



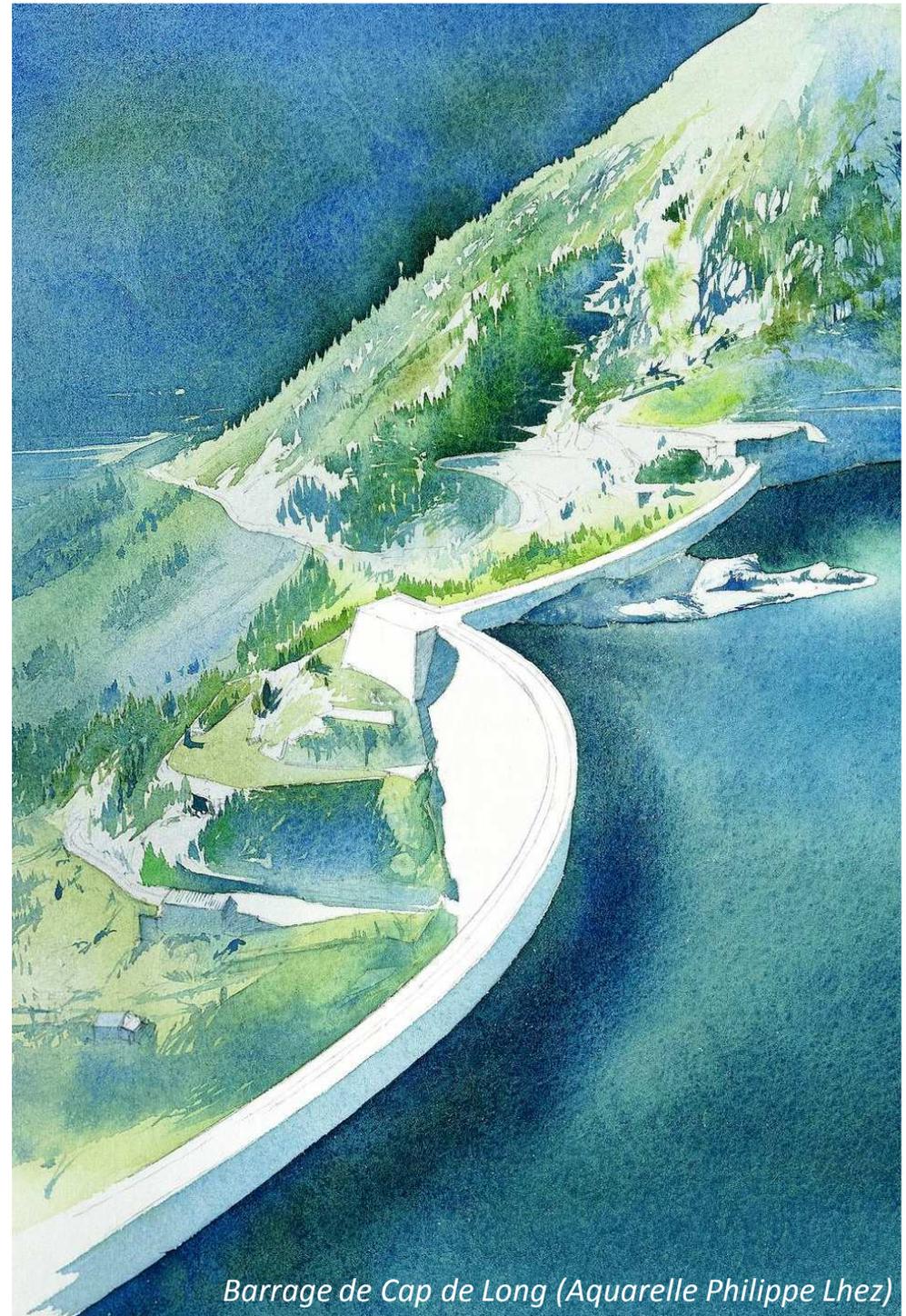
Thème : Instrumentation et surveillance des fondations:
tenue à moyen et long terme

Interaction entre comportement hydraulique et géologie Barrage de la Ganguise

Eric VUILLERMET (BRL ingénierie)

Bernard COUTURIER (CTPBOH)

Colloque CFBR – Fondations des Barrages
8 et 9 avril 2015 – Chambéry



Barrage de Cap de Long (Aquarelle Philippe Lhez)

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION

2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

GEOLOGIE LOCALE

LITHOLOGIE

APPUI RIVE DROITE DU BARRAGE



3. INTERACTION GEOLOGIE – CONCEPTION DE L'ETANCHEITE

ETANCHEITE EN RIVE

COMPLEMENT

4. INTERACTION GEOLOGIE – AUSCULTATION DE L'APPUI

DISPOSITIF D'AUSCULTATION

COMPORTEMENT : ANALYSE ET PREVISION

OBSERVATIONS

5. BILAN ET PERSPECTIVE

INTRODUCTION

■ Le barrage de la Ganguise en quelques mots

- Barrage en remblai avec noyau limoneux et recharges marno-gréseuses
- Conception du barrage pour une construction en deux phases
- Phase 1: 1977-1979
- Phase 2: surélévation de 6 m de 2003 à 2005 – MEE: 2005-2011



■ Et en quelques chiffres

- Hauteur: 27 m → 33 m
- Volume de remblai: 69000m³ → 1 270 000 m³
- Volume de la retenue: 21 Mm³ → 42 Mm³



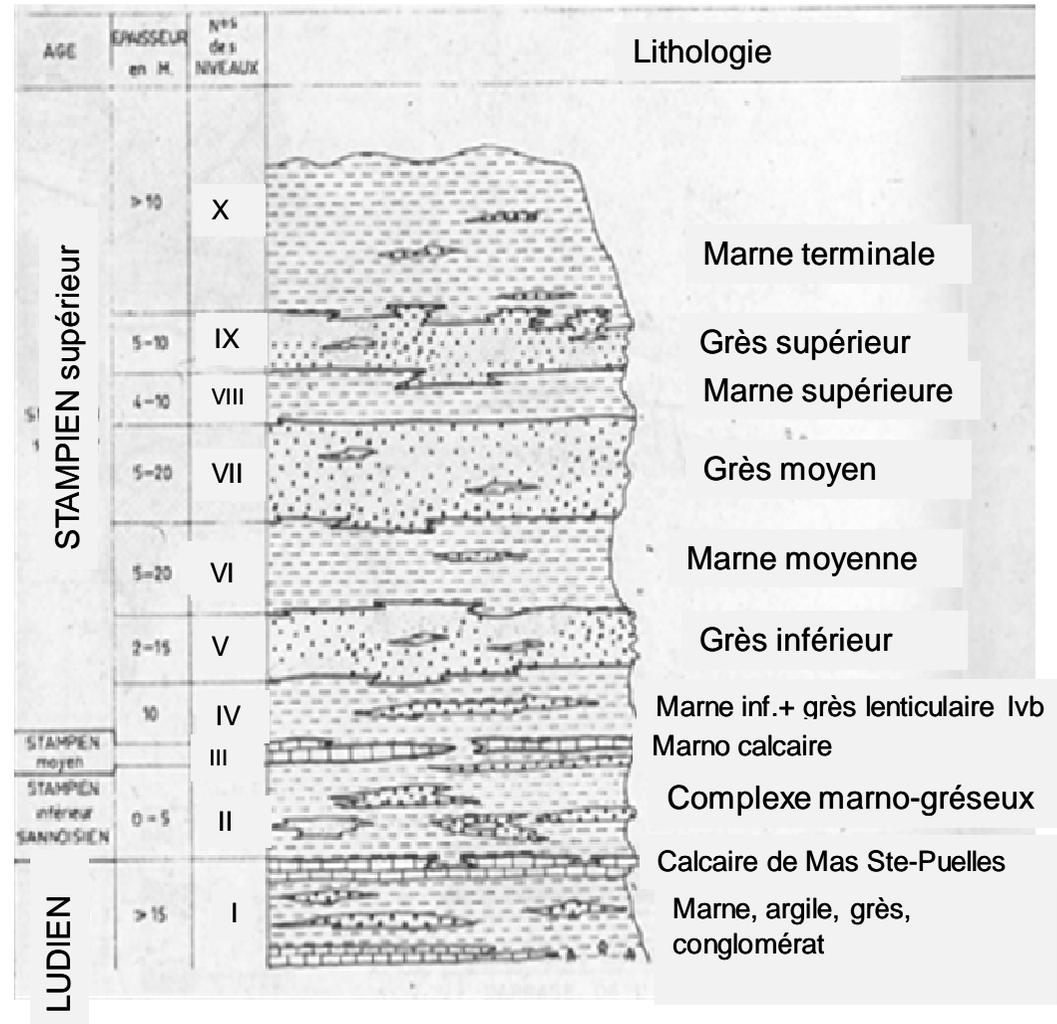
CONTEXTE GEOLOGIQUE

La géologie locale

- Partie Sud-Est du bassin d'Aquitaine
 - ❖ Remplissage d'un golfe à la fin du Tertiaire à la fois par des formations marines, et par des formations continentales
 - ❖ Le remplissage du secteur d'étude provient essentiellement du démantèlement de la chaîne des Pyrénées à l'Oligocène a donné naissance à des molasses

La lithologie locale

- Alternance assez régulière de marnes, grès, sables (10 niveaux définis lors des études de Paul Marinos 1968)
 - ➔ Alternance de niveaux perméables et de niveaux imperméables



CONTEXTE GEOLOGIQUE

■ La lithologie du site

- Stratigraphie subhorizontale
- Alternance de marnes (niveaux pairs) et grès (niveaux impairs)
- Présence de deux niveaux détritiques de perméabilité potentiellement élevée au droit des fondations en rive du barrage
 - ❖ Niveau V: grès, sables +/- argileux et galets (formation lenticulaire),
 - ❖ Localement en rive droite Niveau IVb: grès lenticulaire à l'intérieur des marnes (IV)



CONTEXTE GEOLOGIQUE

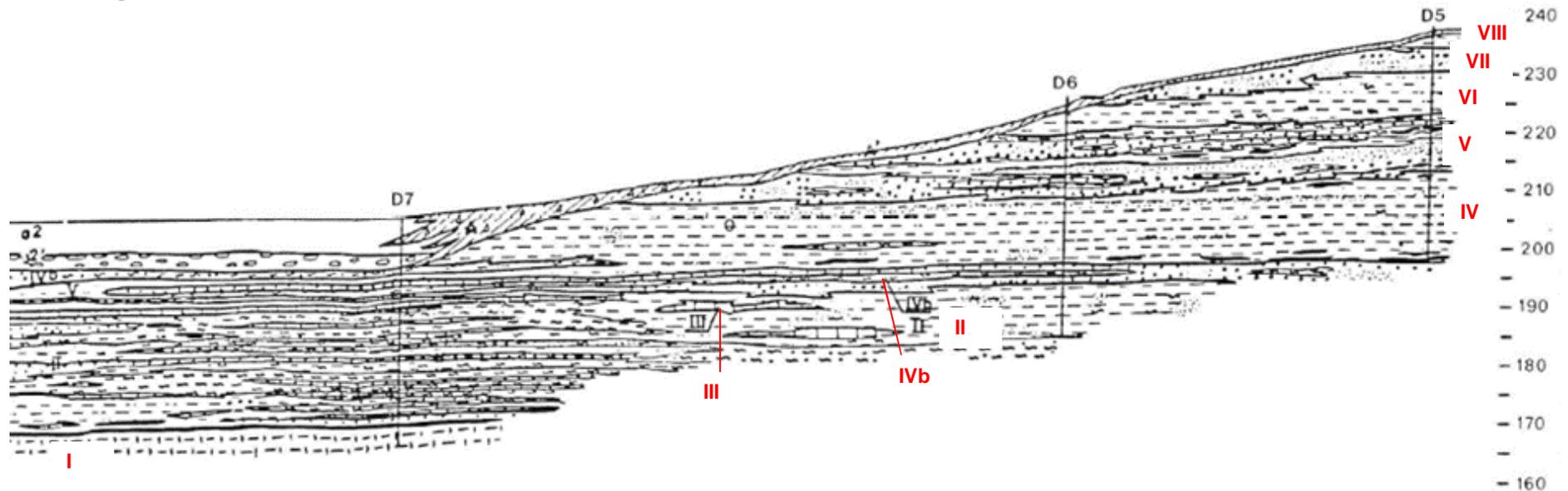
▪ L'appui rive droite du barrage

LITHOSTRATIGRAPHIE

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| I: Marno-calcaires et marnes | V: « Grès » inférieur |
| II: Complexe marno-gréseux | VI: « Marne » moyenne |
| III: Marno-calcaire | VII: « Grès » moyen |
| IV « Marne » inférieure | VIII: « Marne » supérieure |
| IVb: « Grès » lenticulaire | IX: « Grès » supérieur |

Rive gauche

Rive droite



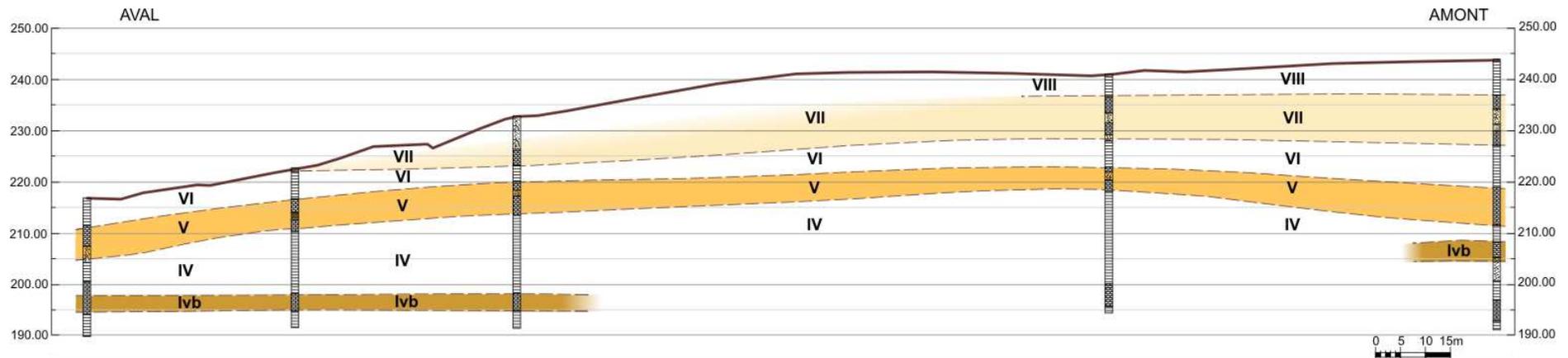
FACIES

	Altération et remaniement		Grès		Marne argileuse plus ou moins détritique
	Altération et éboulis		Sable		Marne argileuse
	Alluvions supérieures		Marne argileuse gréseuse		Argile plastique, Argile rouge brique plus ou moins plastique
	Alluvions inférieures		Marne argileuse légt sableuse		Marno-calcaire plus ou moins argileux
	Conglomérats et grès		Marne argileuse très détritique		Alternances marno-calcaire et marne argileuse détritique

CONTEXTE GEOLOGIQUE

■ L'appui rive droite du barrage

- Possibilité coté amont d'alimentation par la retenue des niveaux « perméables »
- Une morphologie de l'appui au large étroit pouvant faciliter des circulations vers un talweg



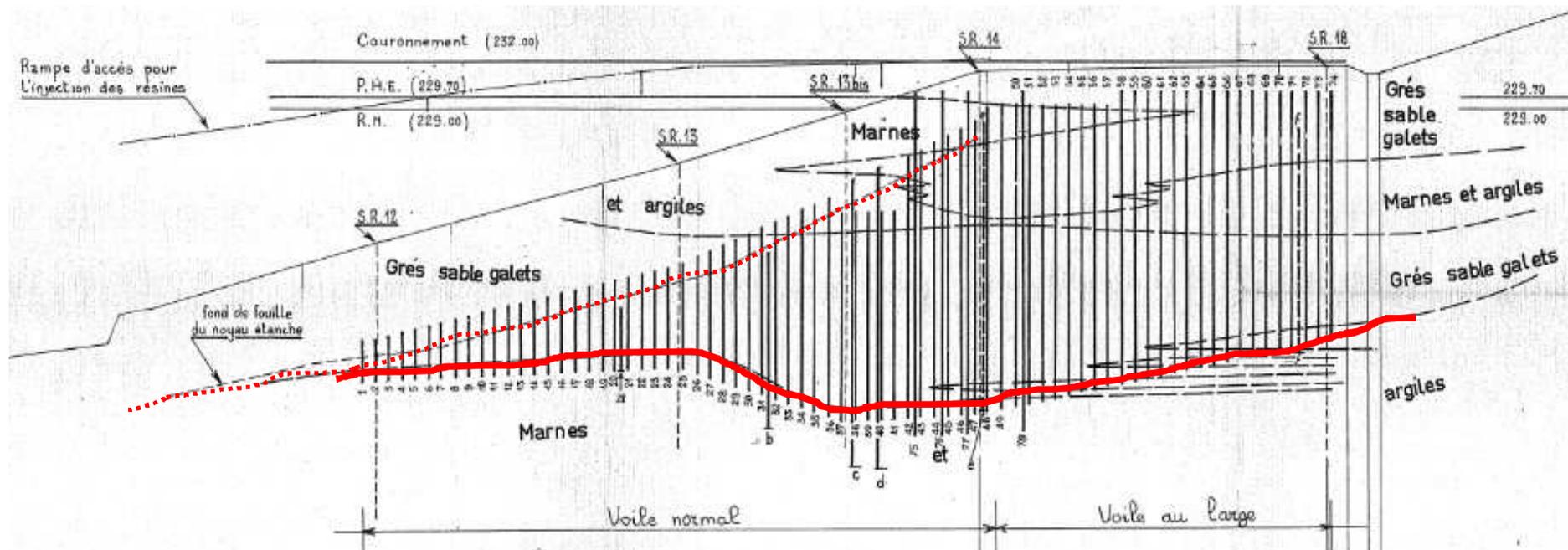
INTERACTION GEOLOGIE - CONCEPTION DE L'ETANCHEITE

■ Introduction

- Problématique d'étanchéité des appuis
- Difficulté de traiter un massif hétérogène
- Travail du géologue: définir la géométrie des étanchéités

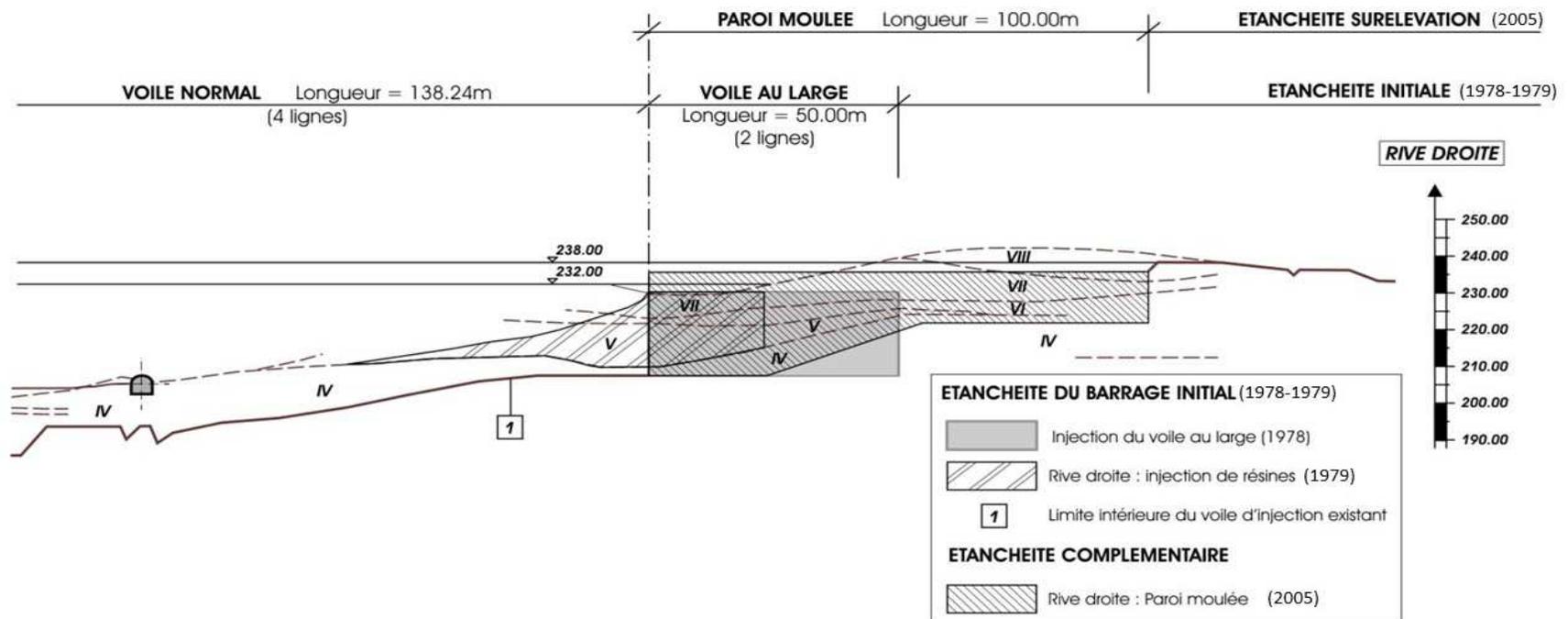
■ Dispositif initial de l'étanchéité en rive (1978-1979)

- Voiles d'injection: Ciment / Gel de silicate + localement Résine
- 2 lignes – 10 à 22 m de profondeur → ancrage dans des marnes – $S = 2\ 800\ m^2$ -



INTERACTION GEOLOGIE – CONCEPTION DE L'ETANCHEITE

- **Dispositif d'étanchéité en rive dans le cadre de la surélévation**
 - Retour d'expérience des injections : difficultés de traiter par injection
 - ➔ Choix de paroi moulée ($e = 1\text{m}$, $S = 1930\text{ m}^2$, béton plastique)



INTERACTION GEOLOGIE – CONCEPTION DE L'ETANCHEITE

■ Dispositifs complémentaires

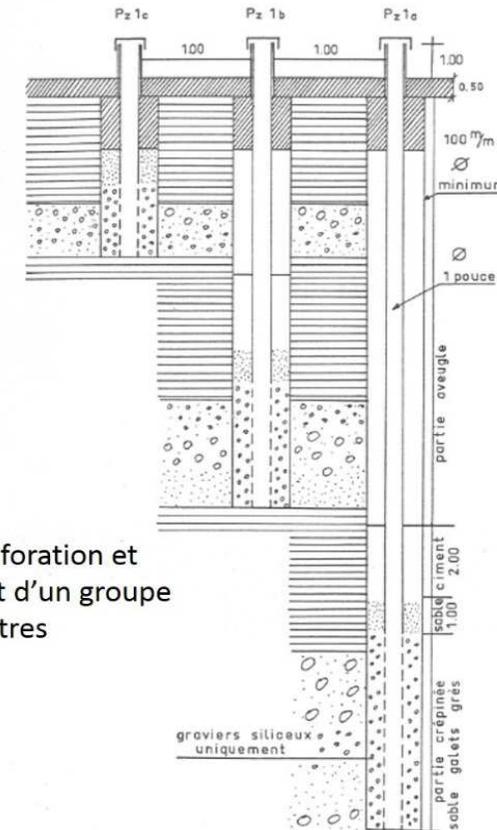
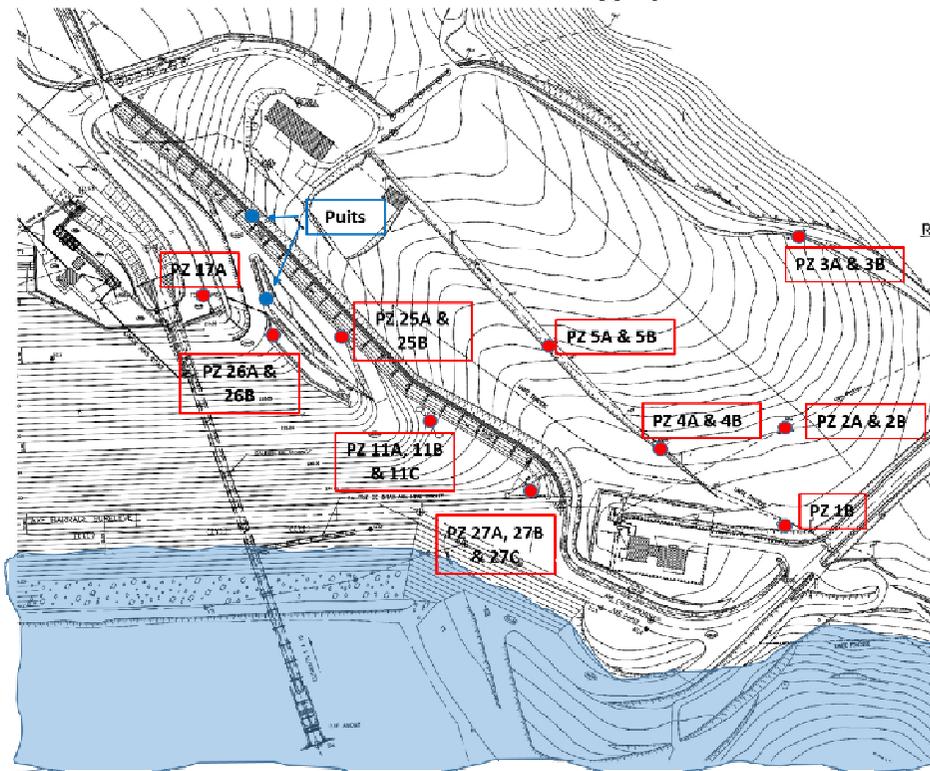
- Gestion du risque d'érosion interne au droit des affleurements aval des formations perméables V et IVb
- ➔ Placage drainant
- ➔ Puits de décharge en rive



INTERACTION GEOLOGIE - AUSCULTATION DE L'APPUI

Dispositifs d'auscultation

- Auscultation au droit de l'appui et au large
- Réseaux de piézomètres (20) auscultant les divers niveaux lithologiques



Principe de foration et équipement d'un groupe de piézomètres



INTERACTION GEOLOGIE – AUSCULTATION DE L'APPUI

■ Comportement: Analyse et prévision

- Analyse statistique (charge hydraulique, saison, temps, et Pluie) + Etude de la réponse de la nappe captive IVb aux fluctuations saisonnières de la retenue

➔ Observations

- Des familles de comportement hydraulique
- Des comportements associés à la nature lithologique de l'horizon ausculté
 - Sensible à très sensible à la charge hydraulique des niveaux IVb et V
 - Sensible à la pluie
 - Sensible à l'effet saisonnier avec une tendance à l'augmentation dans le temps (IVb)

➔ Prévisions en stade étude

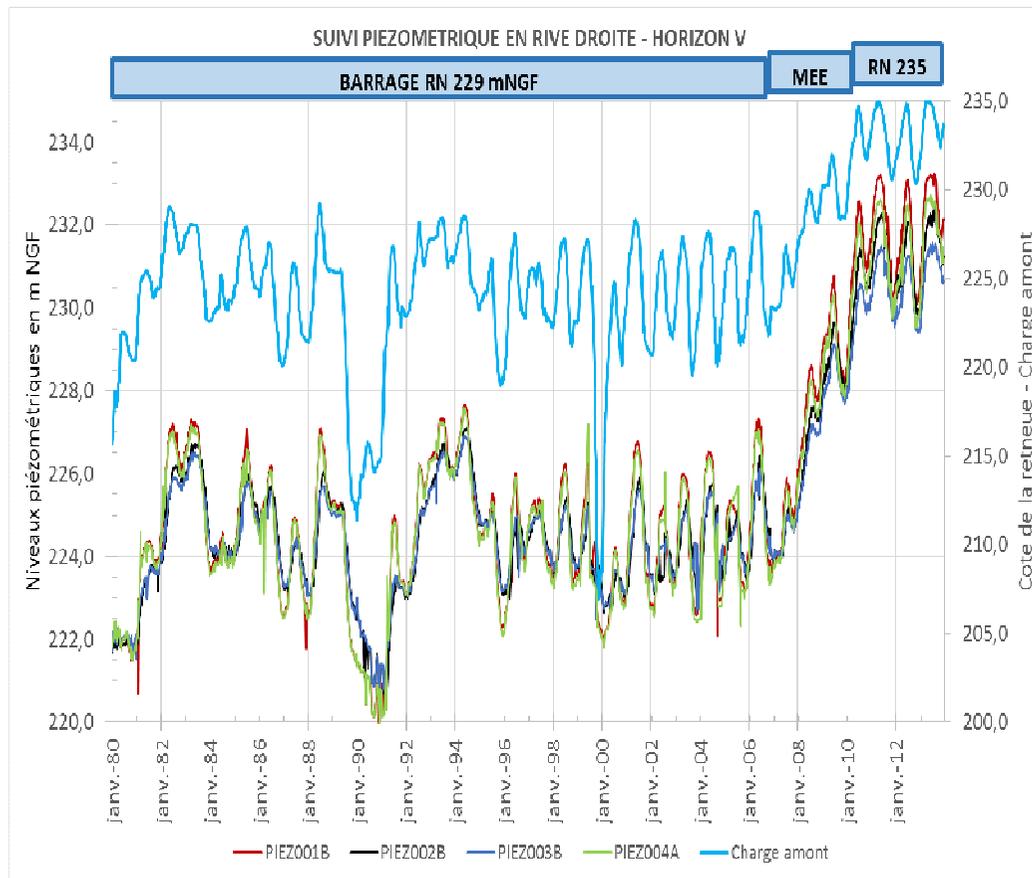
- Modification de la charge amont: + 9 m
- Modification des conditions aux limites notamment des exutoires (V)

➔ **Hausse de la piézométrie (pour une retenue à RN) : de + 0 à + 9m**

INTERACTION GEOLOGIE – AUSCULTATION DE L'APPUI

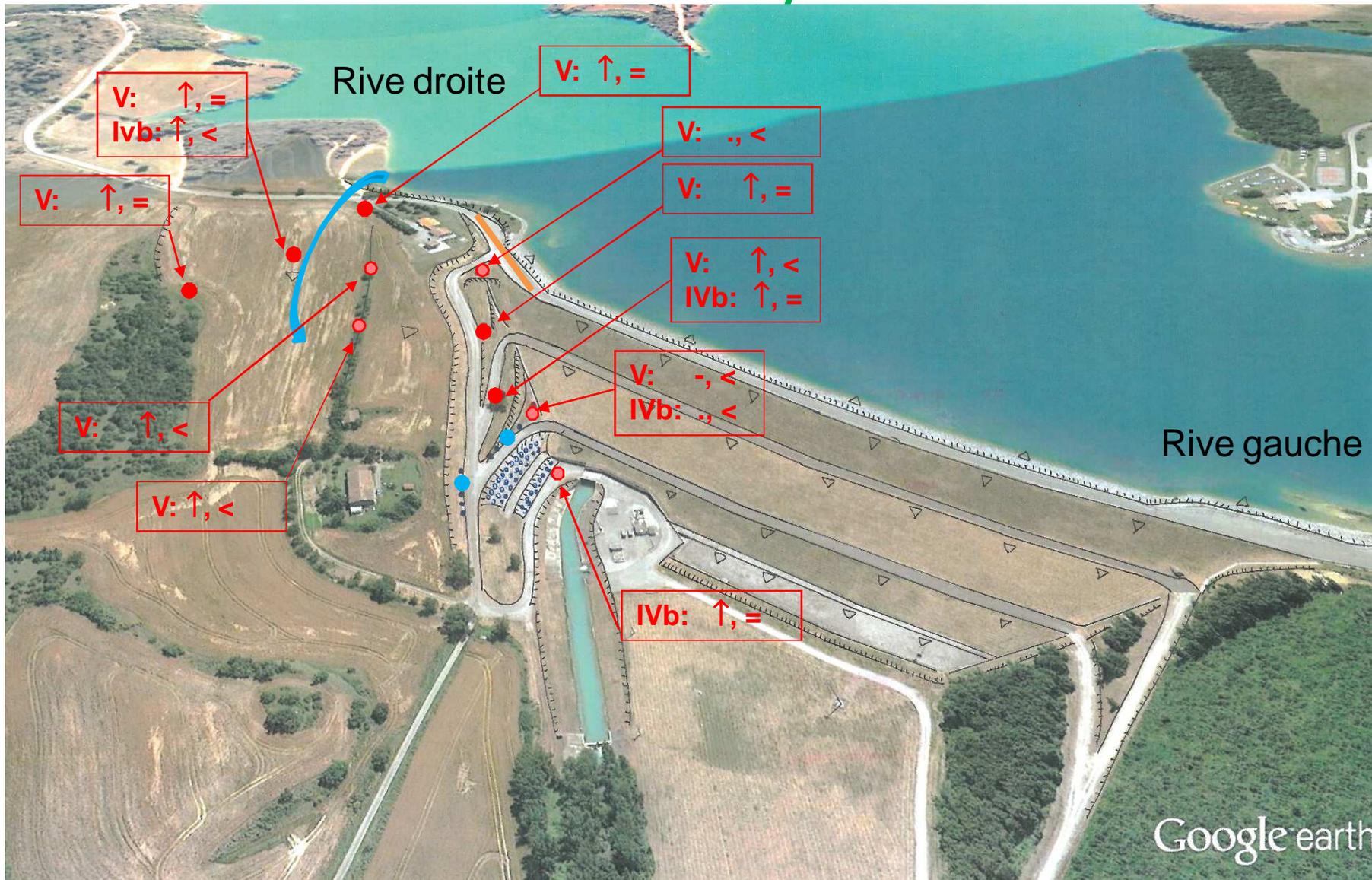
Comportement: Observations

- Exemple de l'horizon V: Augmentation constatée voisine des prévisions



Piézomètre	Niveau lithologique ausculté	Cote théorique atteinte pour 235	Niveau moyen observé pour RN 235
2a	IVb	234,1	232,1
3a	IVb	233,6	231,96
5a	IVb	?	225,86
11a	IVb	?	220,54
12a	IVb	218,1	voir 25a
13a	IVb	220,2	voir 26a
17a	IVb	205,5	débitant
1b	V	232,4	232,05
2b	V	231	231,32
3b	V	230,5	230,69
4a	V	232,8	231,49
5b	V	227	222,99
11b	V	220	220,32
12b	V	220,3	voir 25b
13b	V	212,7	voir 26b
11c	VII	227,5	227,43
Nouveaux piézomètres			
27a	V		231,83
27b	VI		230,83
27c	VII		232,68
25a	IVb	218,1	218,7
26a	IVb	220,2	212,37
25b	V	220,3	218,85
26b	V	212,7	211,43

BILAN ET PERSPECTIVE: Synthèse



BILAN ET PERSPECTIVE

- **Nécessité d'avoir un modèle géologique des fondations pertinent (et donc avoir l'analyse d'un géologue)**

Surtout dans des contextes lithologiques « complexes »

→ Apport dans l'identification des risques

→ Apport dans la conception des étanchéités / dispositifs complémentaires

→ Apport dans le suivi comportemental

- ❖ Définition du dispositif d'auscultation

- ❖ Compréhension du modèle hydraulique

- **Cas de notre barrage:**

- Intérêt des prévisions qui ont orienté la conception et le suivi

- Maintien d'une surveillance spécifique



MERCI