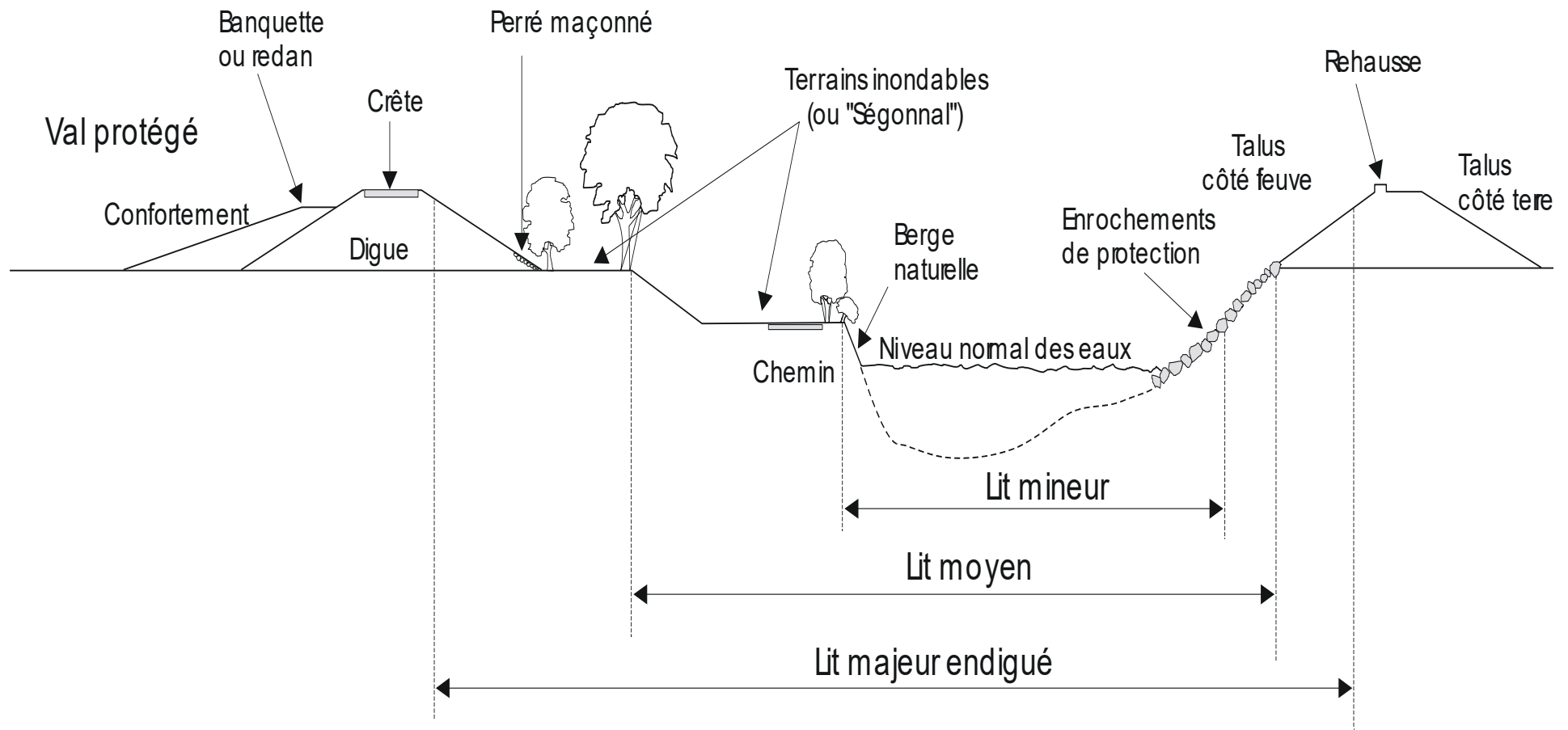
Digue ≠ Barrage :

Barrage = ouvrage hydraulique qui « stocke de l'eau » (=> on peut lui associer un **volume retenu**) et qui souvent barre le lit mineur ou majeur du cours d'eau, et est en eau la plupart du temps (**par extension, un canal endigué est un barrage** et un bassin écrêteur de crues aussi)



Les digues de protection contre les inondations fluviales : coupe-type d'une vallée endiguée

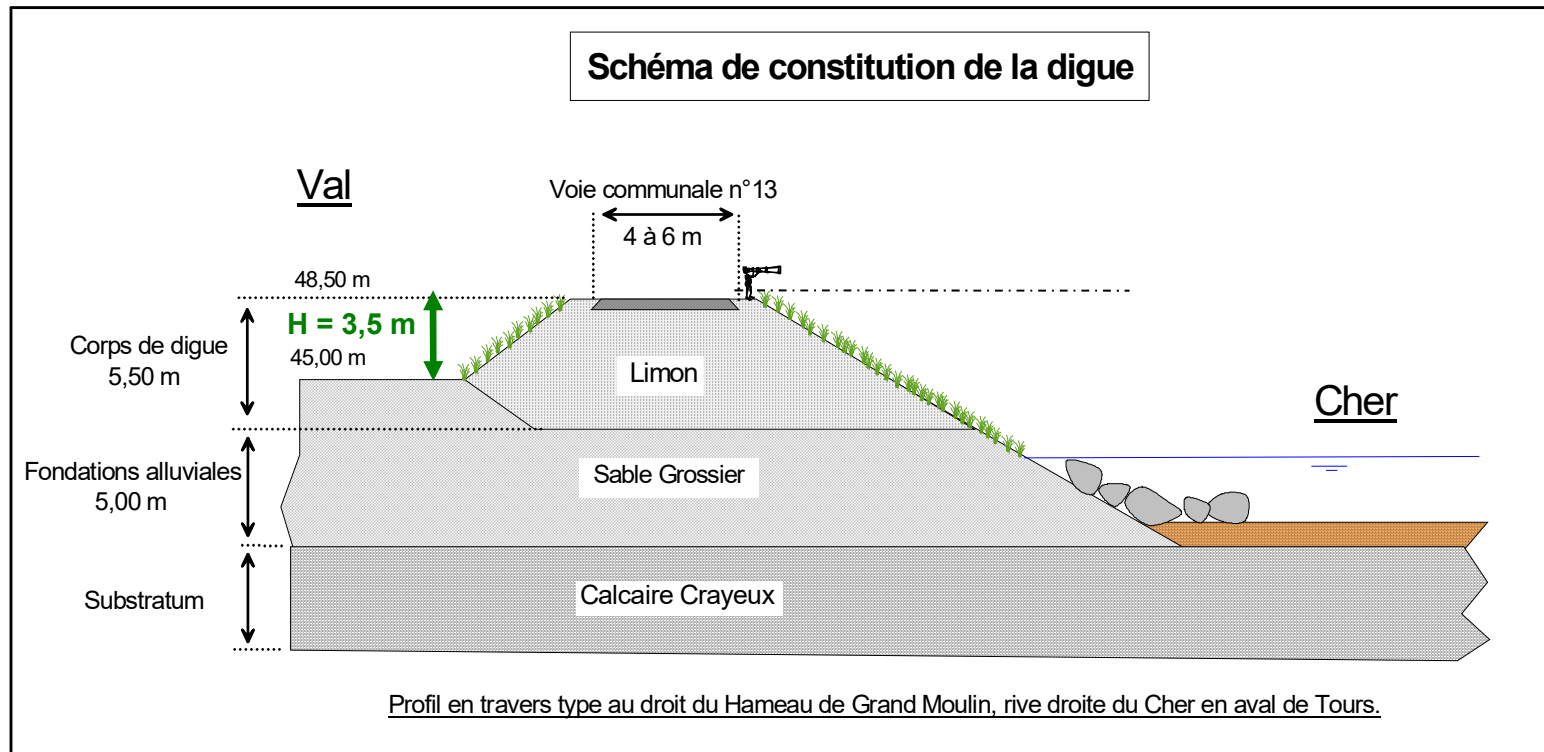
5



Zoom sur la digue (coupe en travers)

6

- La digue repose sur une **fondation**



APPROCHE FONCTIONNELLE (1/3)

Fonction principale d'une digue de protection

- Empêcher l'eau d'envahir une zone (précédemment) inondable ...



APPROCHE FONCTIONNELLE (2/3)

Décomposition fonctionnelle niveau 1

- Remblai - ou Structure rigide-poids (ex. mur)
- Fondation (assise de la digue, et berge si proche du pied de digue)
- Cours d'eau ("l'agresseur")

APPROCHE FONCTIONNELLE (3/3)

Fonctions techniques principales (digue et fondation)

- Résister à la poussée de l'eau et être autostable (remblai, mur), résister à la charge mécanique (fondation)
- Résister aux à l'érosion externe côté rivière
→ structure de protection : perré, ...
- Résister aux écoulements internes
→ organes d'étanchéité / de drainage
- Résister à la surverse
→ déversoir de sécurité

→ Fonctions assurées par des composants



Typologie des digues

PAR FONCTION PRINCIPALE

- Digues de protection contre les inondations (digues fluviales) ou les débordements de rivière ou de torrent (digues de torrent)
- Digues à la mer (protection contre les submersions marines)
- Digues des canaux (pm "barrages") :
 - d'aménagement hydroélectrique
 - de navigation
 - d'irrigation



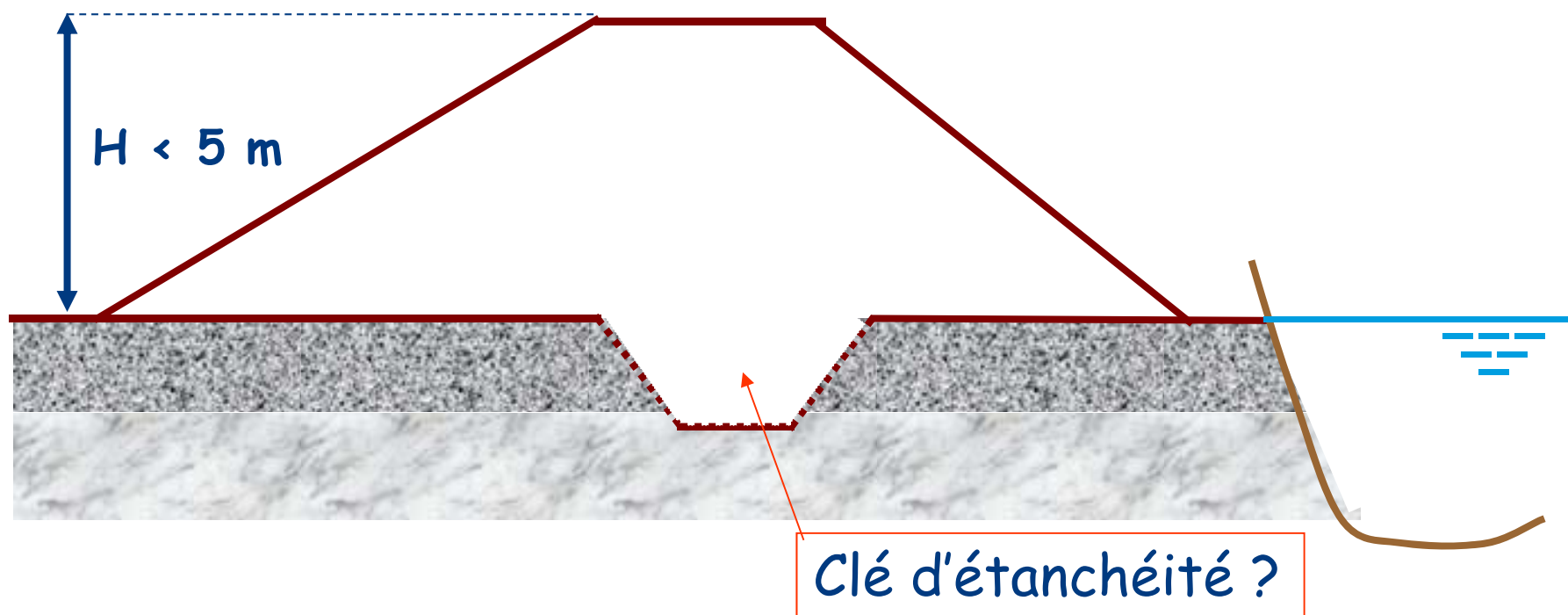
Typologie des digues

PAR MODE DE RÉALISATION

- Digues en terre (en remblai)
- Digues type « poids »
(en maçonnerie ou béton)
- Digues « mixtes »
(partie remblai, partie poids ou
rigide)

Digues en terre (en remblai)

EXEMPLES DE PROFIL : remblai homogène (1/2)

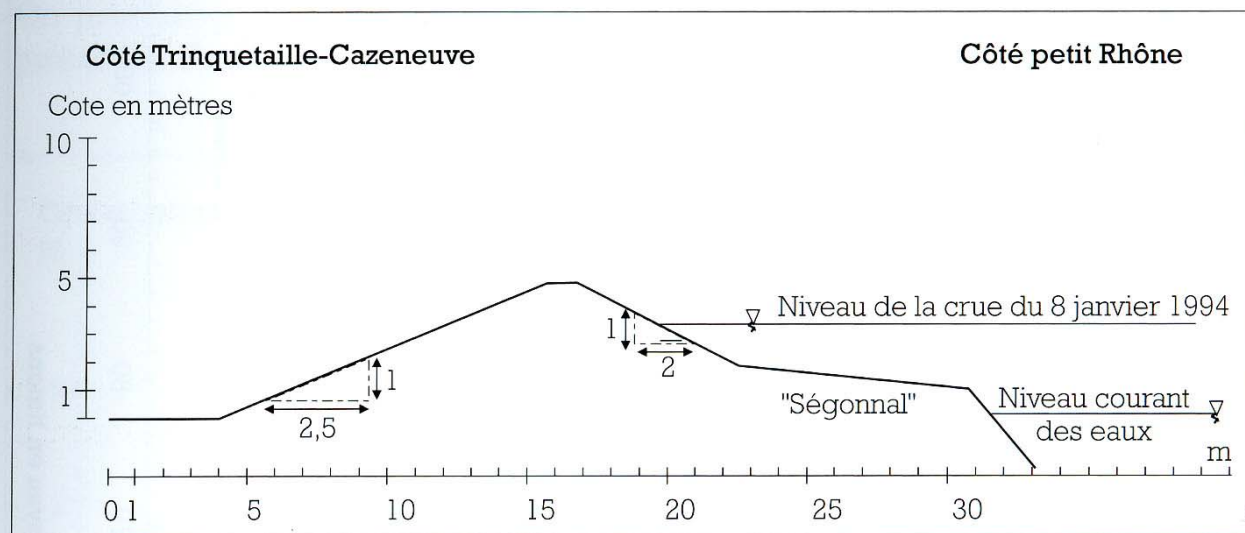


(inexistante dans les digues anciennes)

-> fonction d'étanchéité assurée par le remblai dans sa masse

Digues en terre (en remblai)

EXEMPLES DE PROFIL : remblai homogène (2/2)



Coupe type des digues du Petit Rhône en Camargue.

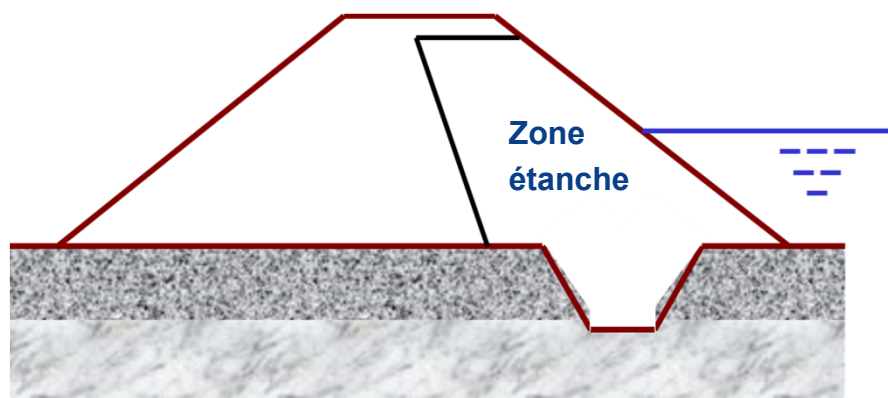


Photos : P. Royet



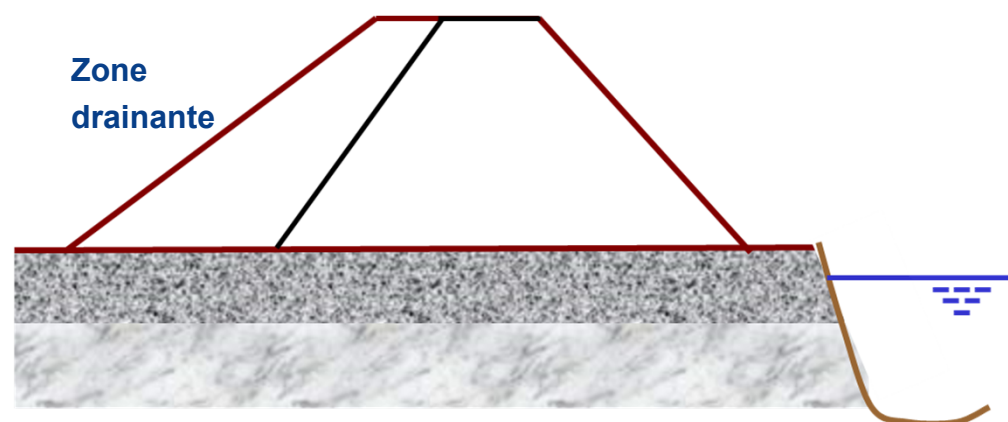
Digues en terre (en remblai)

EXEMPLES DE PROFIL : remblai zoné



-> séparation des fonctions
d'étanchéité / stab côté eau ...

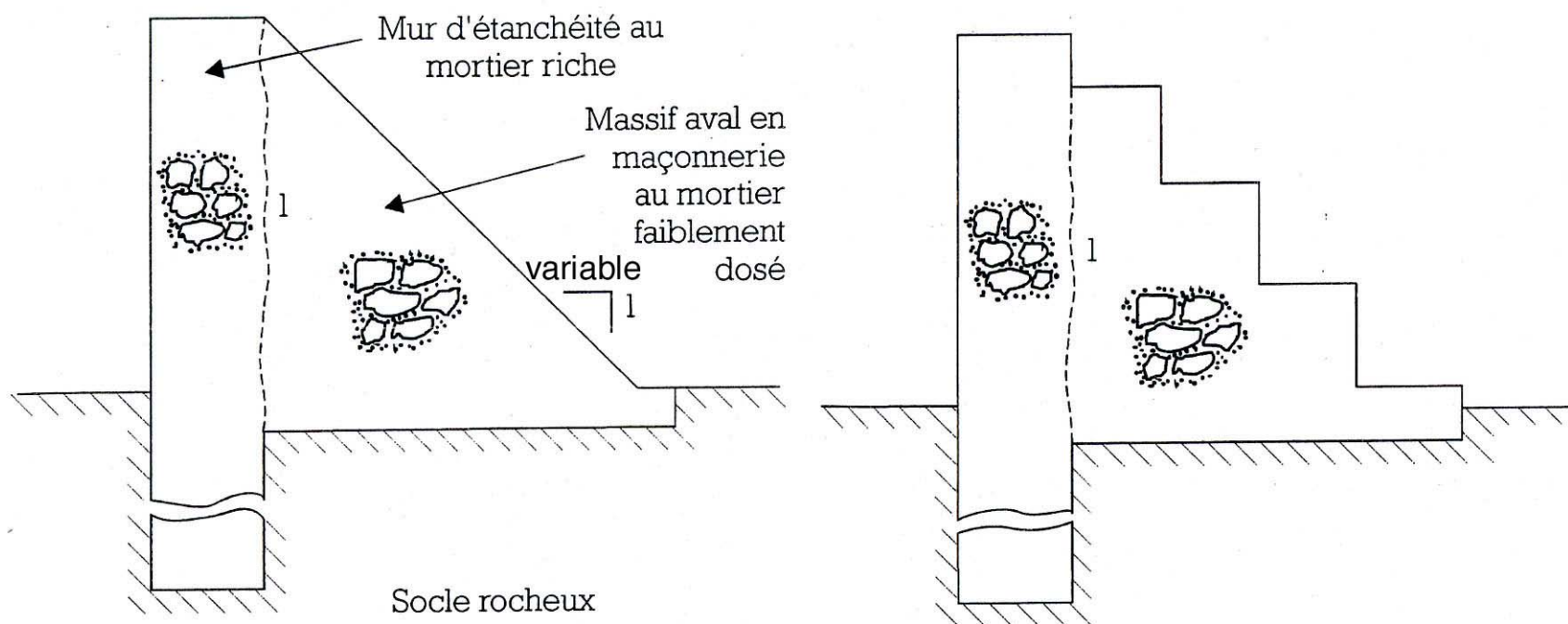
-> ... et de drainage
/ stab côté terres



-> digue à « noyau » : trois zones = 1 noyau et 2 recharges

Digues poids (en béton ou maçonnerie)

EXEMPLES DE PROFILS





Digue de Comps (2002-2003)

Exemple de digues-poids en maçonnerie



Les digues mixtes

- digues poids à profil mixte
- dimensionnement particulier
- plus fréquentes que les digues de type strictement poids

Béton ou
maçonnerie

Remblai

Source : R. Tourment, Irstea



**Digue mixte RG
sur le torrent du
Bouchet,
affluent du Guil**



Spécificités des digues de protection contre les crues (1/2)

19

- ◆ Ouvrages hydrauliques en terre, de faible hauteur (< 6 m), âgés en général ($>>100$ ans), construits en plusieurs phases avec des matériaux variés et comportant souvent des conduites, structures, réseaux enterrés, ...
=> hétérogénéité de la structure de la digue
- ◆ Digue = ouvrages à long linéaire
=> avantage des outils/méthodes à grand rendement pour leur gestion ou leur étude
- ◆ Non en charge de façon permanente, mais en interaction avec un système hydrodynamique et exposés à l'érosion de la rivière lors des crues
=> difficulté de diagnostiquer les fuites, renards, ..
=> risques d'érosion externe
- ◆ Une seule brèche (défaut) suffit à mettre en défaut l'ensemble du système de protection



Spécificités des digues de protection contre les crues (2/2)

20

- ♦ **La digue est un ouvrage de défense soumis aux sollicitations :**
 - ♦ du cours d'eau dont elle protège des crues : poussée et pressions de l'eau, érosions (externe et interne) et surverse
 - ♦ et plus généralement de son environnement (séisme, végétation,)
- ♦ **En cas de rupture, la digue impacte son environnement et ce, plus fortement que l'inondation naturelle**
- ♦ **Bien qu'ouvrage hydraulique de faible hauteur, la digue interagit dans un système complexe (« système d'endiguement »), nécessitant des compétences pluridisciplinaires pour être étudiée**



Enjeux de sécurité autour des digues de protection

- Défaillance d'un élément du système de protection => défaillance de l'ensemble du système
- En cas de défaillance, risque technologique pouvant être très supérieur au risque naturel
- Connaissance des ouvrages :
 - Mal connus : anciens, hétérogènes, oubliés
 - Ouvrages rarement sollicités
- Connaissance des phénomènes :
 - événements naturels (aléas crue, érosion, séisme, ...)
 - mécanismes, scénarios complexes
- "Dispersion" des gestionnaires

Objets introduits par le décret du 12 mai 2015

- **Loi MAPTAM du 27 janvier 2014 → compétence GEMAPI**
- **Loi NOTRE du 07 août 2015 (art. 76) → prise de compétence pour 2018**
- **Décret « digues » du 12 mai 2015 : classement des barrages, des systèmes d'endiguements et des aménagements hydrauliques - Rubrique 3.2.6.0**
- **Le décret introduit de nouvelles notions centrées autour de la zone à protéger:**
 - **une zone exposée au risque inondation est protégée par un système d'endiguement, cohérent hydrauliquement**
 - **aménagement hydraulique (stockage d'eau temporaire)**
- **Arrêtés (inter)ministériels à venir :**
 - « Hauteur - Volume »
 - Crues et séismes (barrages)
 - EDD barrages
 - EDD systèmes d'endiguement – aménagements hydrauliques
 - *Classement et suivi des conduites forcées*
 - *EDD conduites forcées*

Systeme d'endiguement

- Le système d'endiguement est défini par la commune, ou l'EPCI compétent, qui définit la zone protégée et choisit son objectif de protection. La mise en œuvre peut être confiée à d'autres acteurs (Etat, Ets Publics, Syndicats mixtes...)
- Le système est soumis à autorisation avec tout ce que cela implique (respect des prescriptions, modifications niveau de protection soumises à autorisation, etc... maintien du niveau de protection)
- Un système d'endiguement contient : des digues classées (de classe identique au SE), des digues non classées, vannes, stations de pompage (ressuyage), remblais routiers, ferroviaires... (sauf éléments naturels et barrages)
- Hauteur minimale pour être considérée en digue classée : 1,5m (*point de détail ?*)
- Travaux près d'un système soumis à l'accord du gestionnaire
- Définition de la population dans la zone protégée : résidents + population saisonnière / travailleurs / clientèle / fréquentation quotidienne

Objectifs du gestionnaire d'un système d'endiguement

- Définition du niveau de protection : niveau maximal en-deçà duquel la zone protégée est soustraite aux inondations par l'absence de débordements (responsabilité du gestionnaire dégagée au-delà)
- => possibilité de plusieurs niveaux par sous-système au sein d'un système d'endiguement
- Pour les nouveaux systèmes après 2020, exigence d'un niveau de performance minimal (1/200 : systèmes d'endiguement A, 1/100 : B, 1/50 digues C).
 - Obligation de résultats ? obligation de moyens ?

Aménagement hydraulique

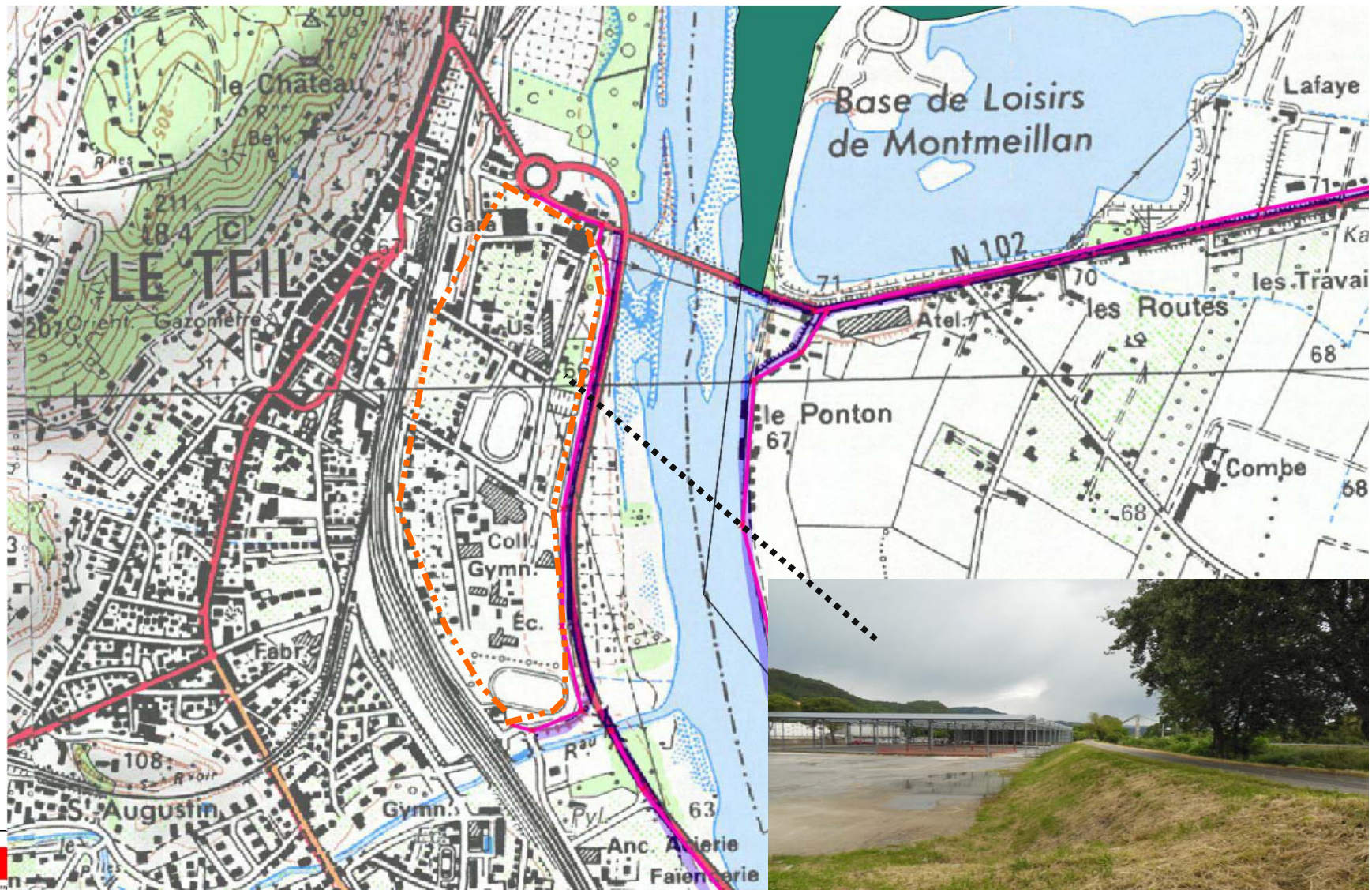
Tout élément concourant à la protection contre les crues (barrages écrêteurs, bassins de rétention, organes de régulation vannés, remblais d'infrastructures de transport, stations de pompage ; mais pas éléments naturels)

- **Même approche que pour les systèmes d'endiguement. Des points restent à clarifier (ex : bassins écrêteurs attenants à des digues).**
- **Interprétation : les barrages écrêteurs C ou D (décret de 2007) peuvent devenir des aménagements hydrauliques de classe C, donc soumis à EDD ; un aménagement hydraulique peut contenir des digues (organisées en système)**
- **Ouvrages de correction torrentielle exclus du décret du 12 mai 2015 (seuils de fond, épis latéraux). Peuvent être toutefois concernés par le décret : digues latérales, plages de rétention des embâcles et du transport solide, dans les zones à enjeux.**

Comment constituer un système d'endiguement

1. Analyse de la zone inondable au regard des limites géographiques de(s) EPCI à fiscalité propre concerné(s)
2. Connaissance des digues existantes classées ou non (avec l'appui des services de l'État)
3. Connaissance des autres obstacles artificiels à l'écoulement des eaux (futurs ouvrages « contributifs » à la prévention des inondations)
4. Esquisse du(des) schéma(s) de protection envisageables à court terme
5. Évaluation des évolutions possibles (à moyen et long terme), éventuellement
6. Concertation avec la population
7. Discussions avec les propriétaires des digues publiques existantes et des autres ouvrages publics susceptibles de faire partie du futur système d'endiguement
8. Approche des propriétaires privés d'ouvrages ou de terrains nécessaires
9. Établissement des conventions de « mise à disposition » en application de l'art. L.566-12-1, engagement des procédures de « mise en servitude » en application de l'art. L.566-12-2
10. Finalisation du projet de système d'endiguement (étude de dangers du système d'endiguement explicitant son fonctionnement et ses performances)
11. Engagement de la procédure de mise en conformité (obtention de l'autorisation administrative dans le cadre de la loi sur l'eau)

Quelques exemples



PRÉFET
DE LA RÉGION
RHÔNE-ALPES

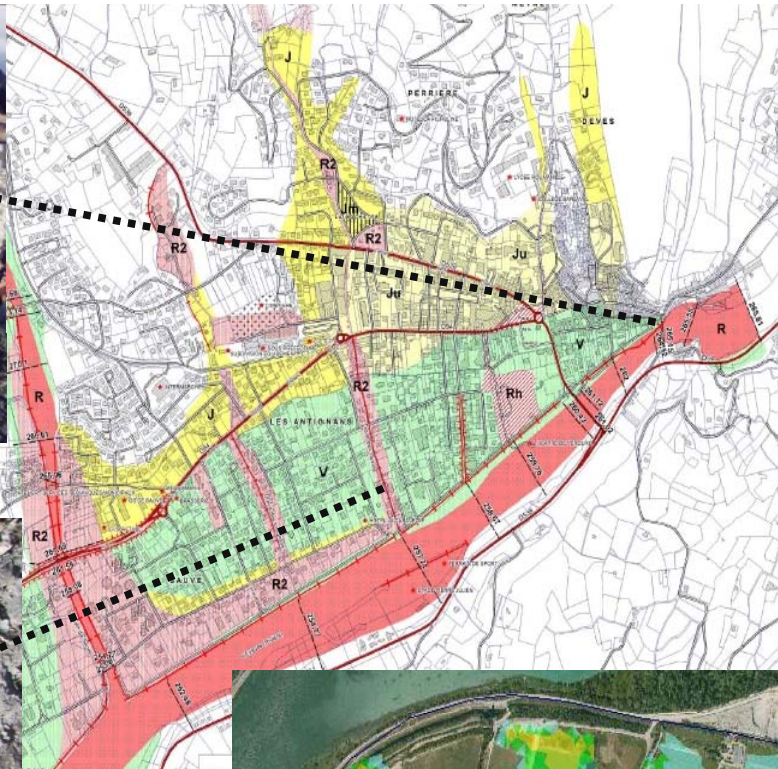
Digue du Frayol (Le Teil – 07)
Fermeture amont du système par la RN102

Confluence Rhône/Doux (07)

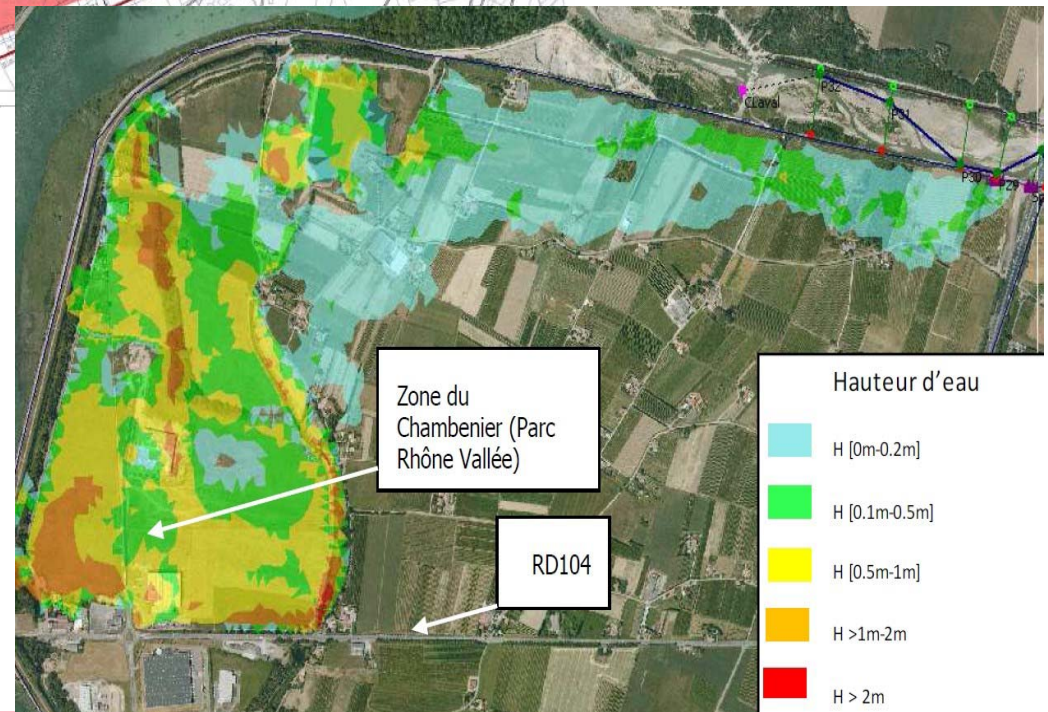


DE LA REGION
RHÔNE-ALPES





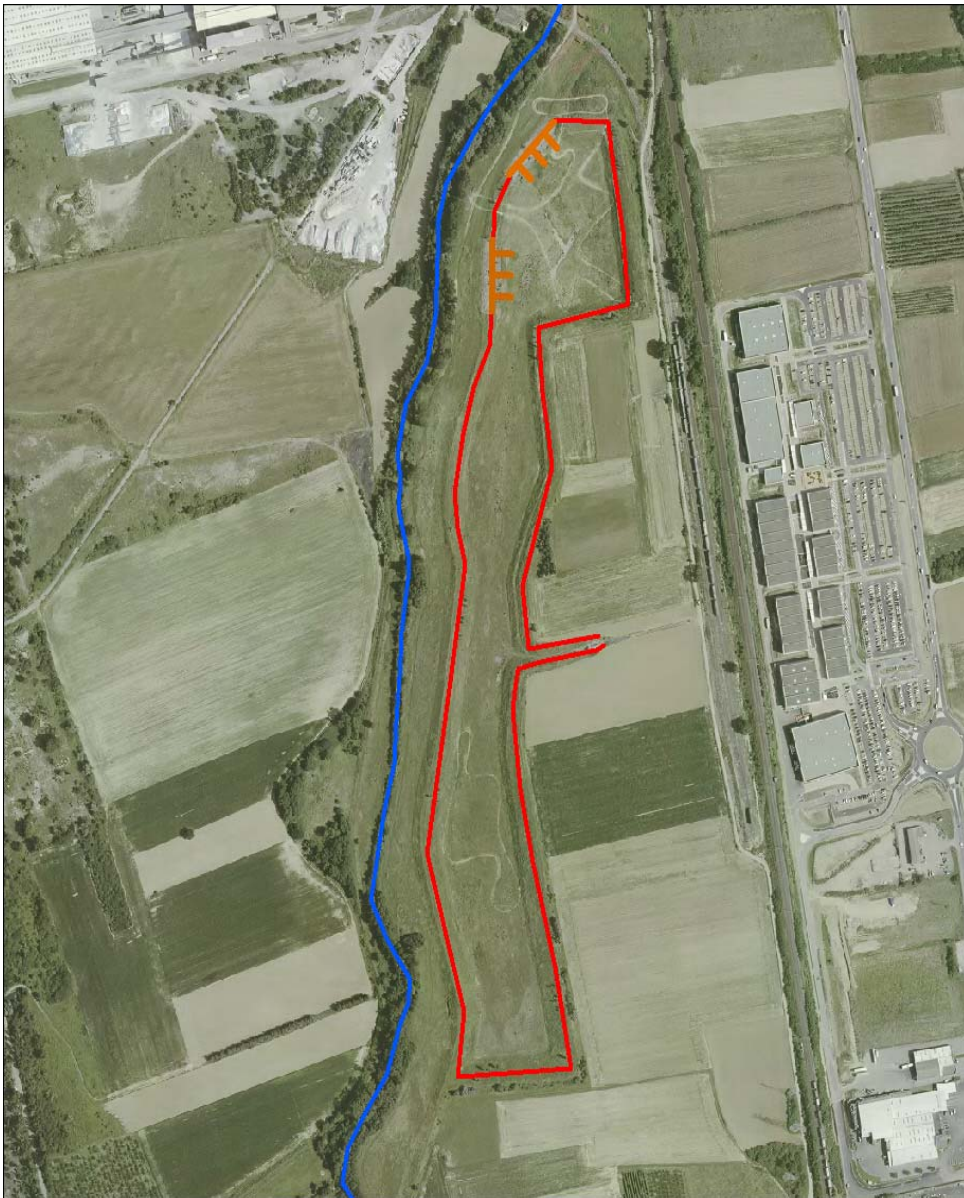
PPR de Nyons (Eygues) et
cartographie des digues :
intégrer les affluents au système



PRÉFET
DE LA RÉGION
RHÔNE-ALPES

ZAC de Chambenier, confluence Drôme/Rhône

Brèches et onde de submersion
Influence aménagement CNR + remblai routier



Bassin écrêteur D de Mercurol (26) sur la Burge, endommagé en novembre 2013

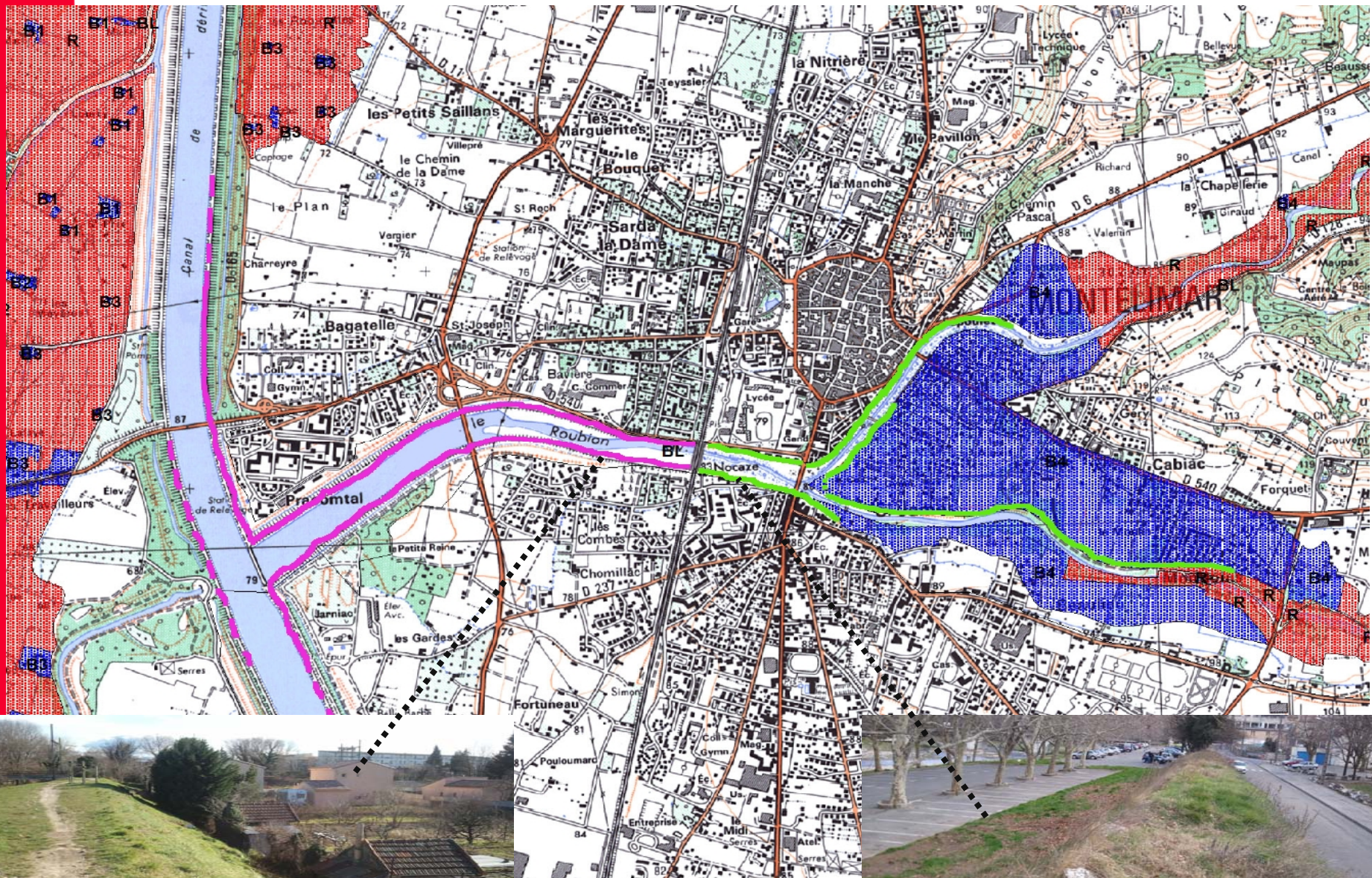


Salaise-sur-Sanne (38) - Diques + bassin écrêteur



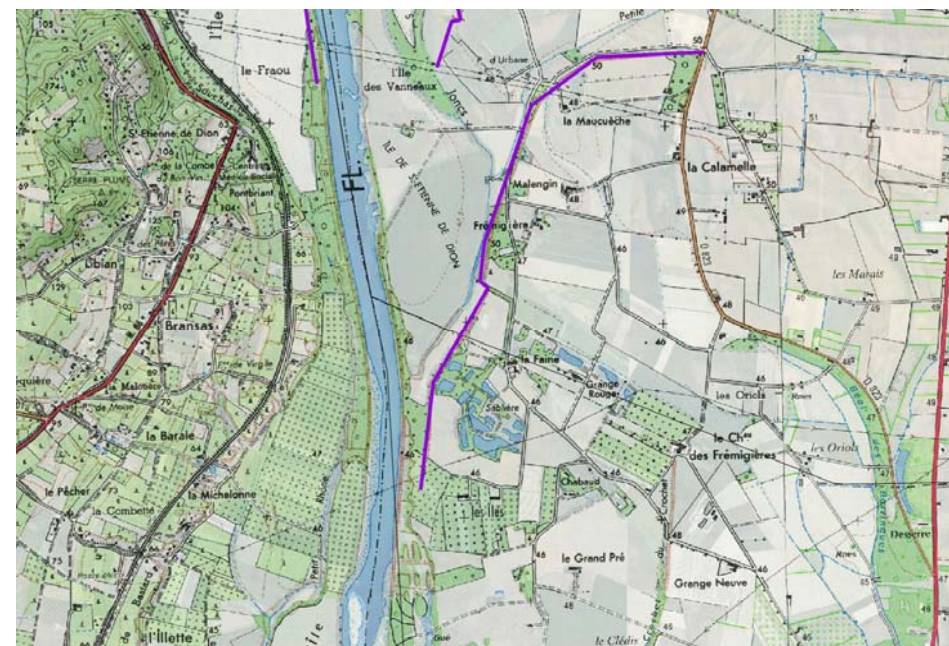
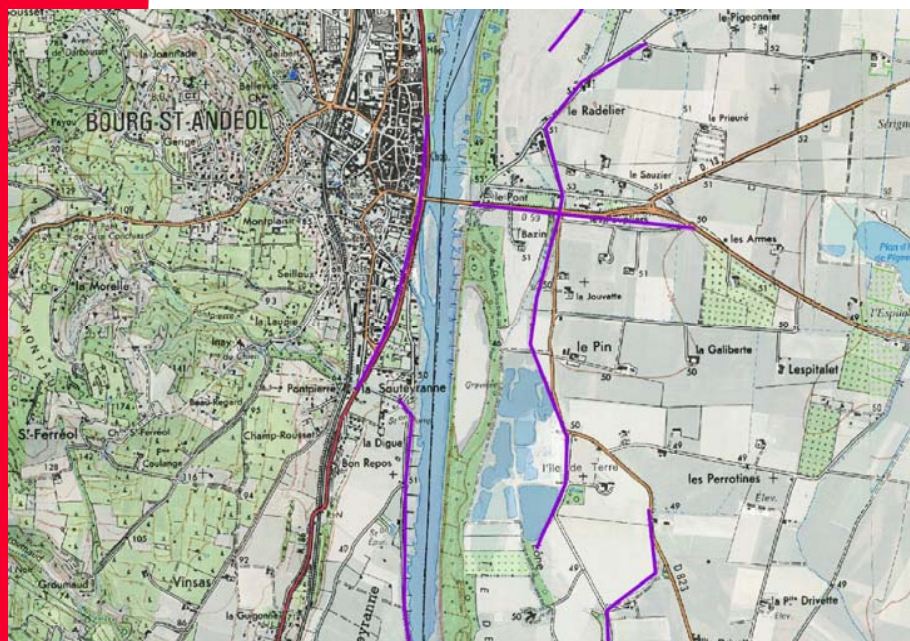
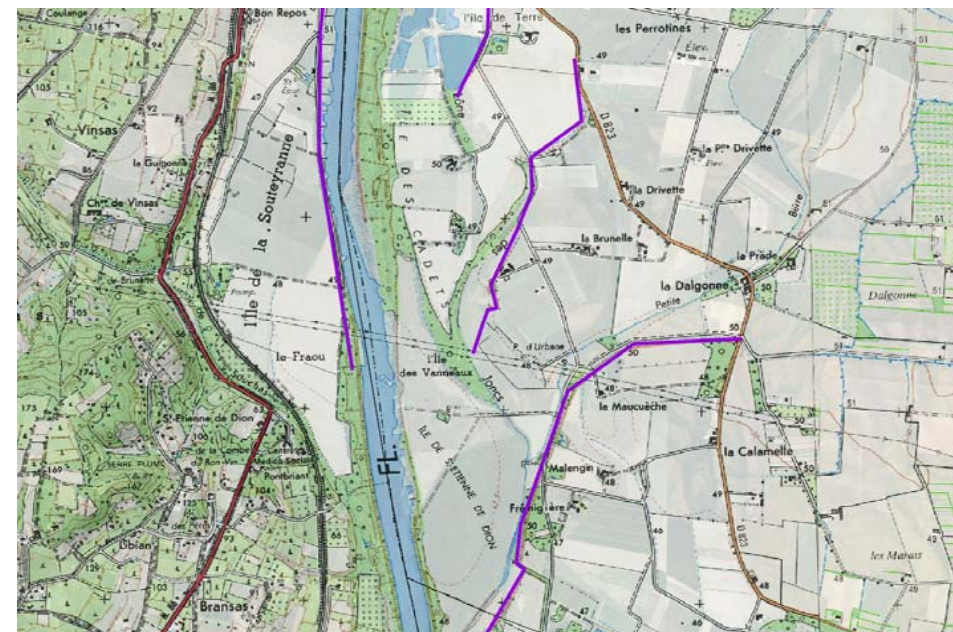
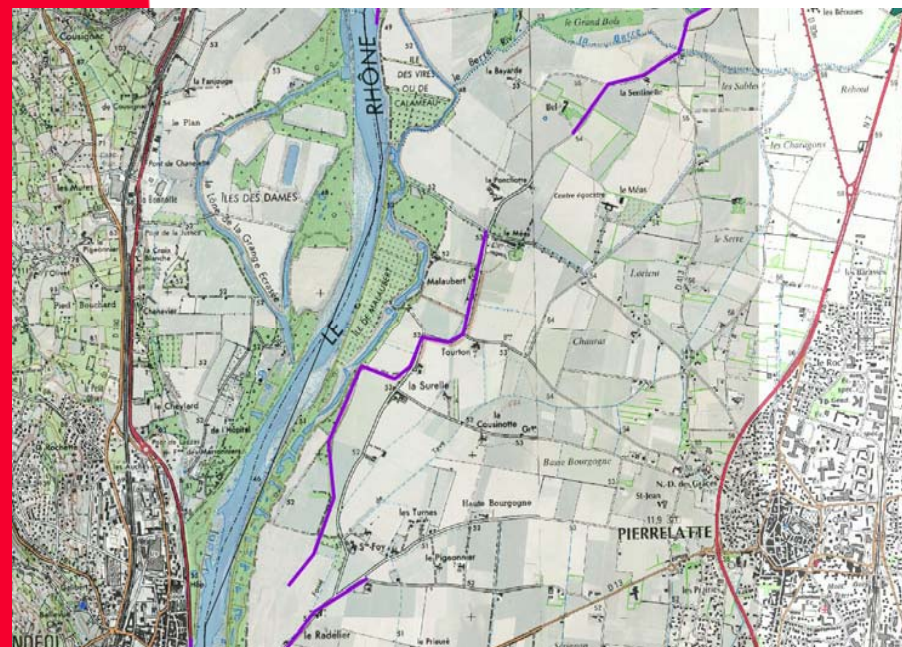
PRÉFET
DE LA RÉGION
RHÔNE-ALPES

Aménagements hydrauliques ?



Montélimar (26)
Fermeture du système sur la
digue « barrage » CNR





PRÉFET
DE LA RÉGION
RHÔNE-ALPES

Pierrelatte (26)
Digues discontinues (en arête de poissons)

Décret du 12 mai 2015

- **Classes des systèmes d'endiguement (et digues incluses) et des aménagements hydrauliques :**

Classe A	> 30.000 personnes
Classe B	3.000 à 30.000
Classe C	30 à 3.000

- **Intégration des digues existantes, classées, à un système d'endiguement autorisé (arrêté complémentaire, Qprotection, population de la ZP, EDD, EI, Coderst)**
- **Etude de dangers pour tous les systèmes d'endiguement et aménagements hydrauliques (Arrêté EDD prévu début 2016) – Rôle central des EDD**
- **Nécessité d'étudier une crue exceptionnelle (compatibilité avec le PGRI)**
- **Neutralisation (administrative) des ouvrages non régularisés ?**

Délai : début 2021 (A, B), 2023 (C)
(→ autorisations antérieures caduques)

Obligations selon les classes

- **Dossier technique**
- **Documents décrivant l'organisation mise en place par le gestionnaire pour exploiter, entretenir, surveiller. + consignes (pour l'autorisation)**
- **Registre de l'ouvrage**
- **Rapports de surveillance et d'auscultation (arrêté prévu)**
- **VTA, fonctionnement des organes de sécurité**
- **Diagnostic approfondi (digues), exhaustif (barrages : ETC)**
- **EDD (fusionnée avec la revue de sûreté)**
- **Surveillance de la 1ère mise en eau : obligatoire pour les barrages A et B, conseillée pour les barrages écrêteurs**

Mise en conformité

- **Objectif : => s'assurer de l'efficacité et du niveau de sûreté des systèmes d'endiguement**
- **Processus :**
 - => Un dossier simplifié est transmis au Préfet par le gestionnaire « Gemapien » si au moins une digue est aujourd'hui autorisée**
 - => Le Préfet valide par arrêté complémentaire, notamment la liste des digues (et ouvrages annexes)**
 - => sinon dépôt d'une nouvelle autorisation**
- **Délais : dépôt avant fin 2019 pour A et B, 2021 pour C.
(à défaut, autorisations antérieures caduques dès début 2021 (A et B) et début 2023 (C))**
- **Digues Etat : délai supplémentaire de 10 ans pour la mise en compatibilité**

Autorisations de travaux

(Sur la base des articles 30 et 31 du décret «dignes» du 12 mai 2015 cadrant la phase transitoire)

- si l'une des digues de l'ouvrage hydraulique a été classée selon les critères du décret de 2007 : on peut continuer d'autoriser des travaux au titre de l'antériorité (ancienne 3.2.6.0)
- si la digue n'a pas été classée il y a 2 solutions :
 - soit la commune prend la compétence GEMAPI
 - soit une intercommunalité prend la compétence GEMAPI

Le dossier doit comprendre ce qui est demandé pour les systèmes d'endiguement.

Point sensible vis-à-vis des financements PAPI / PSR...

Réglementation applicable

- Circulaire du 28 mai 1999 (recensement des ouvrages)
- Circulaire ISP du 6 août 2003
- Décret du 11 décembre 2007 (sûreté des ouvrages hydrauliques)
- Arrêté du 29 février 2008
- Circulaire du 11 janvier 2010 (organisation du contrôle de la sûreté des ouvrages hydrauliques)
- Arrêté du 12 juin 2008 (plan des études de dangers)
-
- Lien avec la réglementation « risques naturels » :
 - PSS, AZI, PER, PPR, cartographie réglementaire, décret aléa
 - DCS DICRIM, IAL, information préventive
 - Repères de crue (30 juillet 2003)
 - PCS (loi de modernisation de la sécurité civile, août 2004)

De la protection à la prévention

- Loi de 1807 : loi sur la responsabilité des riverains sur l'entretien des berges et la construction d'ouvrages de protection.
- Inondations catastrophiques de 1840, 1856
- Lettre de Napoléon III du 19 juillet 1856 au ministre de l'Agriculture
- Circulaire du 26 juillet 1856, du ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics
- Loi du 28 mai 1858

Et encore :

PSS - Plans des Surfaces Submersibles

1955 : Code de l'urbanisme, art. R111-3

1982: PER – Plans d'Exposition aux Risques

1995: PPR – Plans de Prévention des Risques

2003 : circulaire ISP

2007: décret du 11 décembre sur la sécurité des ouvrages hydrauliques ...

Directive Inondation, Plans de Gestion des Risques d'Inondation

En guise de conclusion ...

39

- Aboutissement des évolutions amorcées depuis 1999 : les digues de protection sont dotées d'un dispositif réglementaire gradué (A, B, C, D), similaire à celui des barrages, insistant :
 - sur la qualification des intervenants (agrément)
 - sur la formalisation avant / pendant / après (organisation, consignes, rapports, compte-rendus)
 - sur l'obligation de surveillance, d'entretien, d'évaluations réguliers (visites, VTA, diagnostic, EDD, ...)
- Distinction claire entre :
 - les responsabilités du gestionnaire des ouvrages
 - la mission de l'Etat : contrôler que le gestionnaire assume correctement ses obligations
- Il reste des notions techniques à stabiliser ...