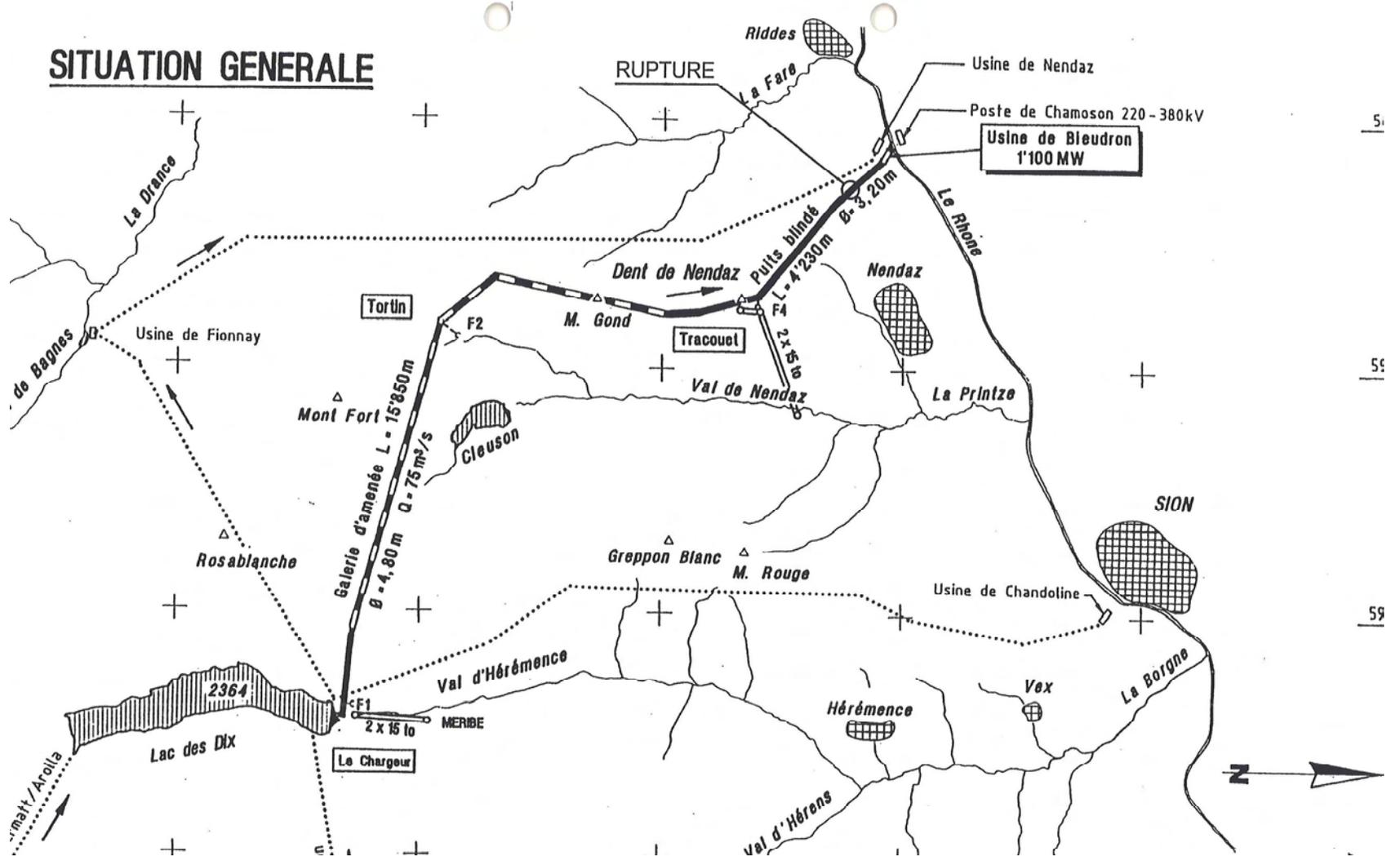
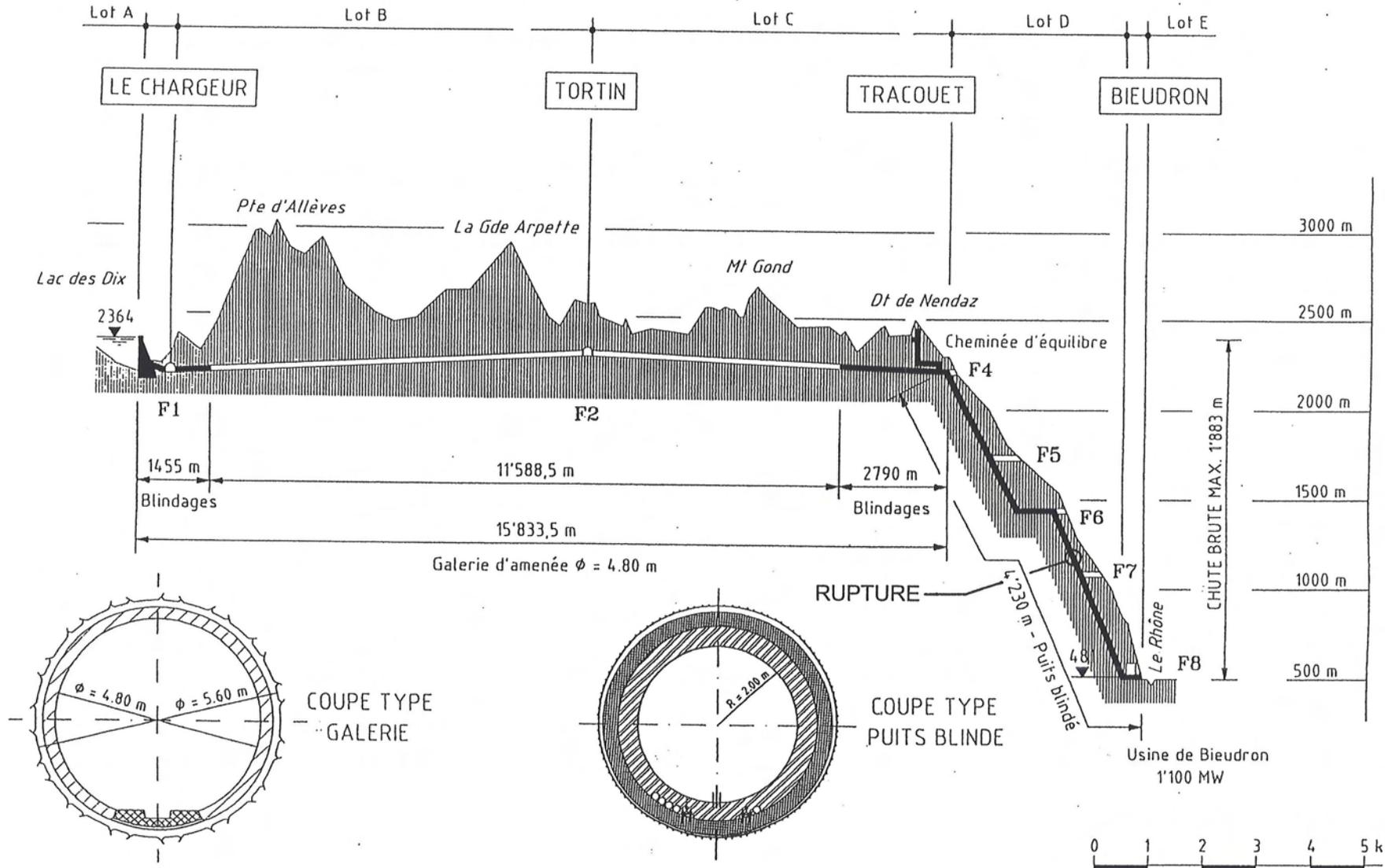


**RUPTURE ET REPARATION  
DE LA  
CONDUITE EN CHARGE  
DE  
CLEUSON-DIXENCE**

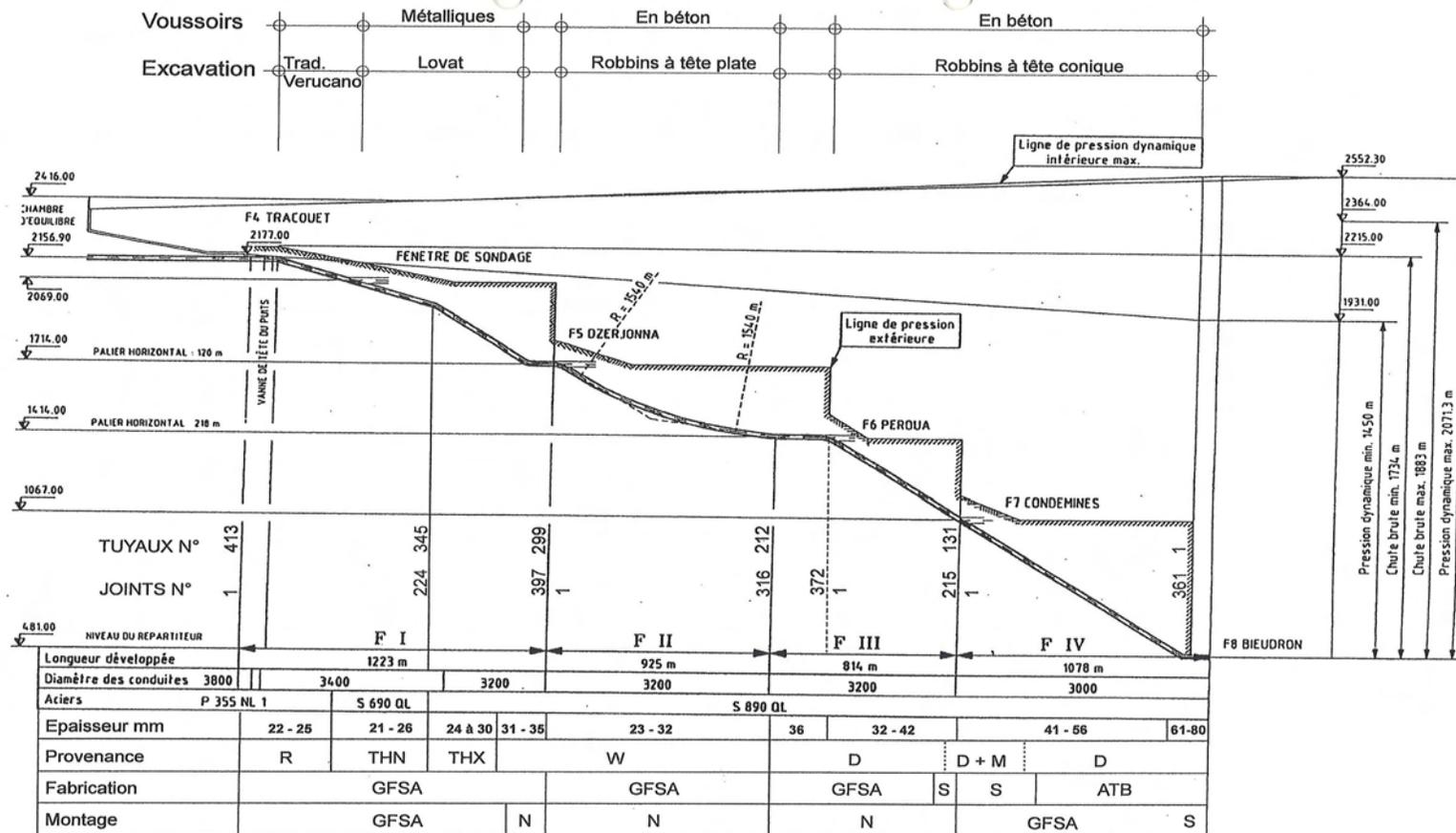
# PLAN GENERAL



# PROFIL EN LONG



# PRESSION DANS LA CONDUITE



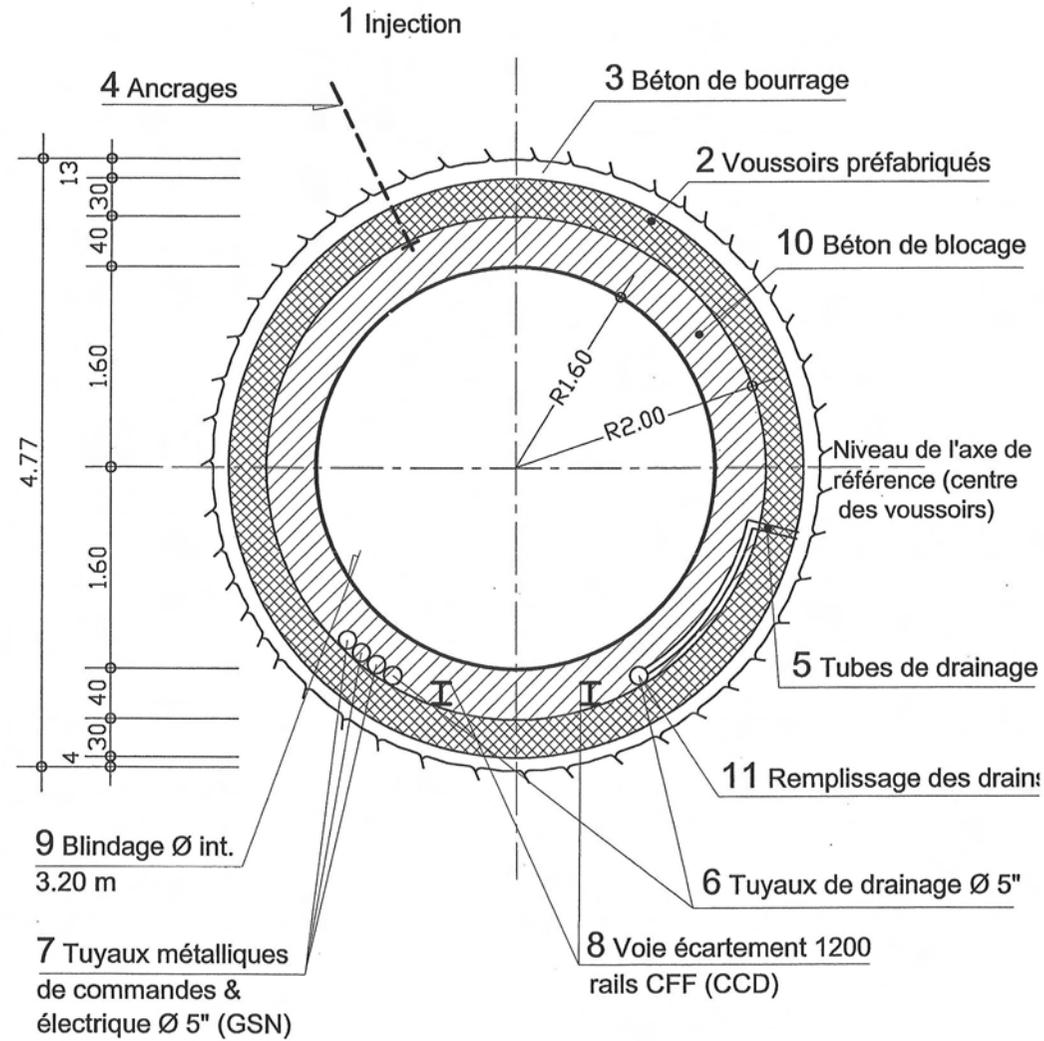
## LEGENDE :

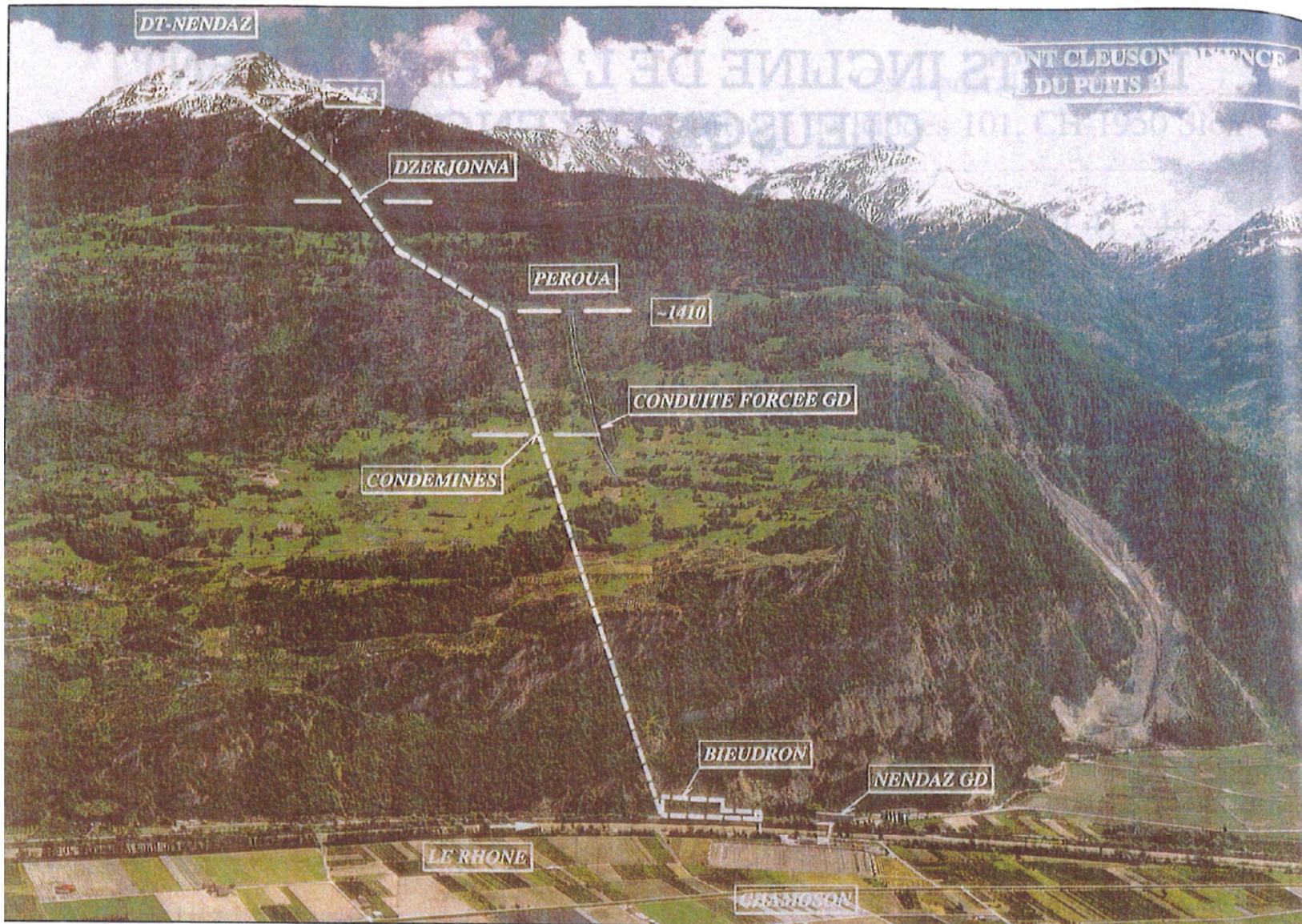
GFSA : GIOVANOLA FRERES SA  
 S : SULZER HYDRO AG  
 N : NEYRPIIC - GEC ALSTHOM  
 ATB : ACCIAIERIA E TUBIFICIO DI BRESCIA

R : RAUTARUUKKI  
 THN : THYSSEN (N-A -XTRA M70)  
 THX : THYSSEN (XABO - 890)

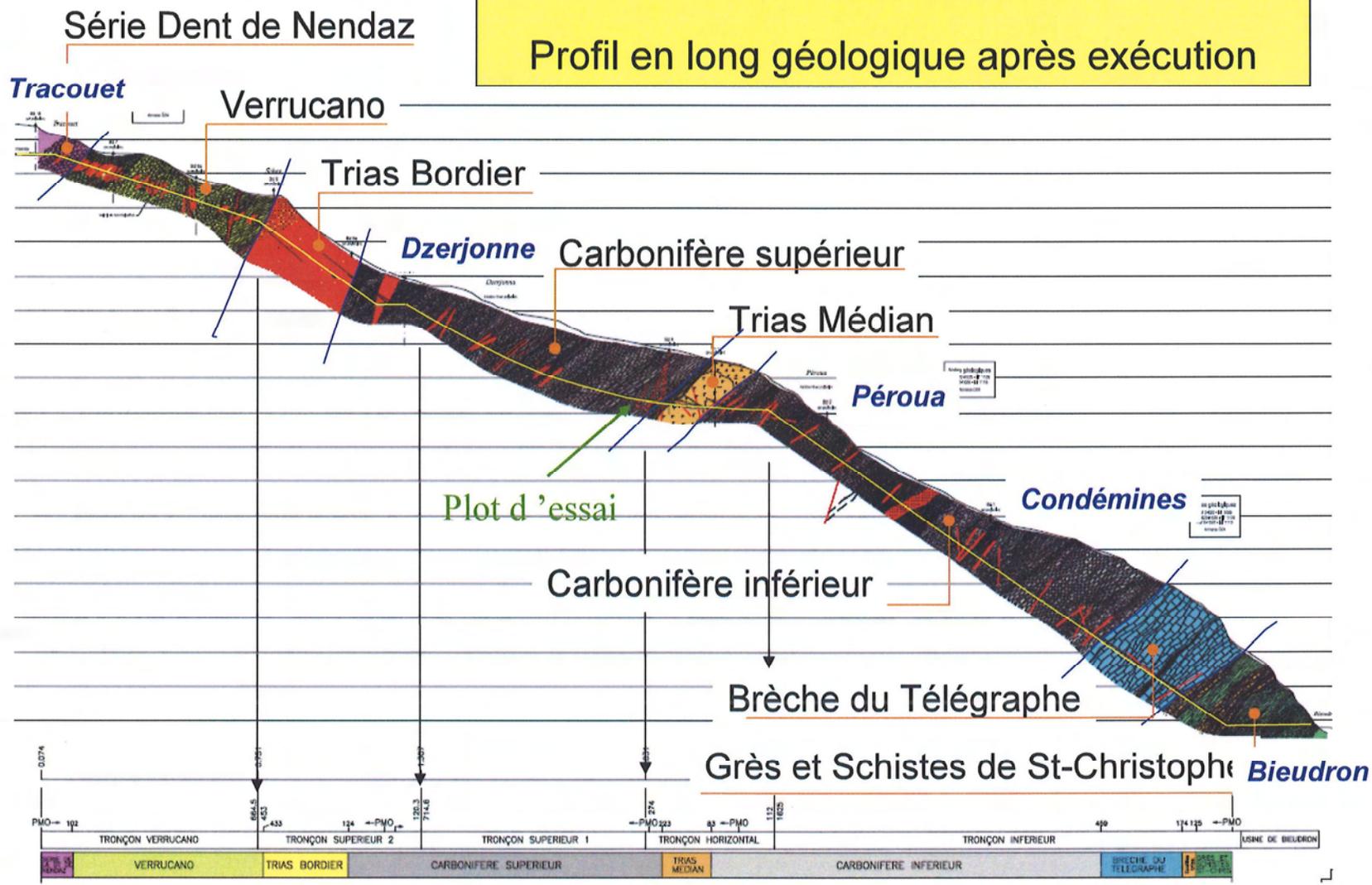
W : SSAB - OXELOSUND (Weldox 900E)  
 D : DILLINGEN (Dillimax 890T)  
 M : MITSUI (Sumiten 950) Tuyaux 101 à 127.

Éléments constituant du puits blindé  
Profil type 1:50





**CD – Puits de chute**  
**Profil en long géologique après exécution**

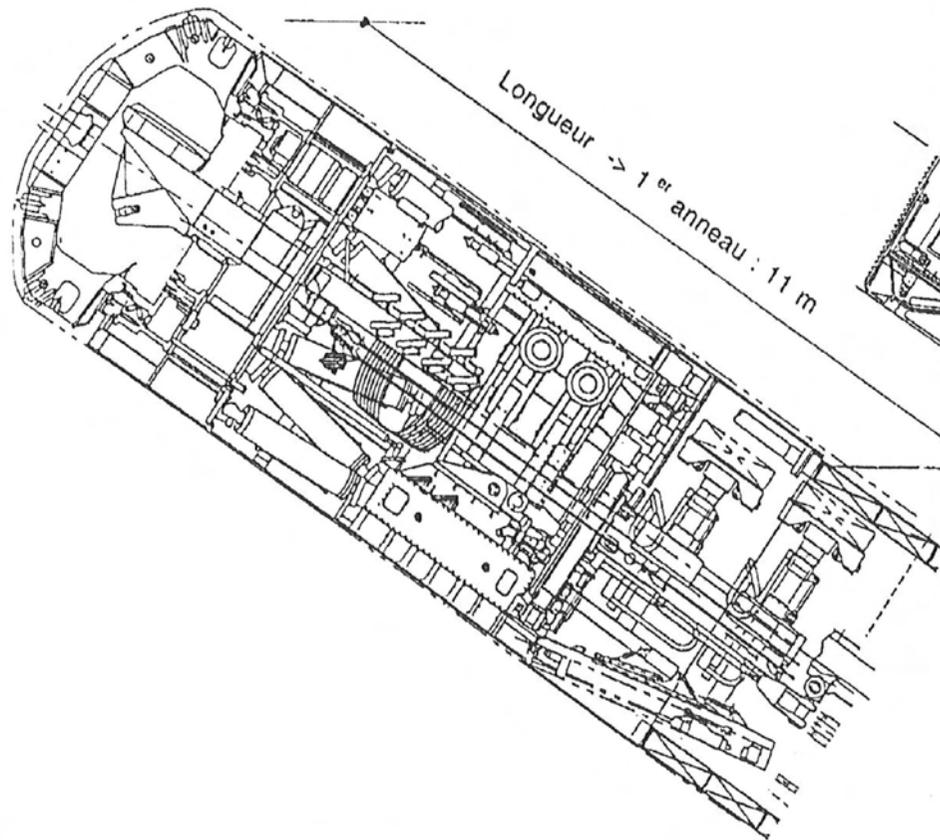


REALISATION DE  
L'AMENAGEMENT  
1989-1998

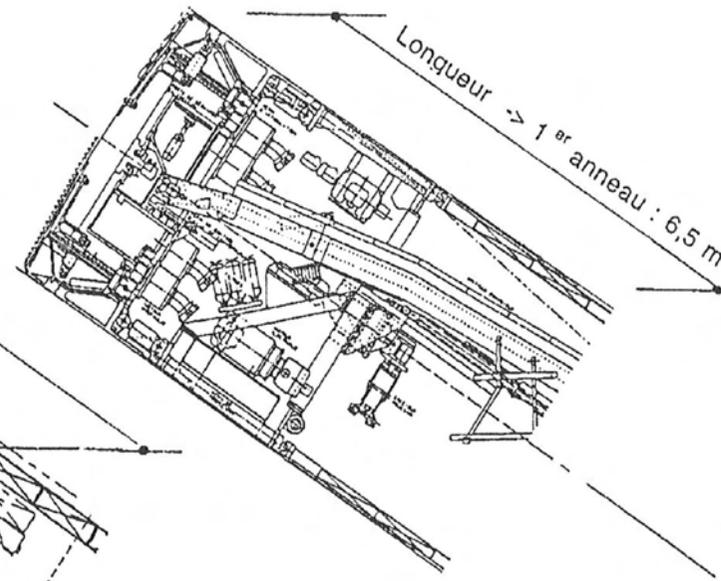
REALISATION DE L'AMENAGEMENT  
CREUSEMENT DE LA GALERIE  
AU TUNNELIER  
AOUT1994-NOVEMBRE1996

# TYPES DE TUNNELIER

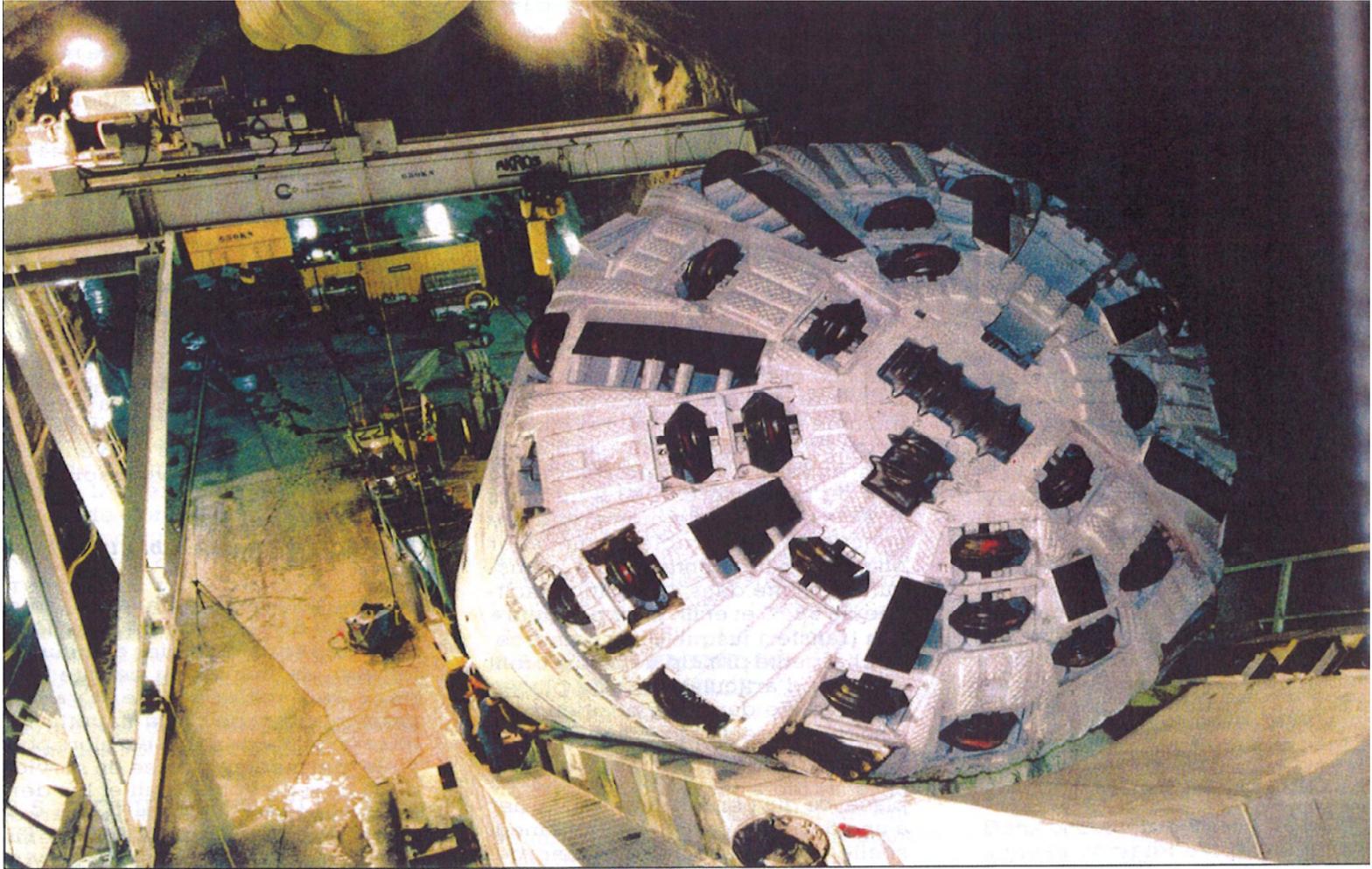
TUNNELIER DOUBLE JUPE (ROBBINS)



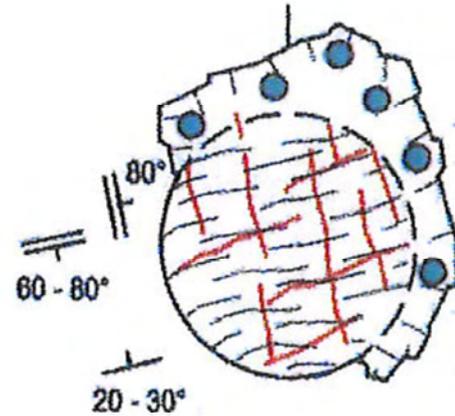
TUNNELIER MONO JUPE (LOVAT)



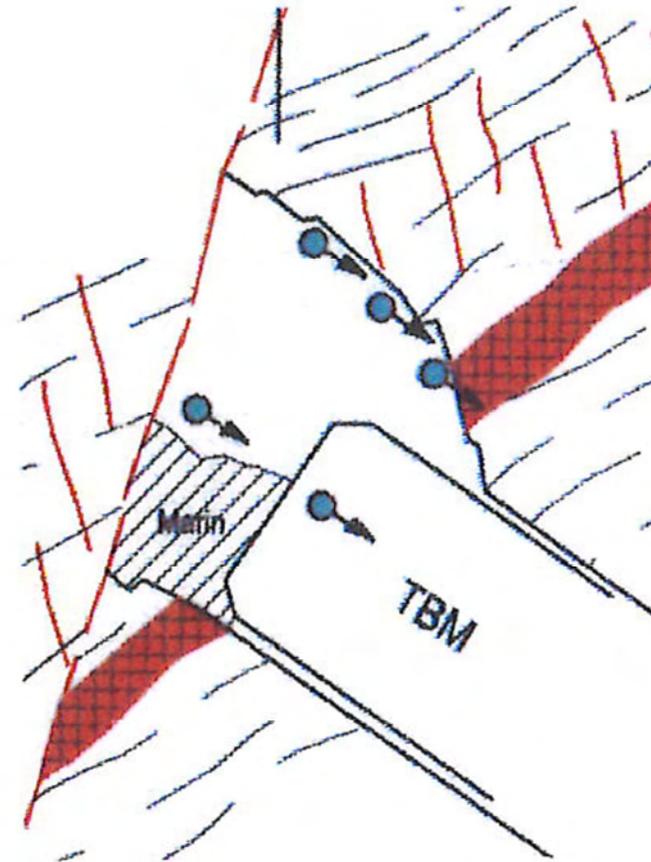
# TUNNELIER ROBBINS



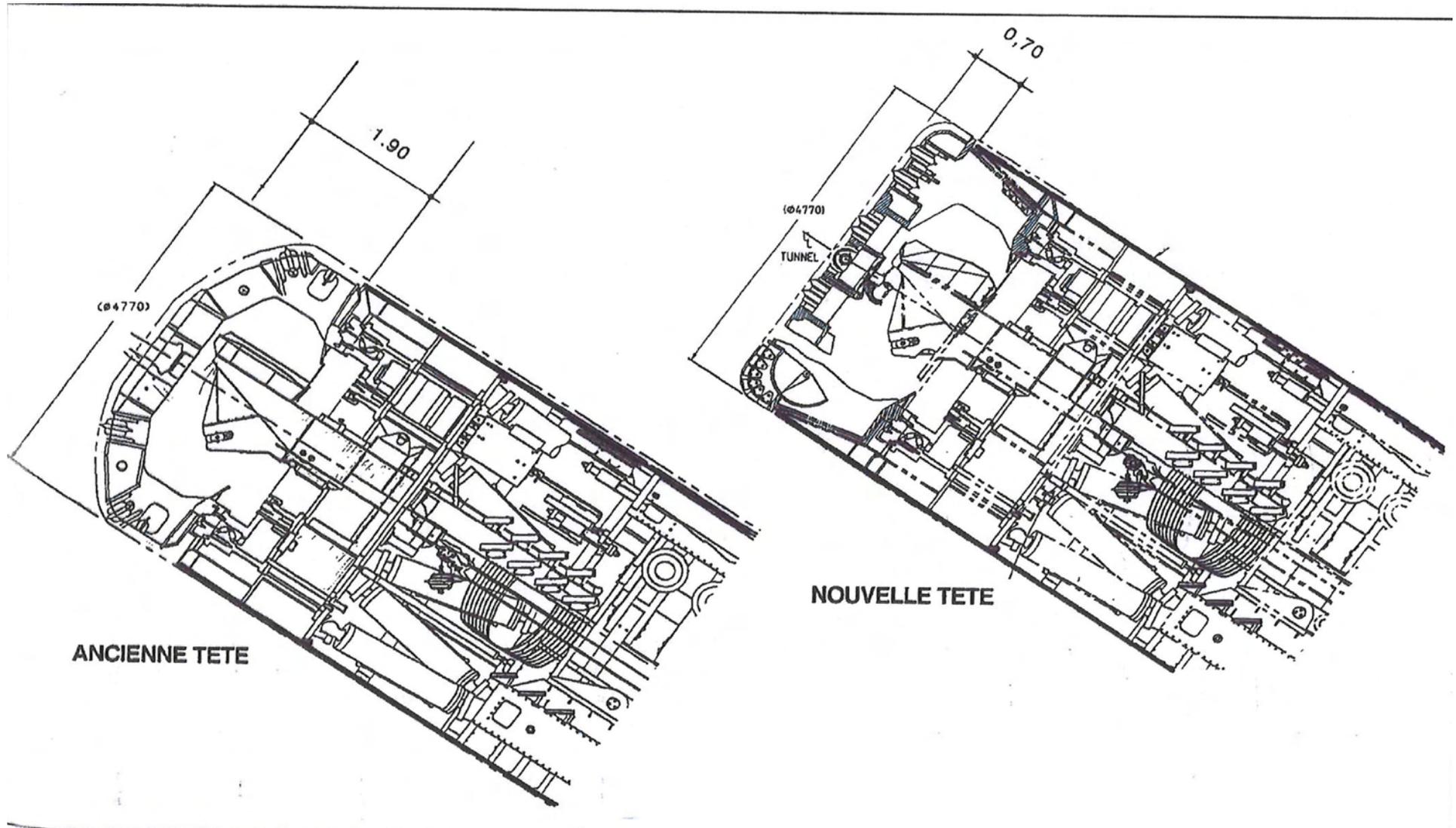
# INSTABILITE DU FRONT



*Type de rupture observée dans le Carbonifère Inférieur dans le rocher aquifère très fracturé*

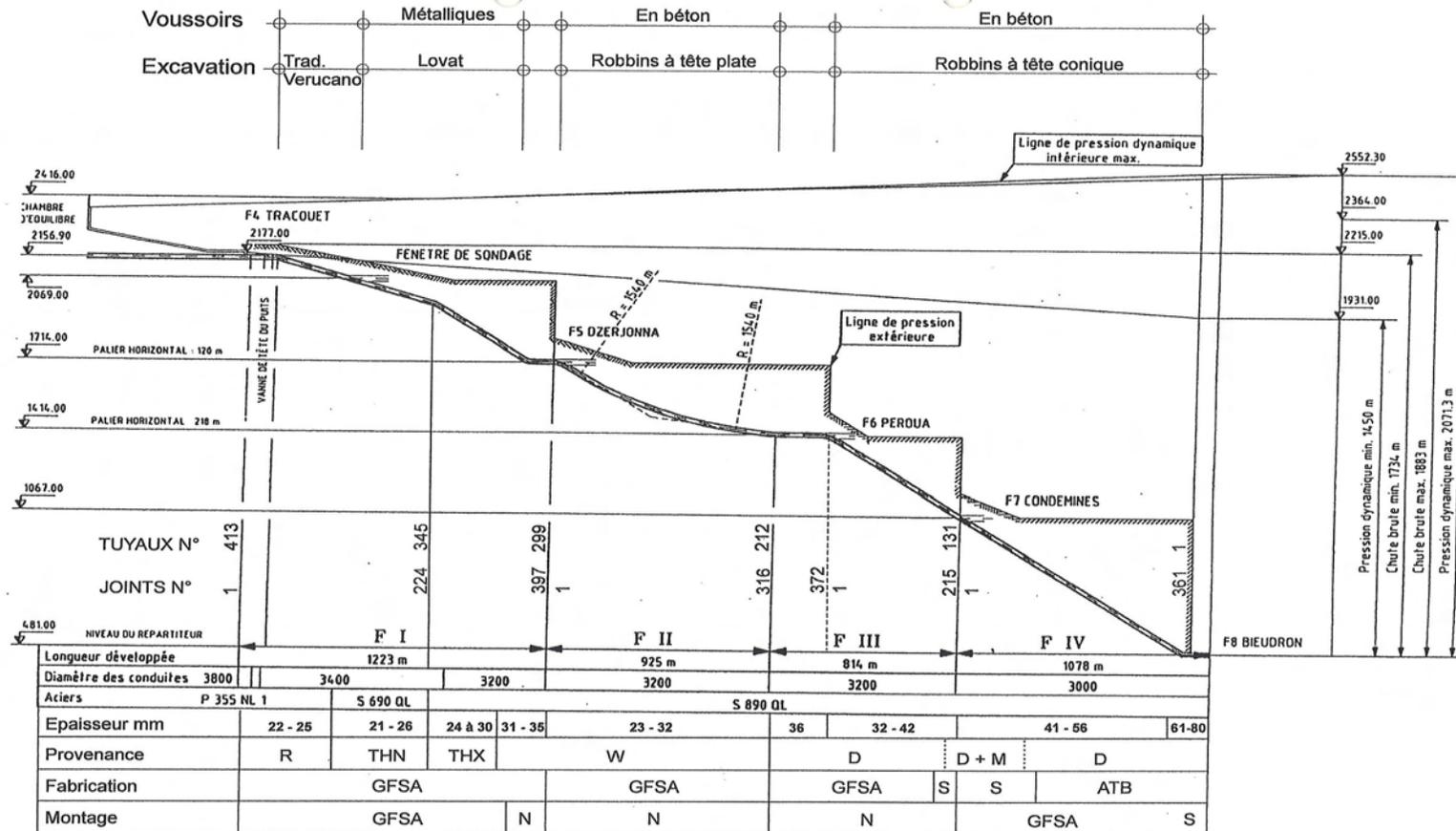


# MODIFICATION DE LA TETE



- TUNNELIER ROBBINS
- MODIFICATION DE LA TETE A LA FENETRE F6
- NOUVELLE TETE POUR F6-F5
  
- TUNNELIER LOVAT
- CREUSEMENT F5 –F4

# VIROLES METALLIQUES REPARTITION DES TYPES D'ACIER



## LEGENDE :

GFSA : GIOVANOLA FRERES SA  
S : SULZER HYDRO AG  
N : NEYRPIC - GEC ALSTHOM  
ATB : ACCIAIERIA E TUBIFICIO DI BRESCIA

R : RAUTARUUKKI  
THN : THYSSEN (N-A -XTRA M70)  
THX : THYSSEN (XABO - 890)

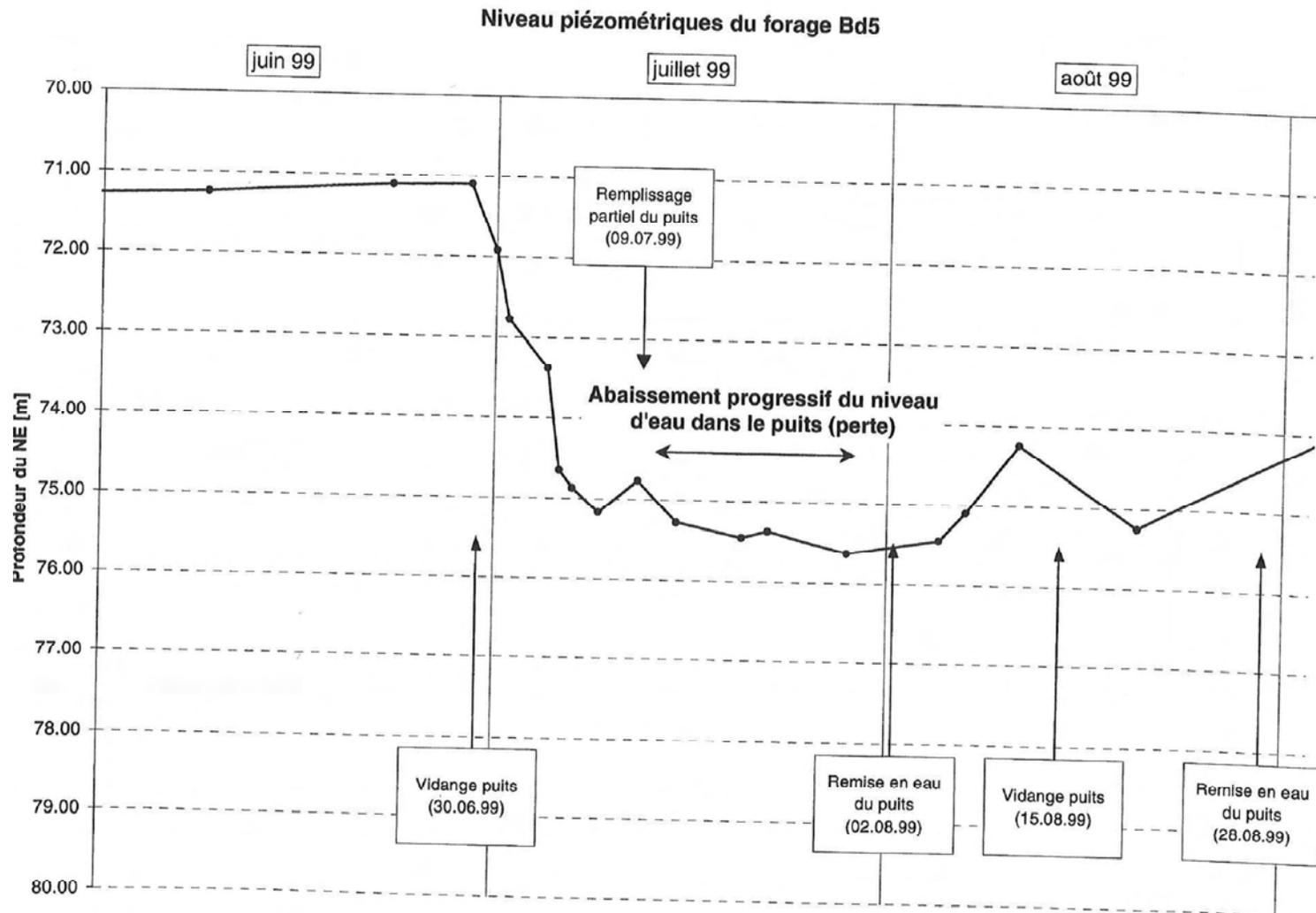
W : SSAB - OXELOSUND (Weldox 900E)  
D : DILLINGEN (Dillimax 890T)  
M : MITSUI (Sumiten 950) Tuyaux 101 à 127.

- En atelier : début en 1996
- Montage sur site 1997 à juin 1998
- Essai de pression en mai 1998
- juillet 1998 vidange de la conduite pour une courte période

# EXPLOITATION 1998-1999

- juillet 99: fuite localisée, réparation de quelques fissures. remise en pression en aout 99
- mars à aout 2000 la conduite est à nouveau vidée pour de nouvelles réparations
- contrôle de l'étanchéité en février 2000
- fuite de 2.4l/sec.

# PIEZOMETRE BD5 DANS CARBONIGERE SUPERIEUR COTE 1580

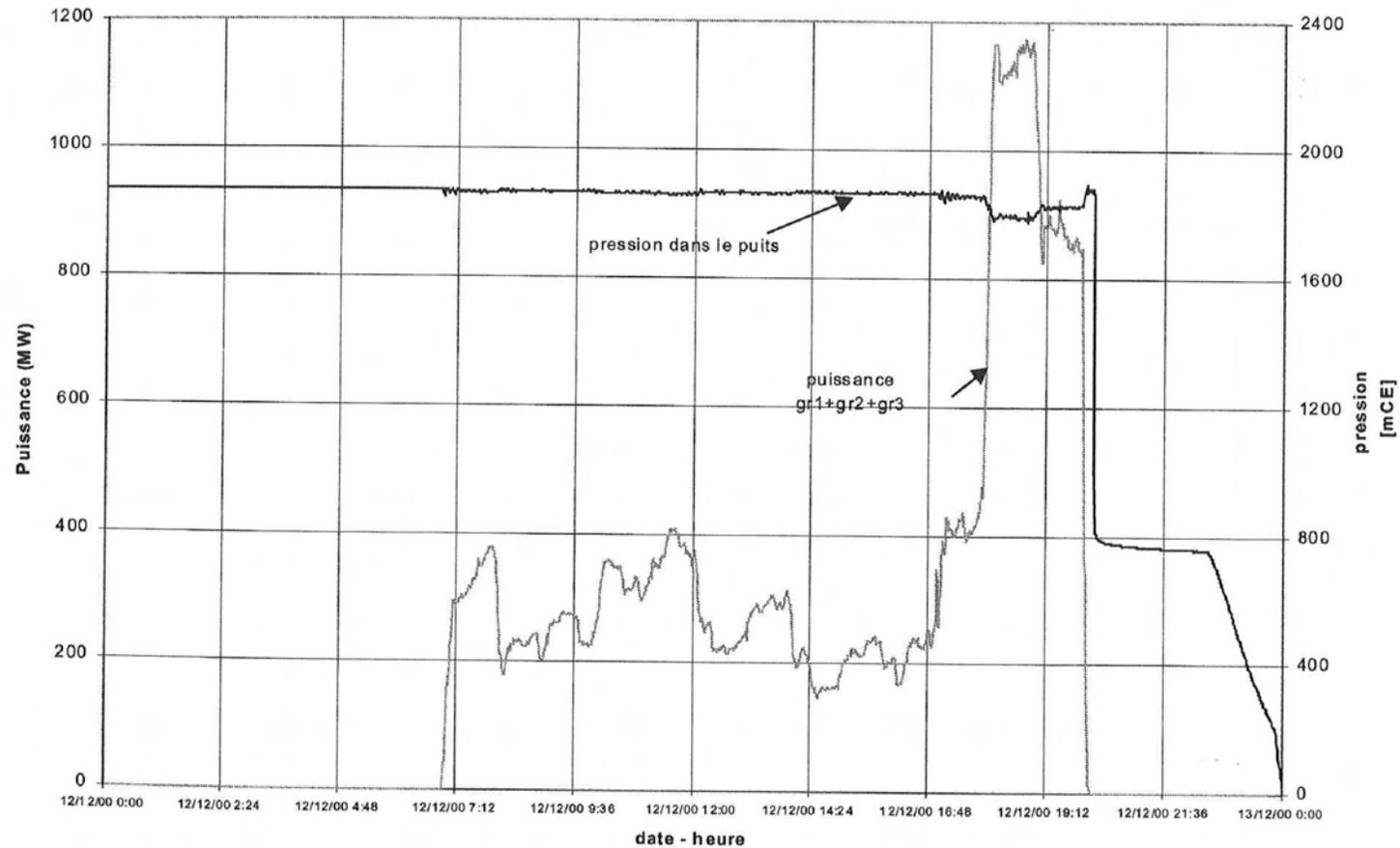


- Les observations du 14 février 2000 changent la situation et montrent que d'autres défauts existent.
- 66 soudures sont réparées
- Fissuration à froid, les fissures sont parallèles au cordon de soudure

# JUILLET A DECEMBRE 2000

- Après cinq mois et demi de travaux les réparations sont terminées
- Essai en pression du 12 au 14 août 2000 concluant
- Autres tests :17, 18 au 20 août;1 et 7 septembre;14 octobre; 11 et 12 novembre, 9 et 10décembre
- Usine fonctionne à 1150MW

# RUPTURE LE 12 DECEMBRE 2000 à 20H09



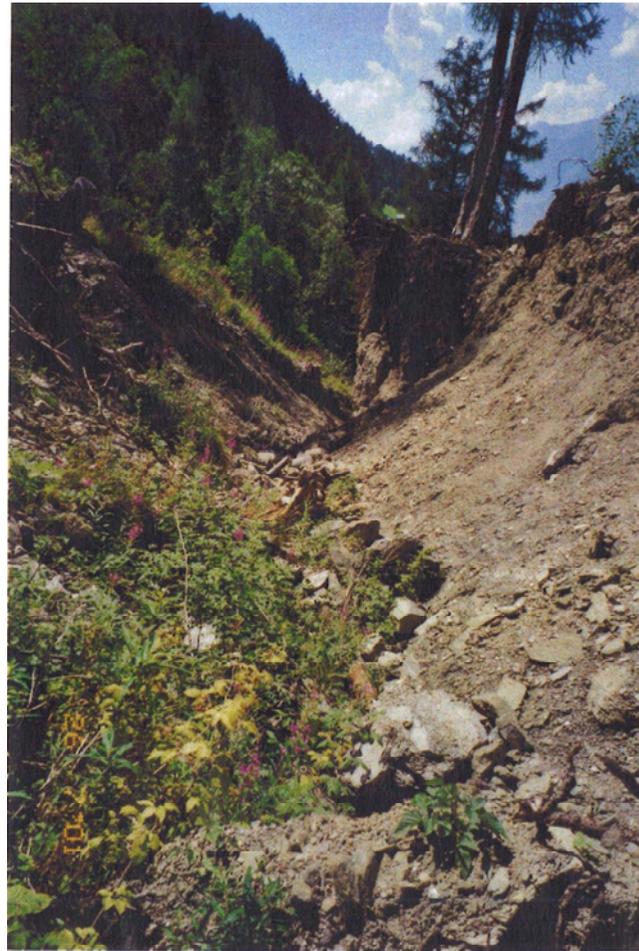
# COULEE DE BOUE

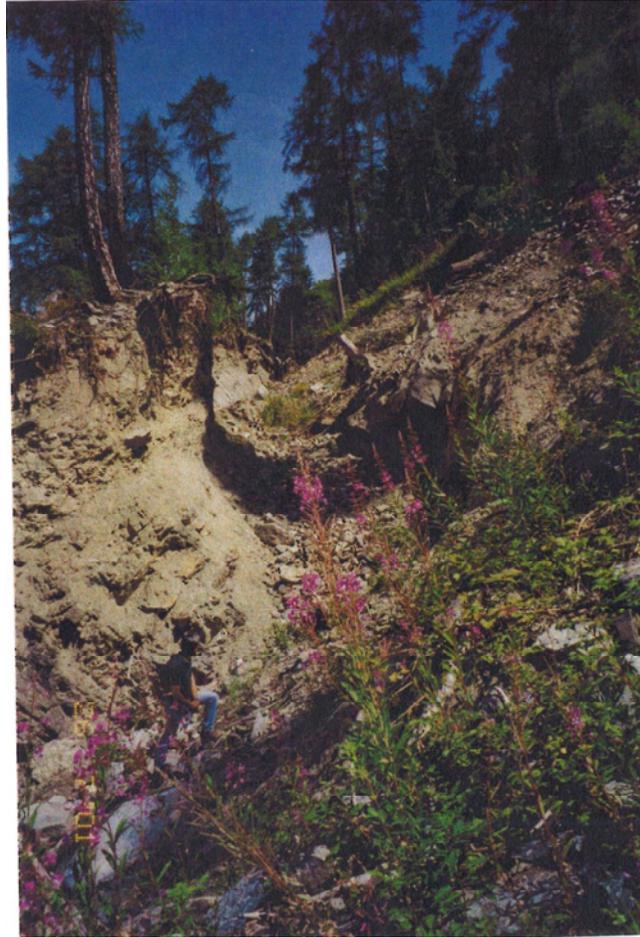


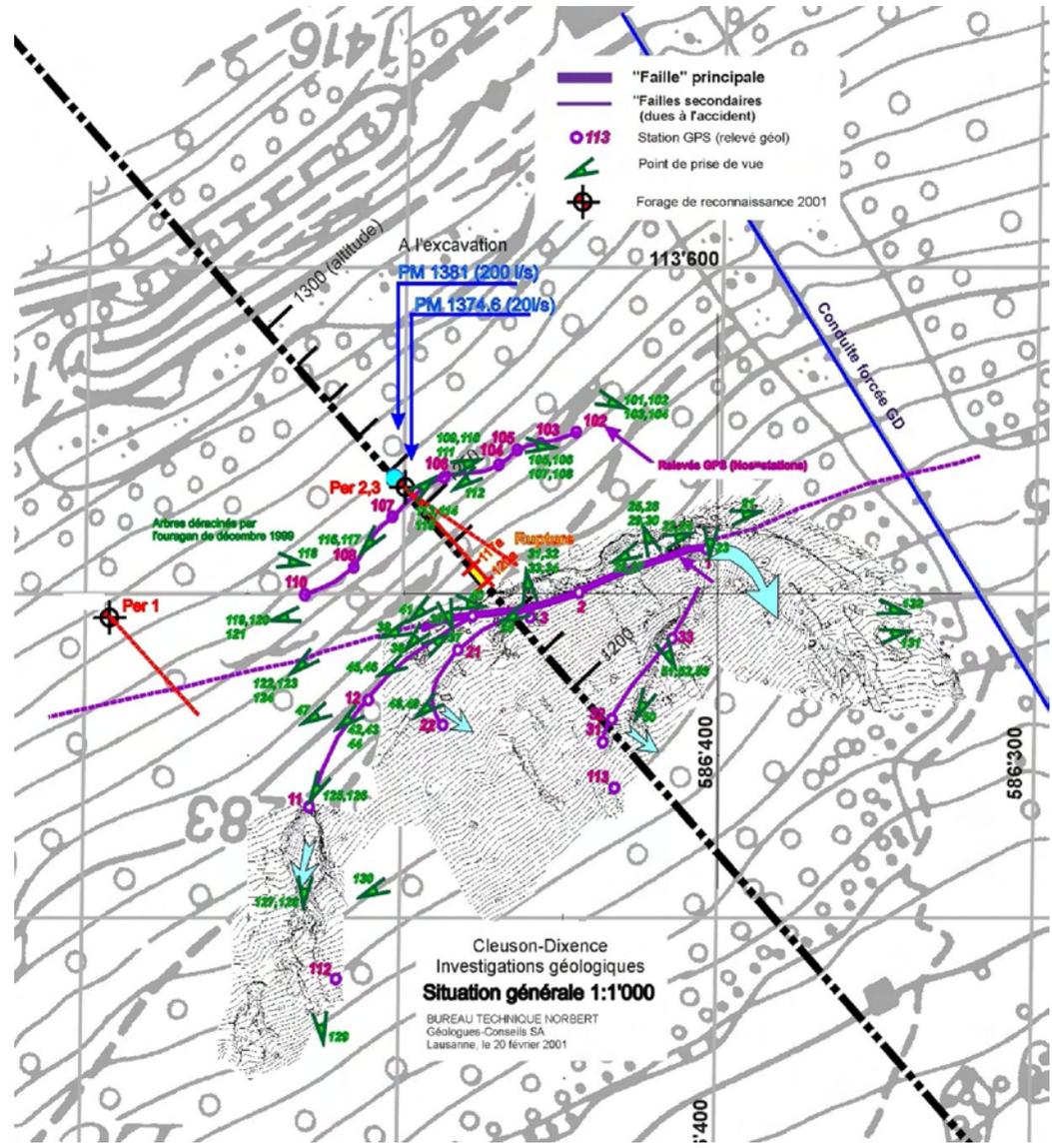




# FAILLE ARRIERE







# COUPE AU DROIT DE LA RUPTURE

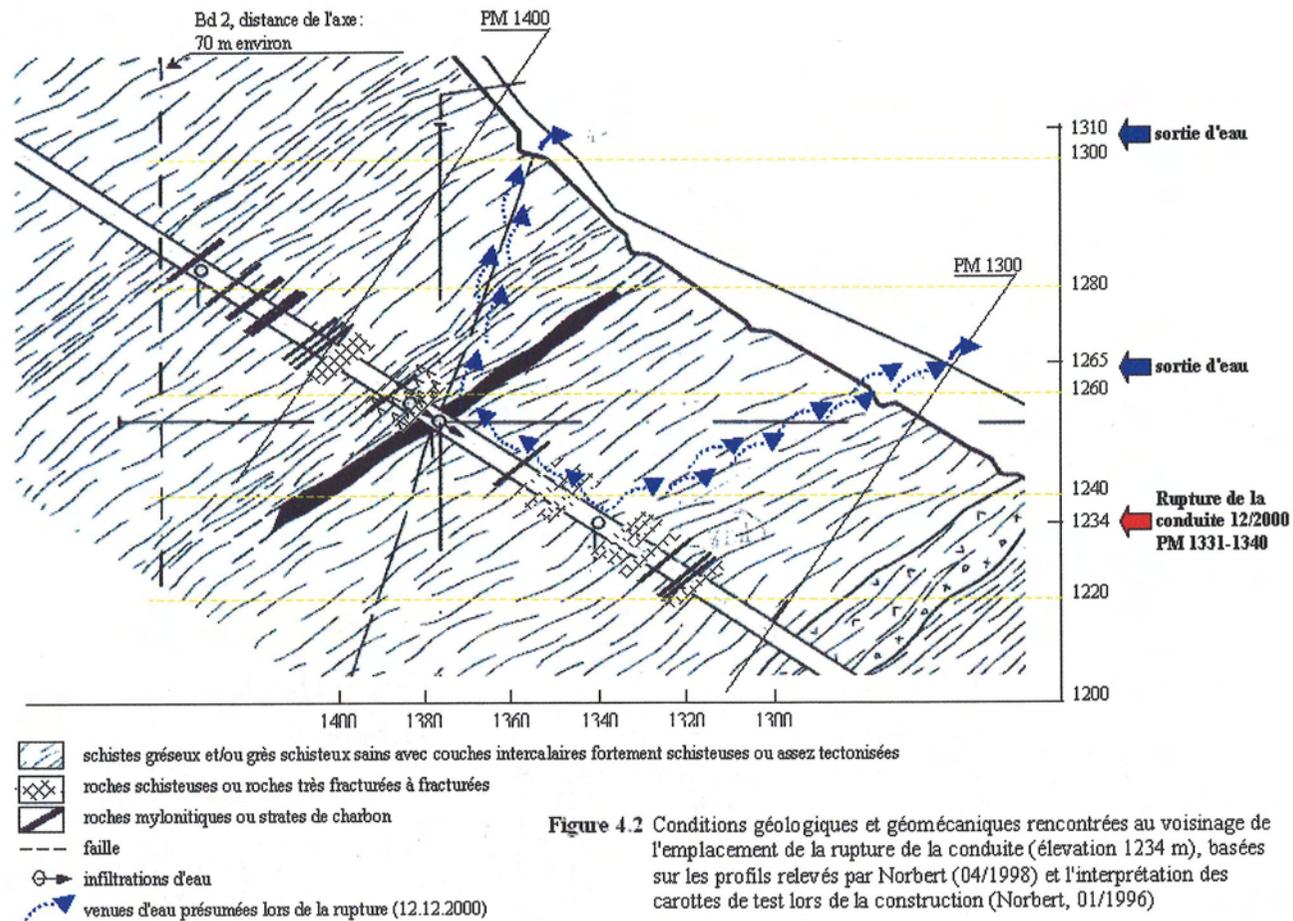


Figure 4.2 Conditions géologiques et géomécaniques rencontrées au voisinage de l'emplacement de la rupture de la conduite (élévation 1234 m), basées sur les profils relevés par Norbert (04/1998) et l'interprétation des carottes de test lors de la construction (Norbert, 01/1996)



# CAUSES DE L'ACCIDENT

- L'accident a été causée par rupture d'une soudure longitudinale s'étant propagée dans les deux viroles adjacentes.
- Rupture de 9.0m de longueur
- Rupture due à une fissuration à froid d'une soudure de fabrication.

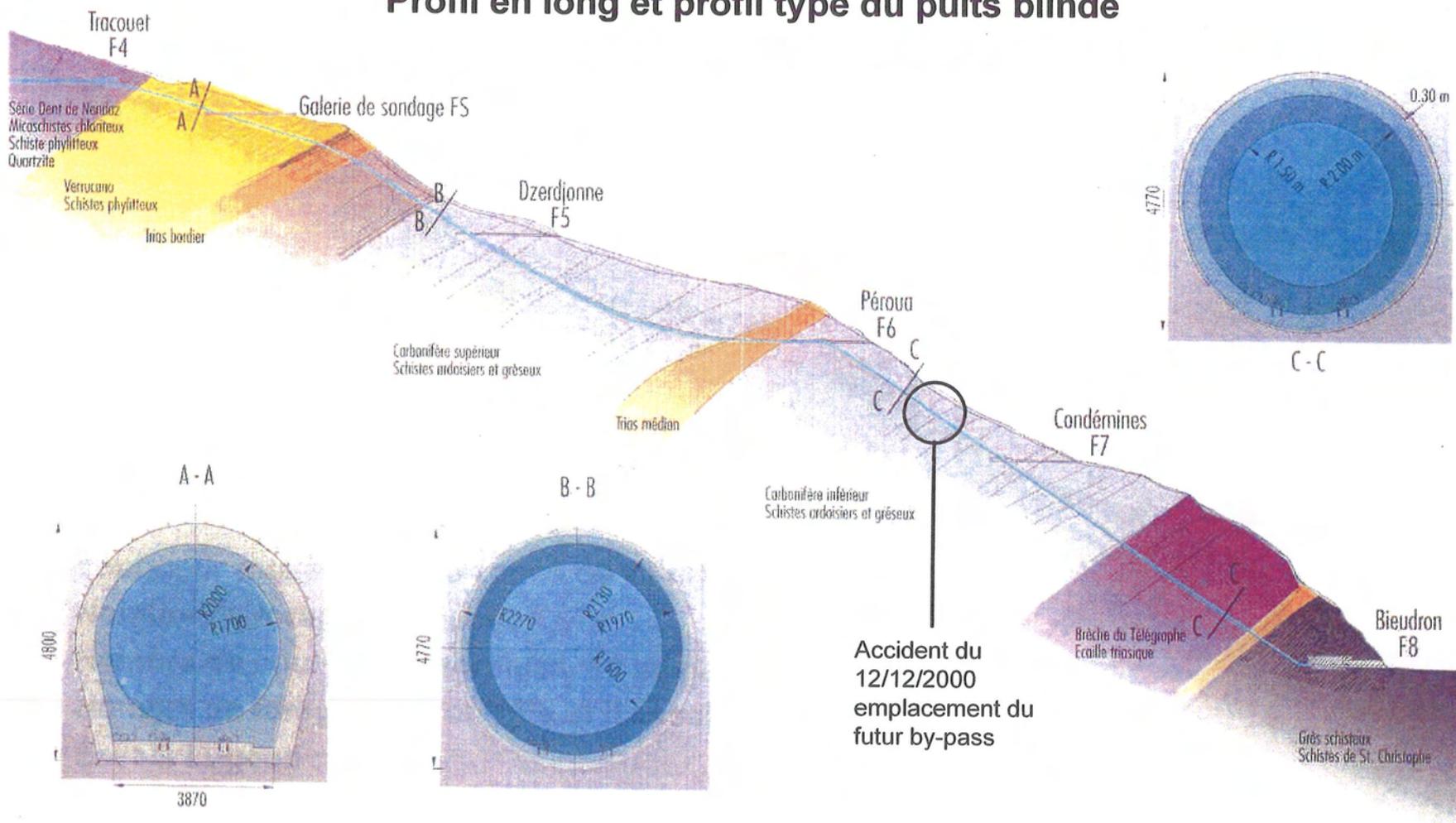
- Le phénomène de corrosion sous contrainte n'a pas été retenu
- Les essais de corrosion sous contrainte faits sur les aciers S890 et S500 à l'école des mines de Saint Etienne en milieu agressif n'ont pas montré de propagation de rupture
- Les mêmes essais faits par le Pr Cerjak ont donné la même conclusion.

# CONCEPT DE LA REHABILITATION

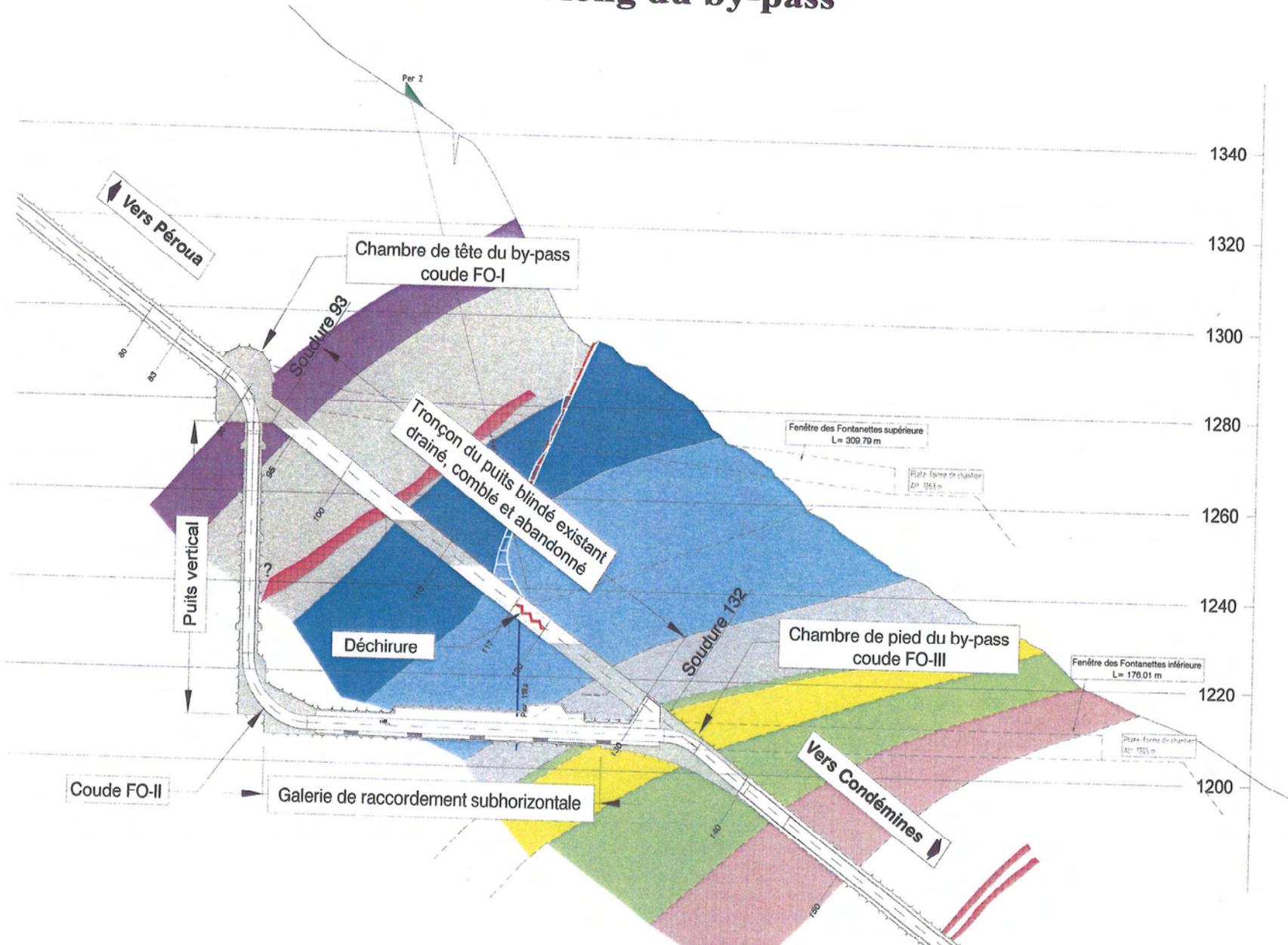
- Plusieurs solutions ont été étudiées.
- La solution retenue est la pose d'un chemisage interne en dehors de la zone de la rupture.
- La construction d'un by pass dans la zone de rupture
- Utilisation d'acier S690QL aux nombreuses références et S500ML à la très bonne soudabilité

- Sans modification des machines le chemisage se traduit par une perte de puissance entre 4 et 9%
- En sur-ouvrant les pointeaux pour turbiner 78.1m<sup>3</sup>/sec la diminution est alors de 4%

# Profil en long et profil type du puits blindé

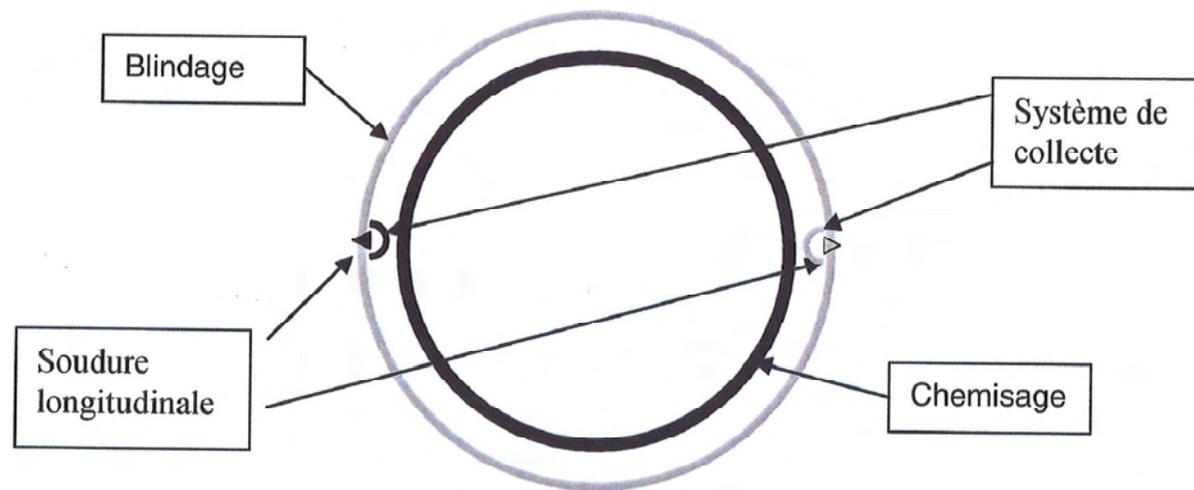


# Profil en long du by-pass

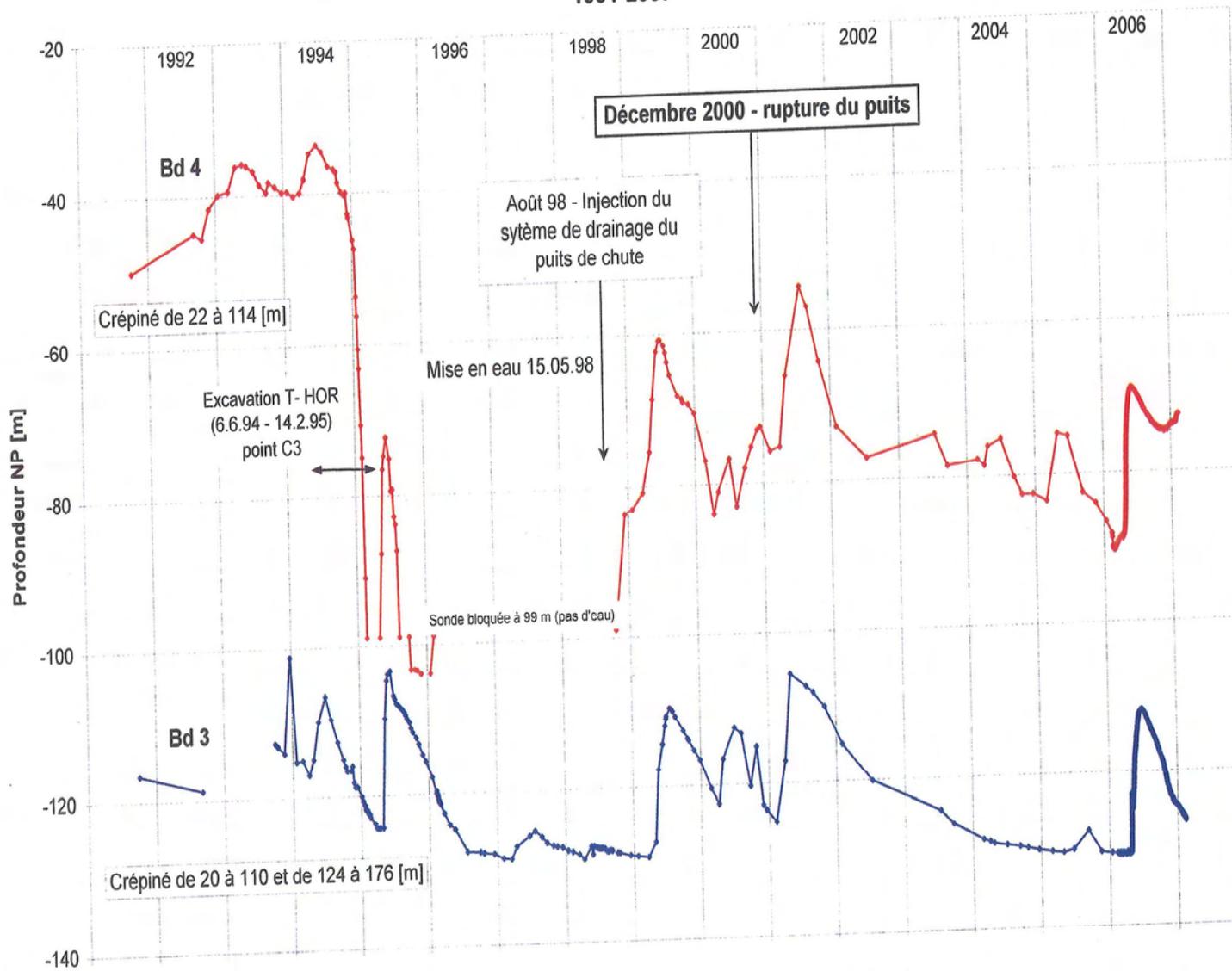


# CHEMISAGE

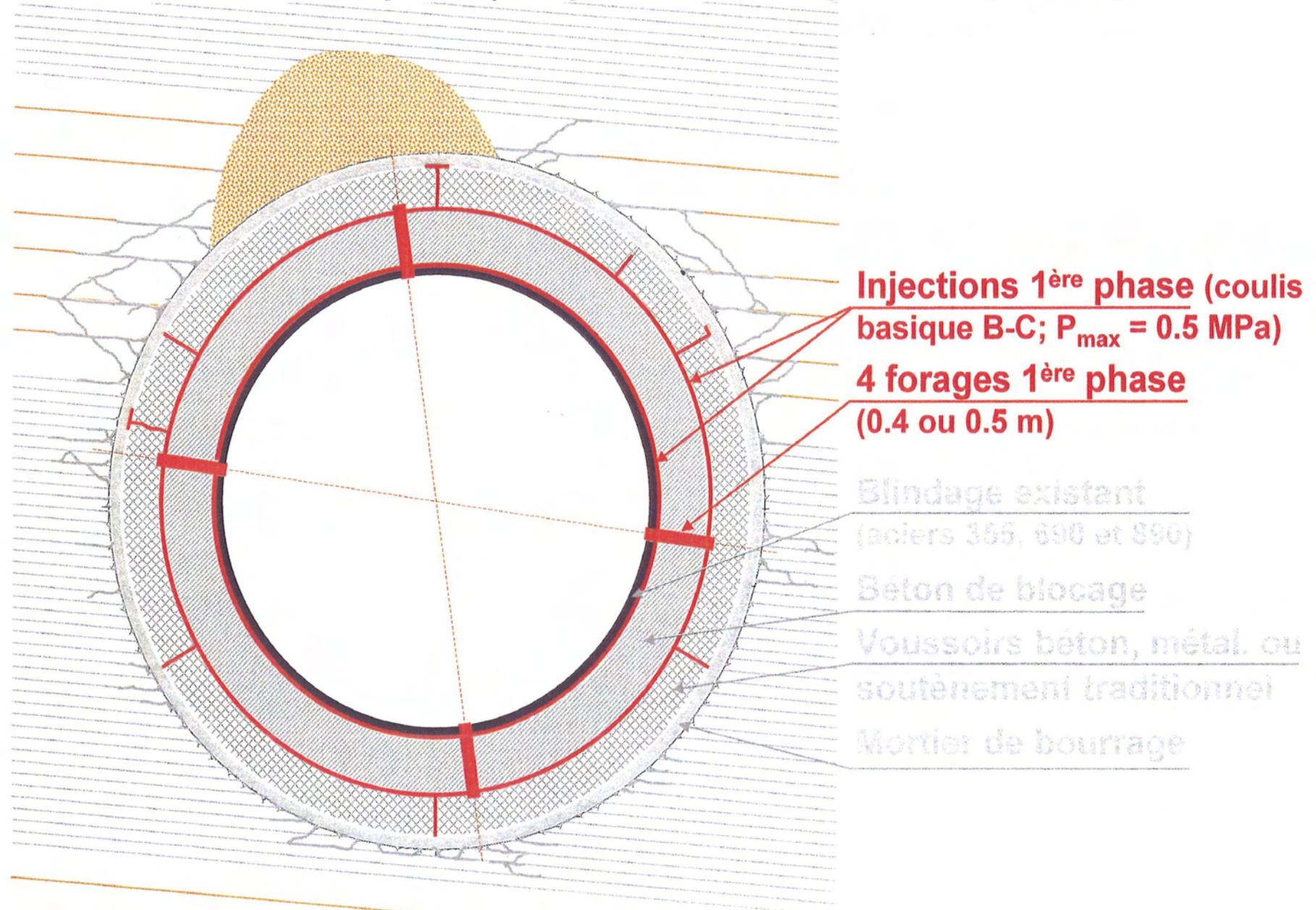
Diamètre intérieur: 2.52 à 2.84m



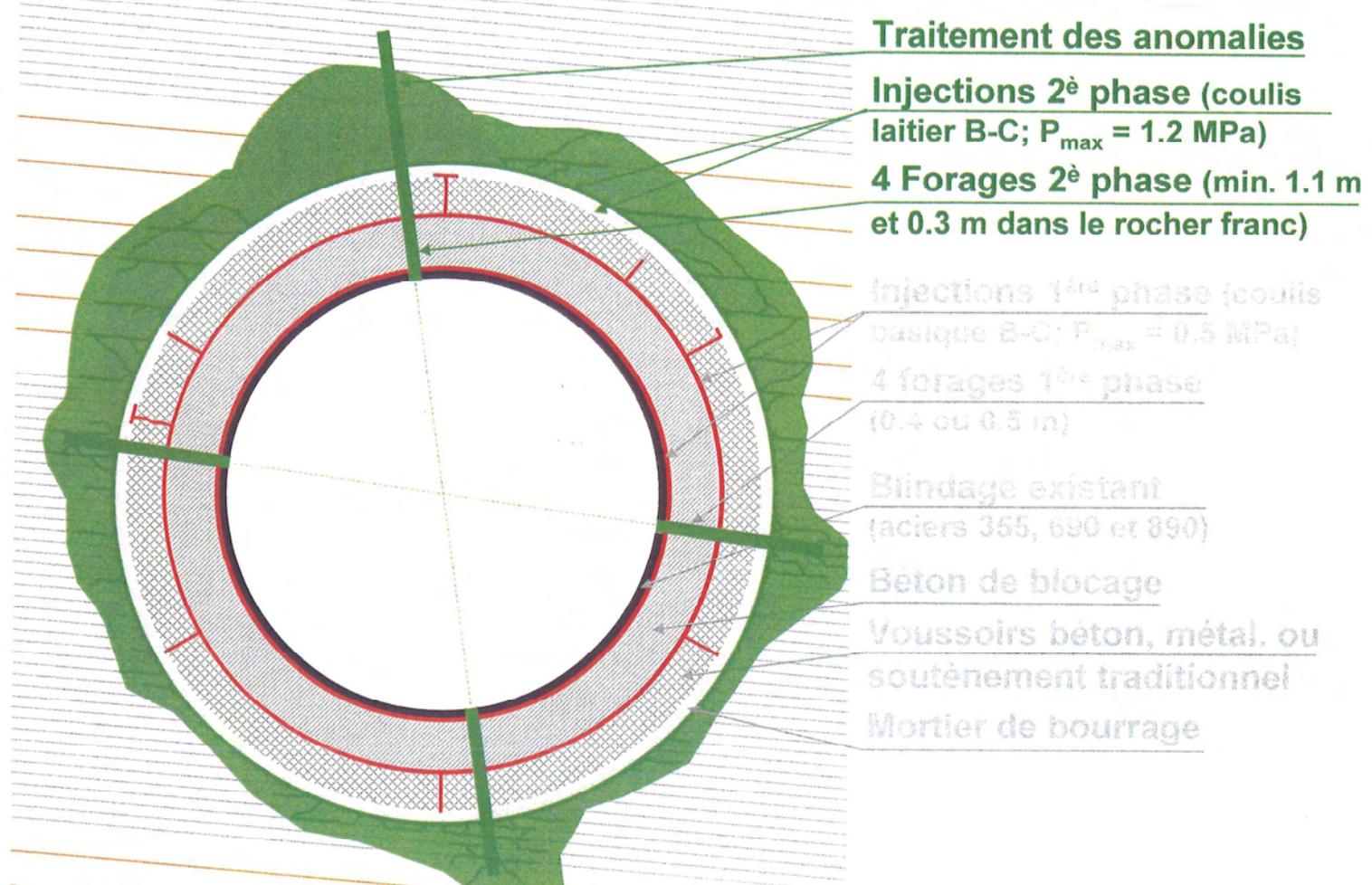
**Niveaux piézométriques  
1991-2007**



## Profil en travers du puits (1<sup>ère</sup> phase de forage et d'injection)



## Profil en travers du puits (2<sup>ème</sup> phase de forage et d'injection)



- Mise en eau progressive du puits à partir d'Août 2009
- Déclaré en état de marche le 27 Janvier 2010
- L'aménagement a été remis en ligne le 30 Avril 2010.