

SONATRACH  
ACTIVITE AMONT  
DIVISION PRODUCTION  
DIRECTION REGIONALE  
HAOUD BERKAOUI  
DIVISION ENG & PROD  
SERVICE TECHNIQUES PUITTS

## LE CRATERE D'EFFONDREMENT DU PUITTS OKN 32



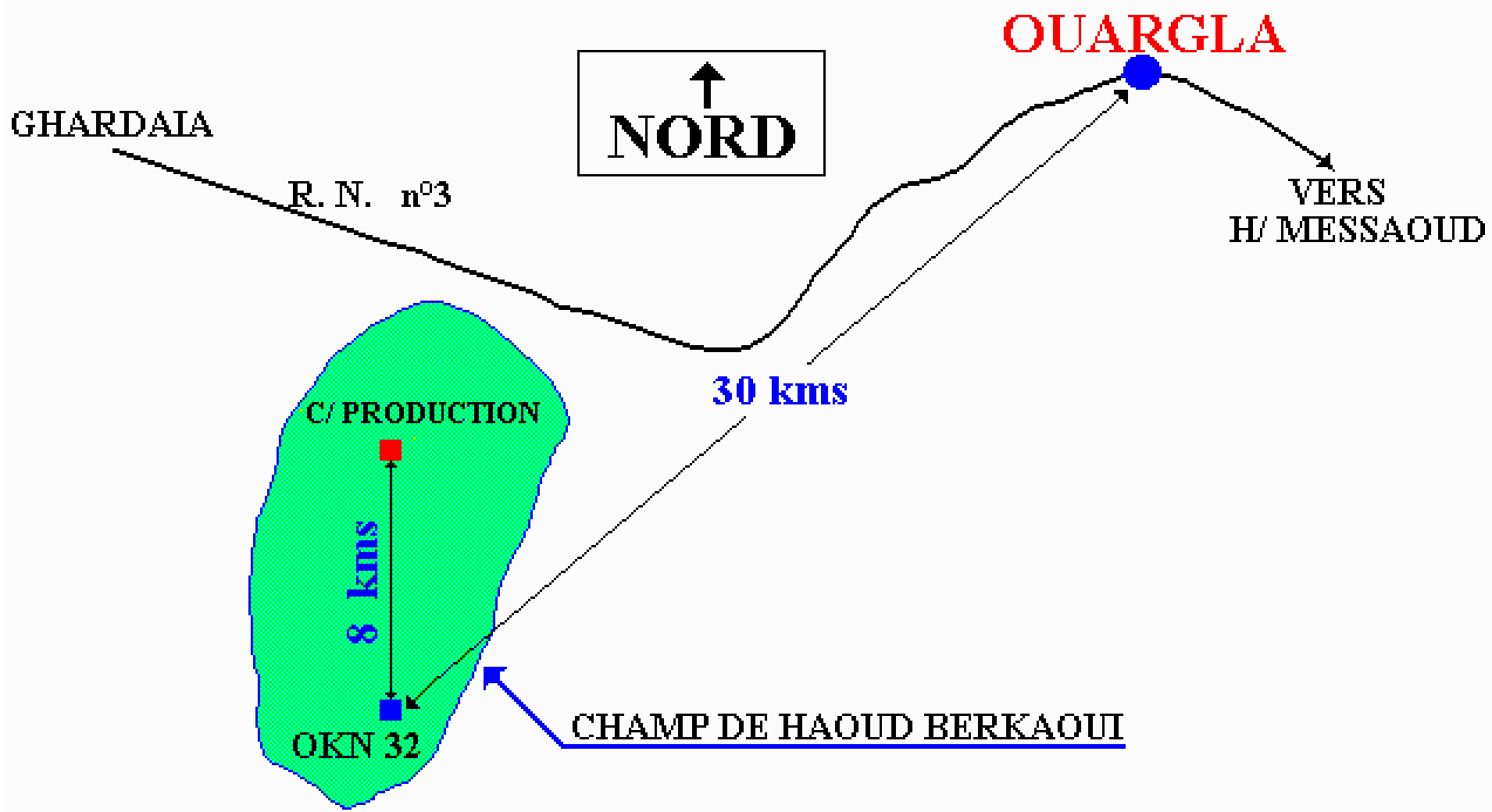


# SITUATION GEOGRAPHIQUE

- Direction régionale Haoud Berkaoui créée en 1976
- Wilaya de Ouargla
- 700 km au sud-est d'Alger & à 100 km à l'ouest de Hassi-Messaoud



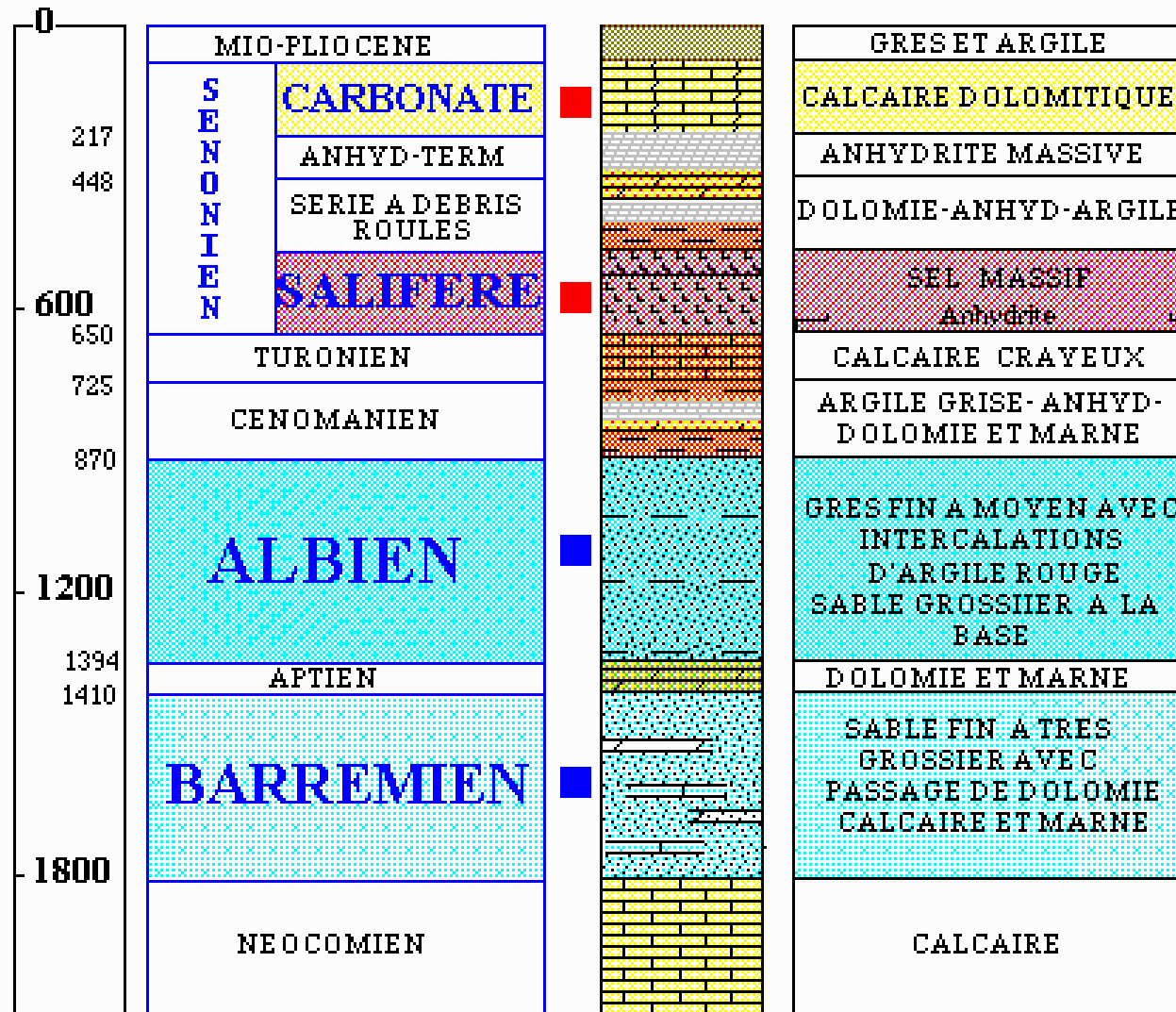
# POSITION DU PUIT OKN 32



# COUPE CHRONOSTRATIGRAPHIQUE TYPE DE HAOU-D-BERKAOUI

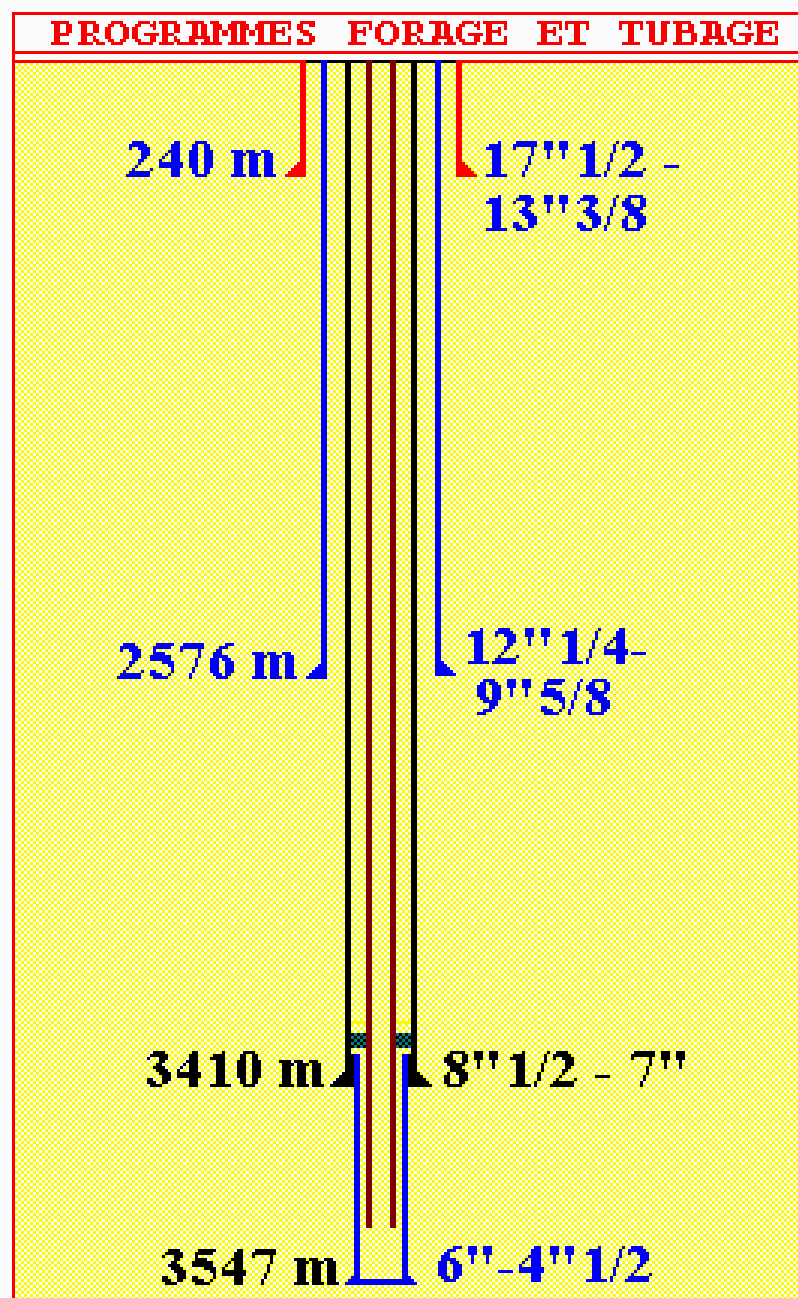
Age	Prof Moyenne		Etages	Stratigr.	Lithologie	Epaisseur		
TERTIAIRE	Mio-Pliocène		Mio-pliocene		Gres et Argiles	0 à 60 m		
	SENONIEN	65	S. Carbonaté		Calcaire dolomique	0 à 700 m		
			S. Anhydritique		Anhydrite dolomie et argile			
S. Salifere		sel massif						
CRETACE	SUP	752	Turonien		calcaire crayeux	600 à 700 m		
			Cenomanien		argile grise, anhydri. blanche, dol. marnes			
	INFRIEUR	976	Albien		Gres fin à moy. à intercal d'arg. brun-rou et sable gr. à la base			
			1426	Aptien			Dolomie et marne	10 à 30 m
			1445	Barremien			Sable fin à très grossier passée de dolomie, calc et marne.	
			Neocomien		Grès fin à moyen, passée d'argile et de lignite.			
JURASSIQUE	SUP	1969	MALM		Argile silteuse à intercal. de dolomie, de calcaire et marne.	700 à 900m		
	MOY	2200	Dogger argil.		Argile indurée.			
			Dogger Lag.		Anhyd. et dolomie			
	LIAS	2450	(Anhydritique Massive)		Anhydrite massive, blanche intcl. de dolomie et argile.			
			Sel massif I		sel massif hyalin			
			Horizon "B"		Argile dolomitique			
			Sel + Anhydr <sub>s2</sub>		sel massif p. arg. plastique			
Sel Massif III				Sel massif incolore à rose				
Argiles Sup.		Arg. plastique salifere calcaire dolomitique						
TRIAS ARGILO-GRESEUX	3290	Argilo-sal. S4		sel incolore				
		argile inf.		Argile silteuse				
		T2		Grès fin argilo-silteux				
		T1		Grès Argileux				
		Andesites		Andesite altérée				
		Serie Infer.		Grès fin à moyen				
DEVONIEN inf	3460	Devonien Inf.		Argiles noires. grès fin à moyen	100 à 130 m			
SILURIEN	3580	Silurien radioa.		Argiles noires radioactives, fossili-	60 à 65 m			
ORDOVICIEN	DALLE DE MKRATA			Grès quartite et Argiles	12 à 25 m			
	ARGILES MICRO-CONGLOMERAT			Argiles noires, micro-conglomé	90 à 100 m			
	GRES D'OUED SARET			Argiles noires, passées Grés	50 à 70 m			
	ARGILES D'AZEL			Argiles noires, passées Grés	40 à 50 m			
	GRES D'OUARGLA			Argiles noire, passées Grés	120 à 140 m			
	QUARTZITES DE HAMRA			Quartzite et grès quartzite fissurés	90 à 110 m			
	GRES D'EL ATCHANE			Grès fin, intercalations argileuses	49 m			
ARGILES D'EL GASSI			Argiles noires silteuses, grés-argileux	>10 m				

# LOG LITHOSTRATIGRAPHIQUE DU PUIT

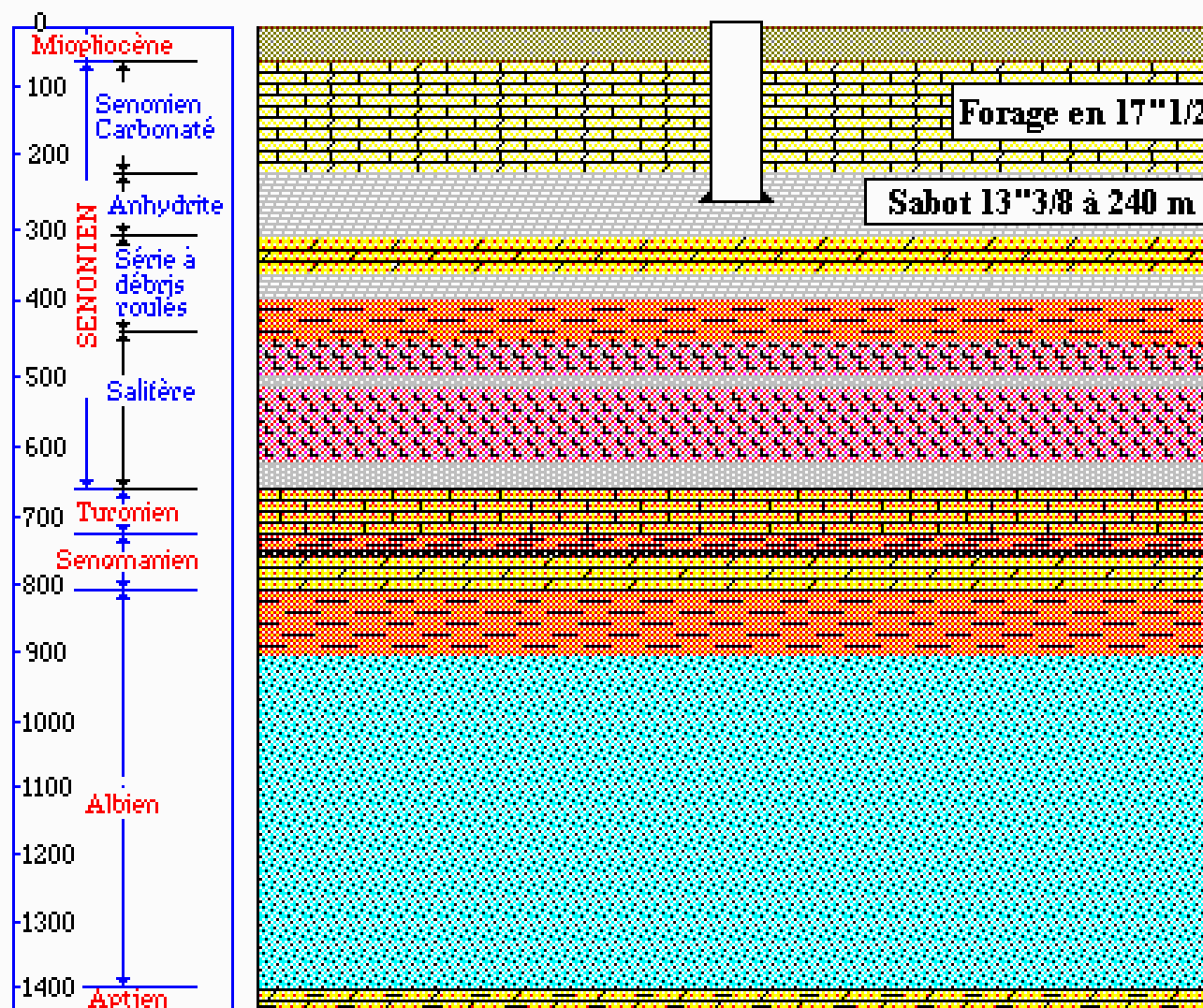


# PROGRAMME DU FORAGE DU Puits

AGE	PROF	ETAGE
C R E T A C E	80	MIO-PLIOCENE
	217	<b>CARBONATE</b> ANHYDRITE TERMINALE SERIE A DEBRIS ROULES <b>SALIFERE</b>
	448	
	725	
	870	TURONIEN
	1384	CENOMANIEN
	1410	<b>ALBIEN</b>
	1799	APTIEN
	1980	BARREMIEN
	J U R A S S I Q U E	2207
2357		MALM
2465		<b>DO</b> ARGILEUX
2731		<b>GG</b> LAGUNAIRE
2793		<b>ER</b> LIAS ANHYDRITE MASSIF
2814		SEL MASSIF
3054		HORISON B
T R I A S	3285	SEL + ANHYDRITE
	3348	SEL MASSIF II
	3396	ARGIL SUPER
	3406	ARGILO SALIFER
	3425	ARGILE INFER
	3448	GRES B - T2
	3466	GRES B - T1
	3517	ANDESITE
		SERIE INFERIEURE
		GOTHLANDIEN



## HISTORIQUE DU FORAGE DU Puits OKN 32



du 24/01 au 04/02/1978

Descente & cimentation du 13"3/8 à 240 m

DEMARRAGE

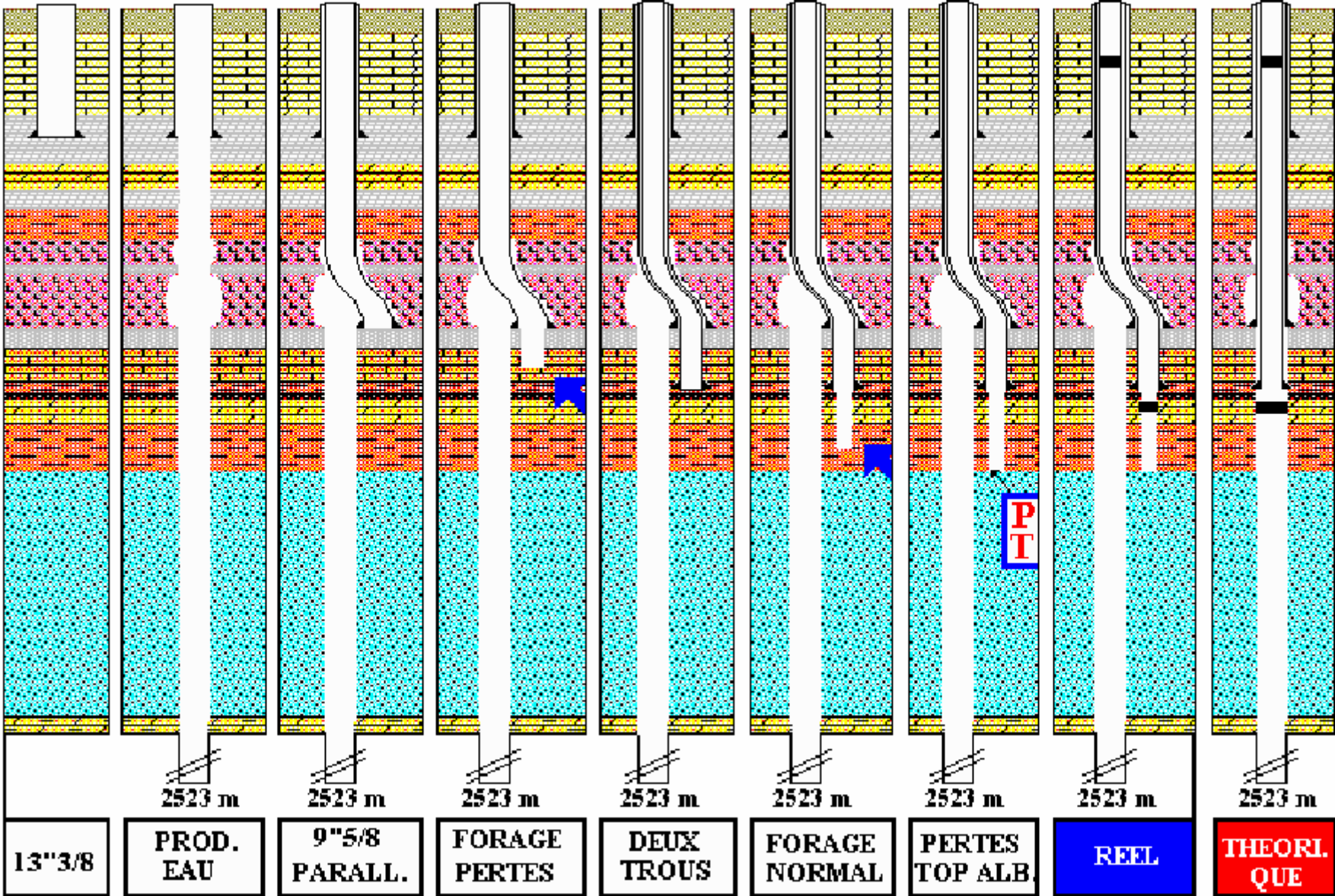
**24/01/78**

Appareil: FOREX GD 25  
supervisé par TOTAL-CFP

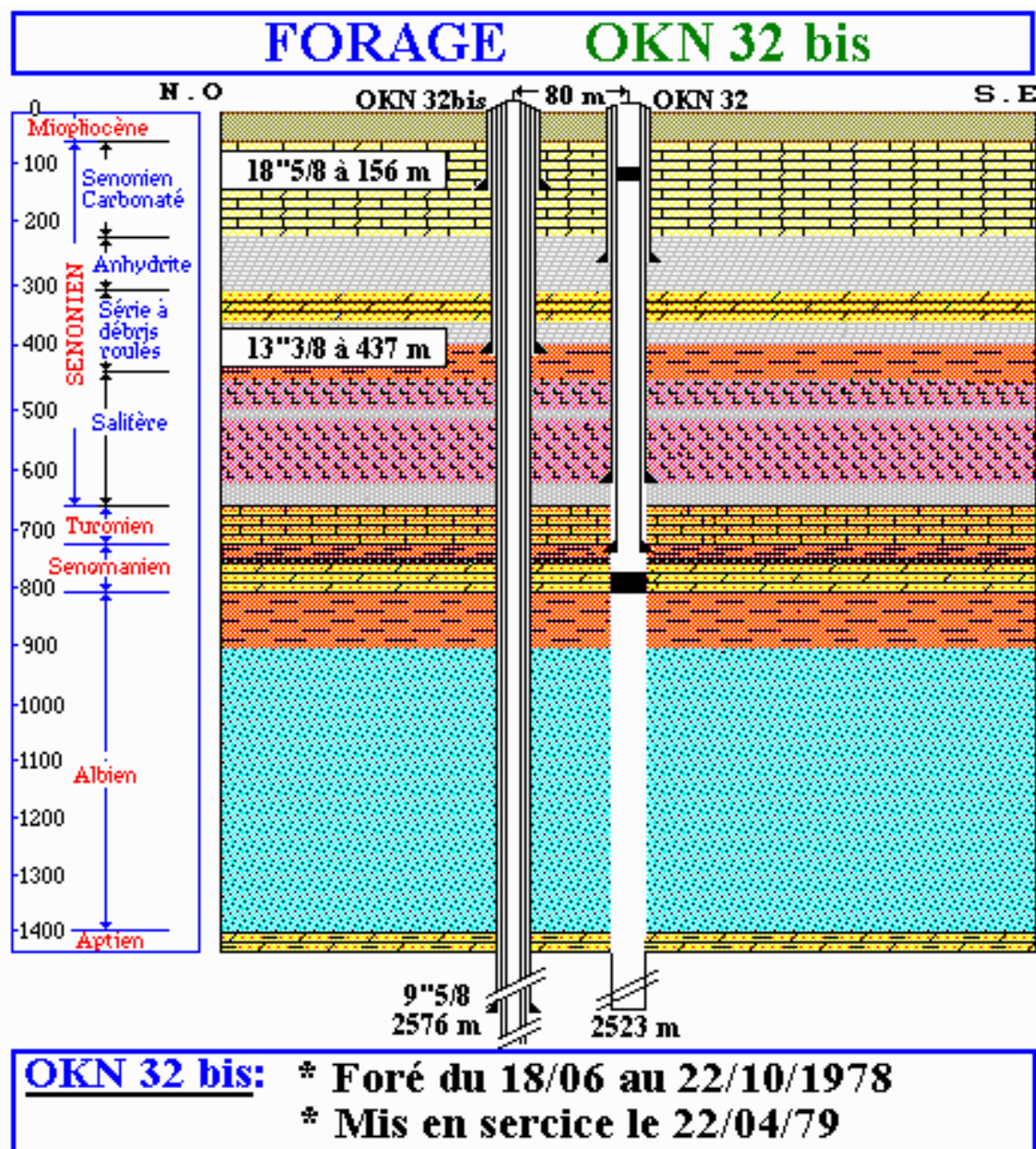
Le **04/02/78**,  
Descente &  
cimentation du  
**13"3/8 à 240 m**  
avec  
**32 T de ciment**



# HISTORIQUE DU FORAGE DU Puits





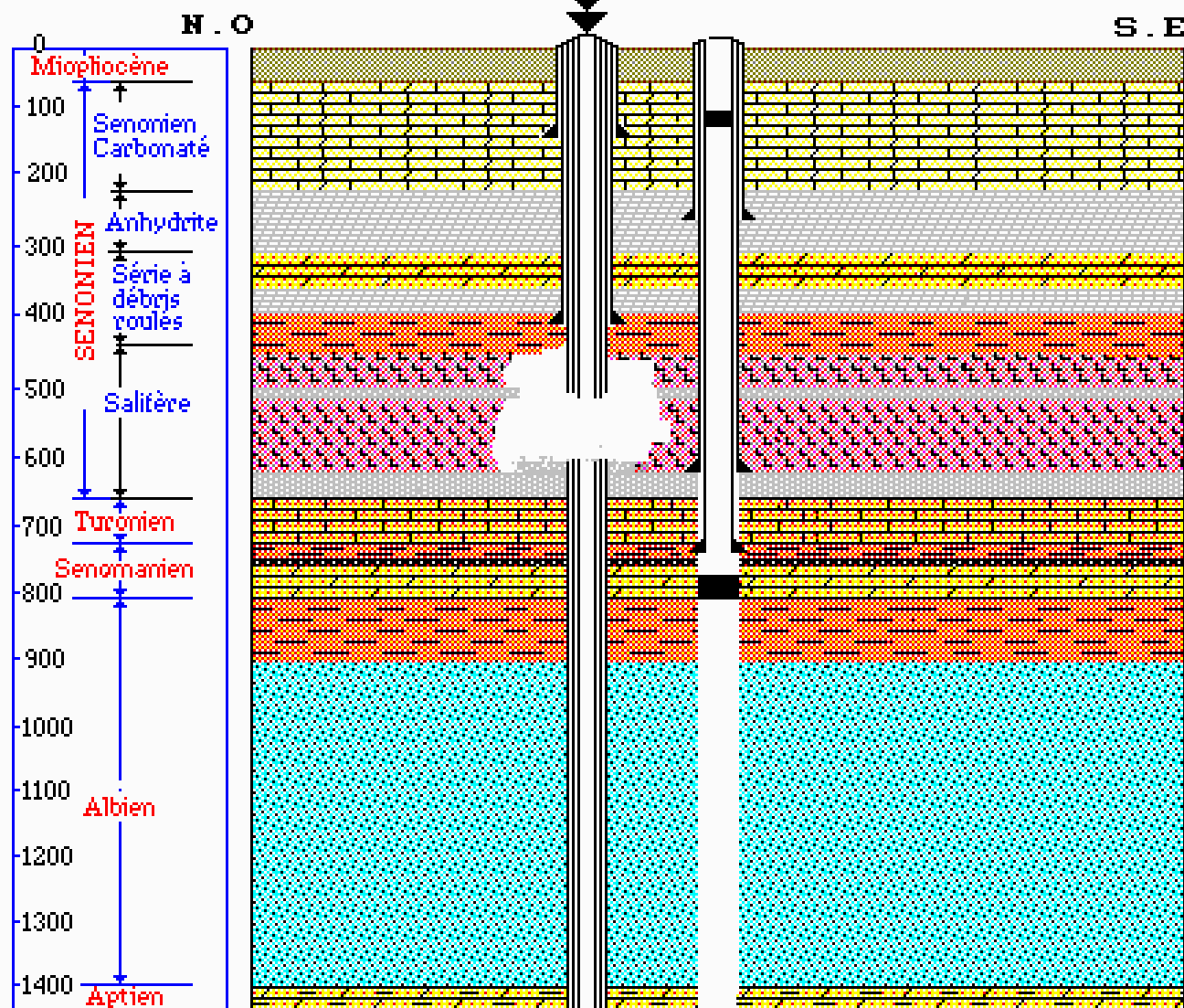


LE **32 bis** A  
 ETE **FORE,**  
**COMPLETE**  
 & MIS EN  
 PRODUCTION  
**SANS**  
**PROBLEME**

IL A PRODUIT  
 JUSQU'AU  
**03/03/1981.**

# WORK - OVER - OKN32 bis

Présence d'une cave importante au niveau du salifère (de 450 à 620 m)



**DU 21/09/1981 au 11/03/1982**

**INJ: \* 1700 T de ciment \* 1650 m<sup>3</sup> de colmatants**

## THERMOMETRIE

T° normale

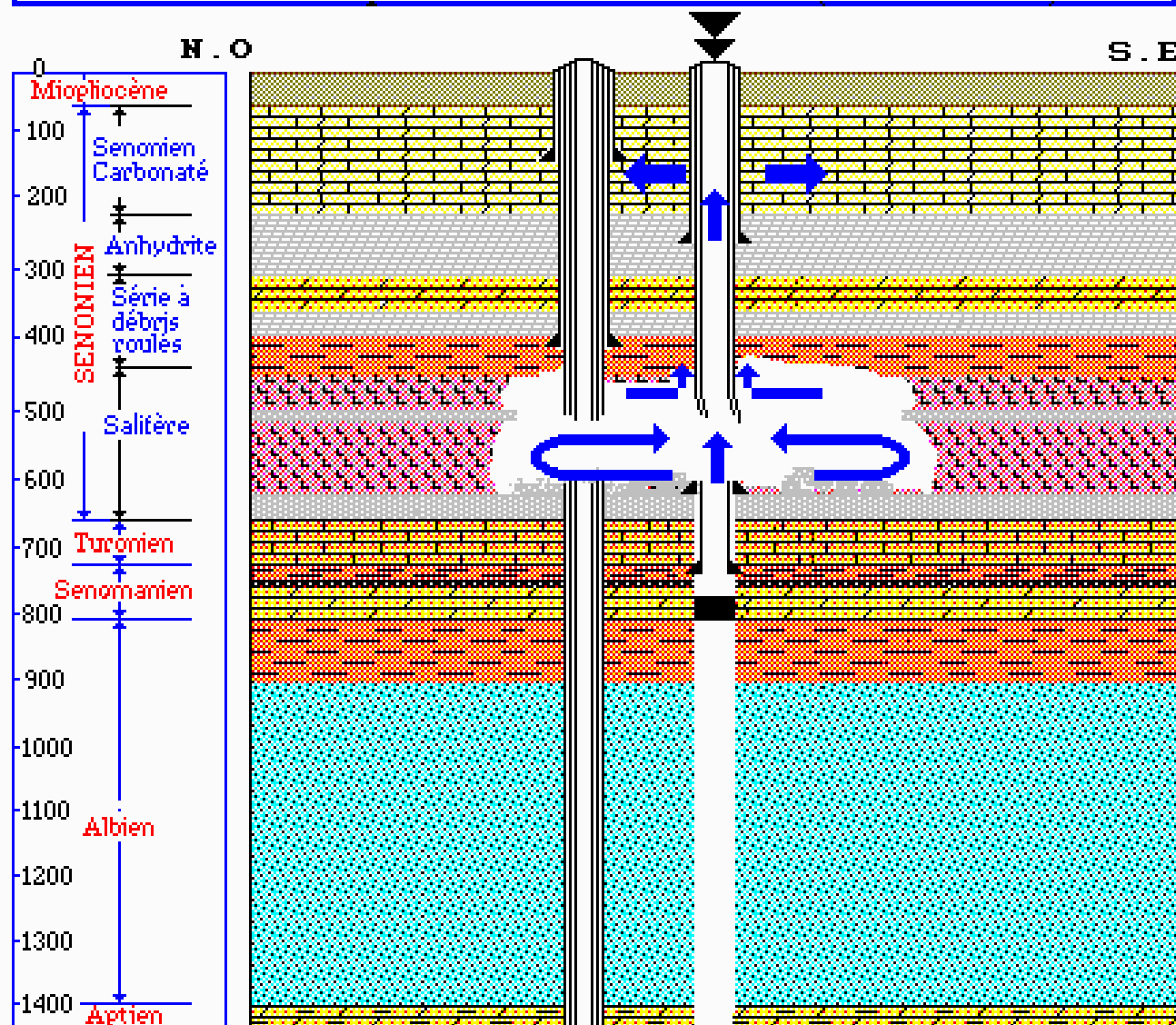
**DISPARITION  
DES TUBAGES**

EXISTENCE TRES  
PROBABLE  
D'UNE CAVE

**PAS  
D'ECOULEMENT  
D'EAU DANS LES  
AQUIFERES DE  
SURFACE.**

# WORK - OVER - OKN32

Présence d'une cave importante au niveau du salifère (de 450 à 620 m)



THERMOMETRIE

T° anormale

DISPARITION  
DES TUBAGES

EXISTENCE  
D'UNE GRANDE  
CAVE

COMMUNICATION HYD  
ENTRE LES 2 PUTS.

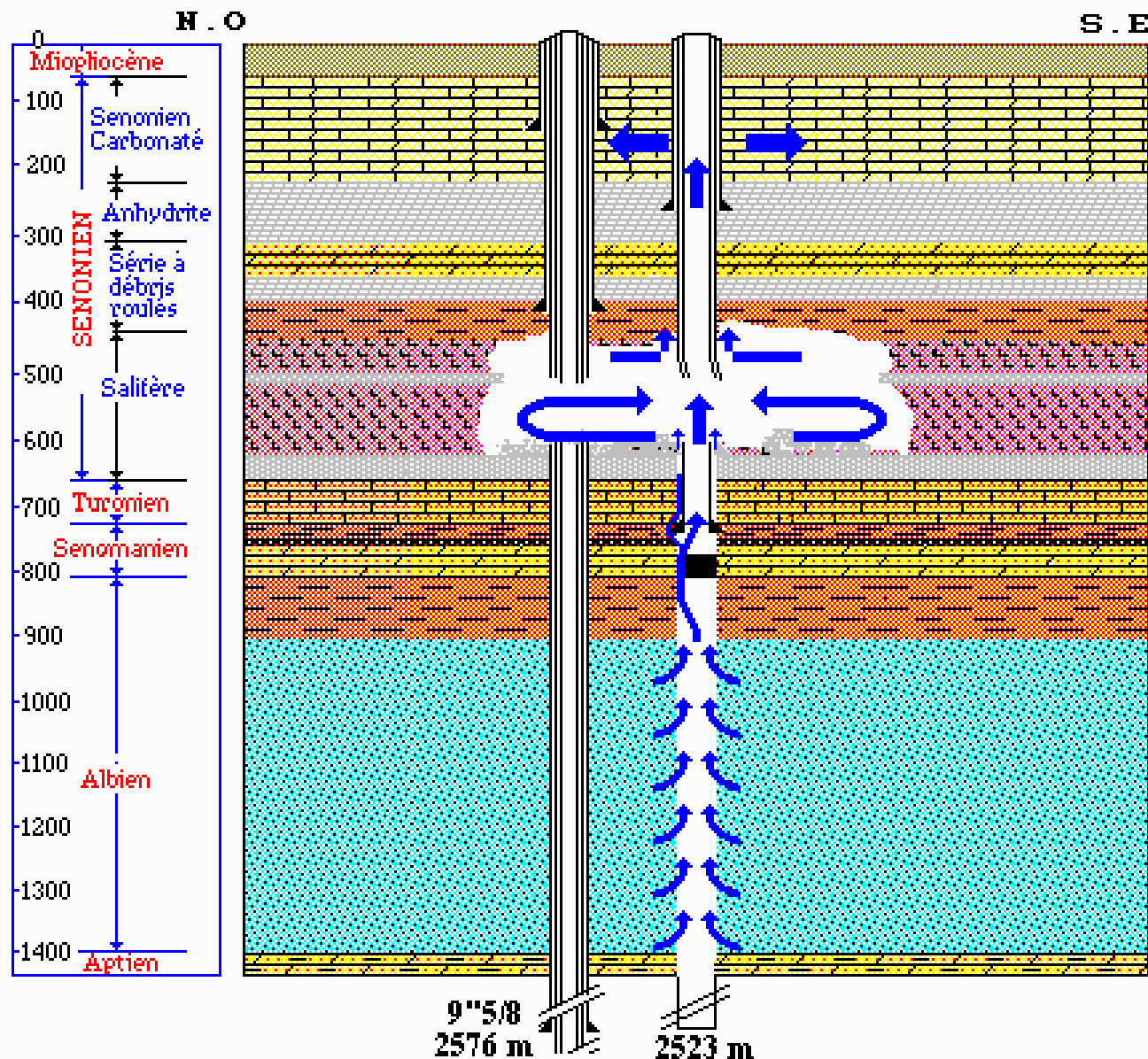
FUTE DANS LES  
AQUIFERES  
DE SURFACE

**DU 11/11/1982 au 29/11/1983**

INJ: \* 1000 T de ciment \* 2700 m<sup>3</sup> de produits

Q int 7" = 300 m<sup>3</sup>/h

# GENESE DE LA CAVE



LE LESSIVAGE IMPORTANT DE LA COUCHE SENONIEN SALIFERE, PAR L'ASCENSION DE L'EAU DOUCE DE L'ALBIEN VERS LA NAPPE CARBONATE, RENDUE POSSIBLE PAR LA MAUVAISE QUALITE DE LA CIMENTATION & PAR LA DIFFERENCE DE CHARGE DES 2 AQUIFERES ( ALBIEN & CARBONATE ).



# **ACTIONS PRELIMINAIRES**

## **PREMIERE SERIE:**

- \* **CORE-DRILLS (CD1 & CD2 )**
- \* **CAMPAGNE VSP**
- \* **SNUBBING & OPER. DEBIMETRIE A OKN 32**
- \* **RESULTATS**

## **DEUXIEME SERIE:**

- + **Mise en place 1000 T de baryte ( étude comportement du terrain )**
- + **Mesures de la salinité sur OKN32**
- + **Mesure hebdomadaire de la topographie de surface**
- + **Ecoute sismique permanente**
- + **Opération Sonar**

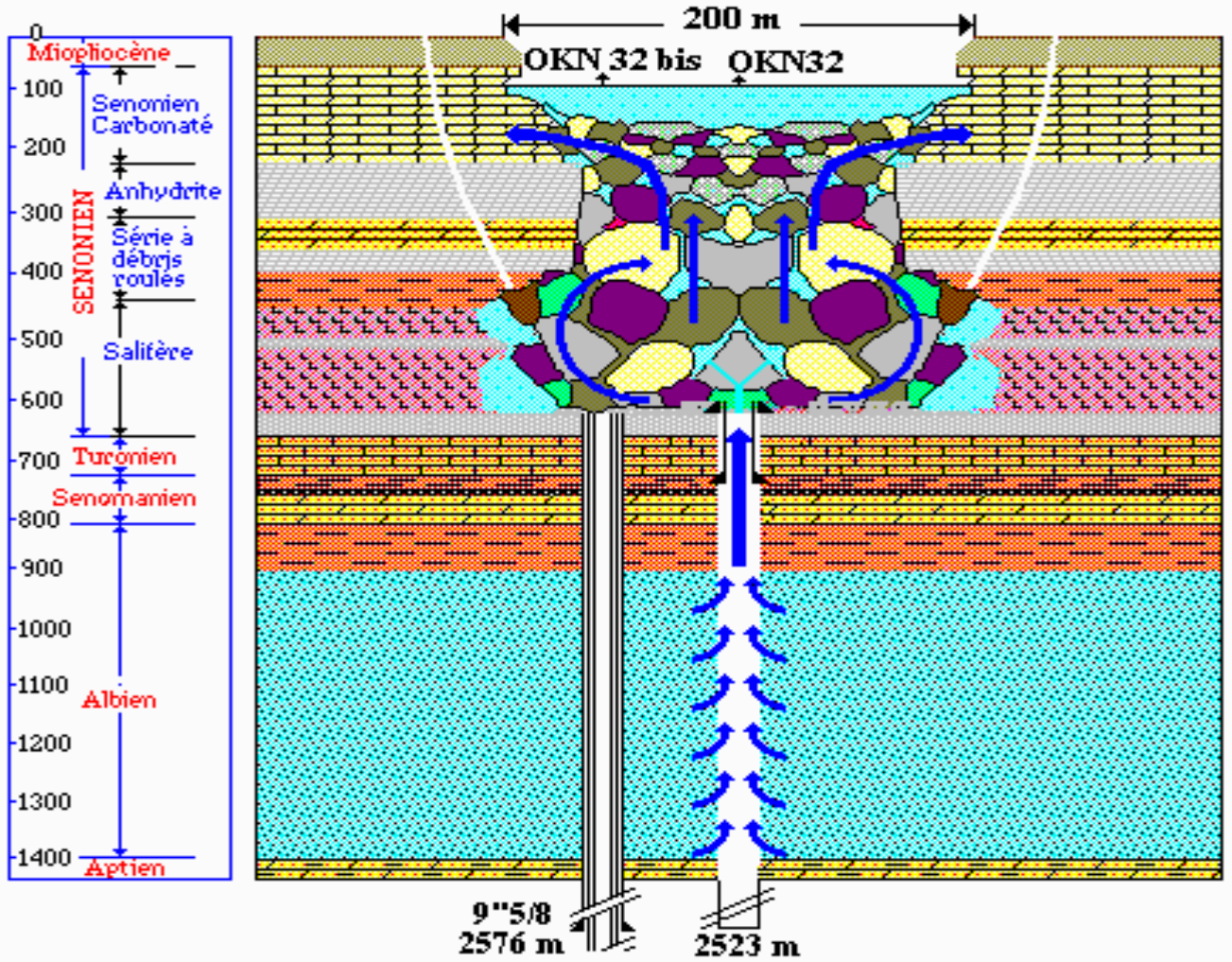
## **RESULTATS**

### **CD - VSP - FLOWMETRIE**

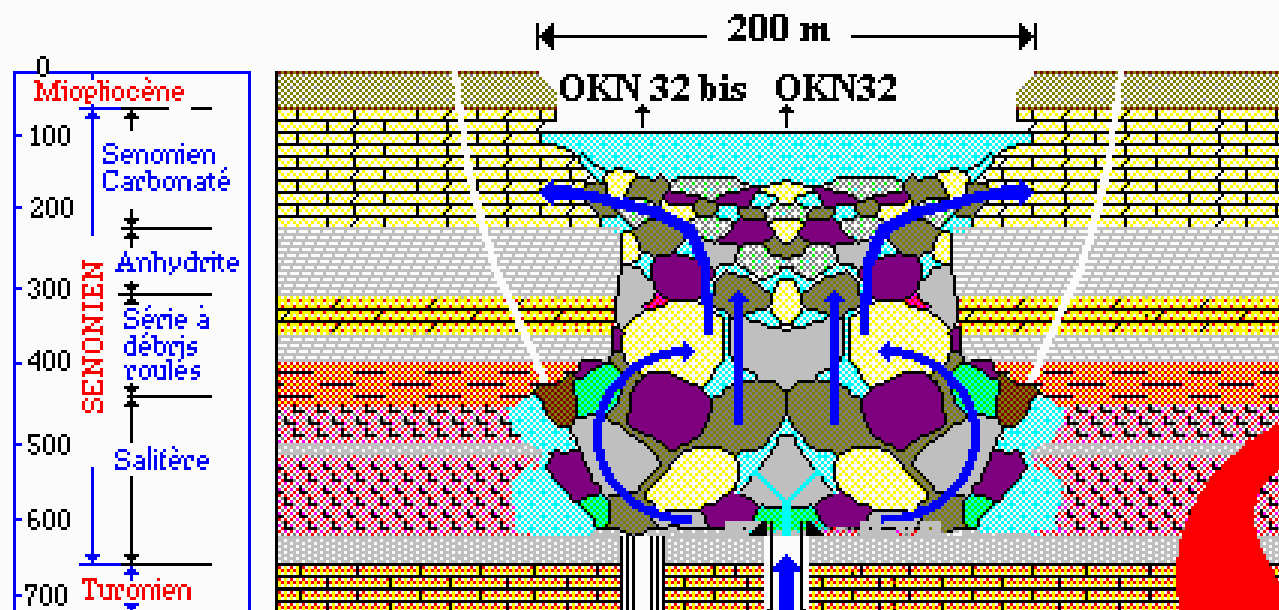
- **VOLUME CAVE =  $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$**
- **RISQUE D'EFFONDREMENT**
- **INCERTITUDE SUR LA TAILLE DE LA CAVE SUBSISTAIT APRES LES CD & VSP.**
- **INTERCEPTION OKN 32 (OPEN-HOLE) ASSEZ ALEATOIRE.**



# EFFONDREMENT DU PUIT LE 26 OCTOBRE 1986



# *E F F O N D R E M E N T du puits*

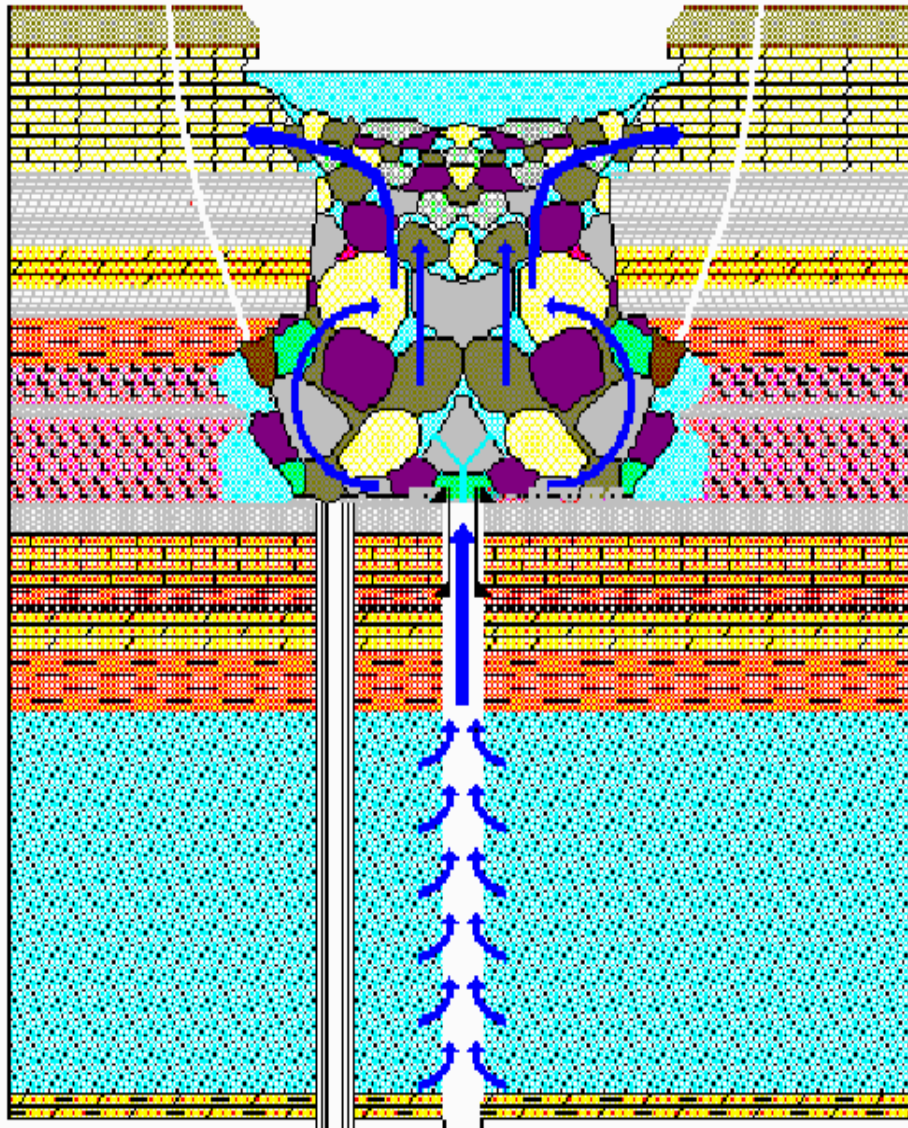


## QUESTIONS CAPITALES:

- \* L'Albien débit-il- encore ou l'effondrement a-t-il arrêté l'écoulement
- \* La cavité dans le salifère s'aggrandit-elle et quelles sont ses limites
- \* Y-a-t-il un risque pour les puits avoisinants
- \* Y-a-t-il un risque d'effondrement majeur
- \* Quelle est la forme de l'envahissement de la nappe phréatique par l'eau saumâtre et quelle évolution peut on attendre
- \* Y-a-t-il un risque pour la ville de OUARGLA
- \* Quel est le débit d'éruption à OKN32
- \* A quel niveau faut il intercepter le forage pour arrêter l'écoulement
- \* Quelles sont les limites de la zone sécurisante pour les puits de maîtrise



# SUIVI DU CRATERE EN SURFACE



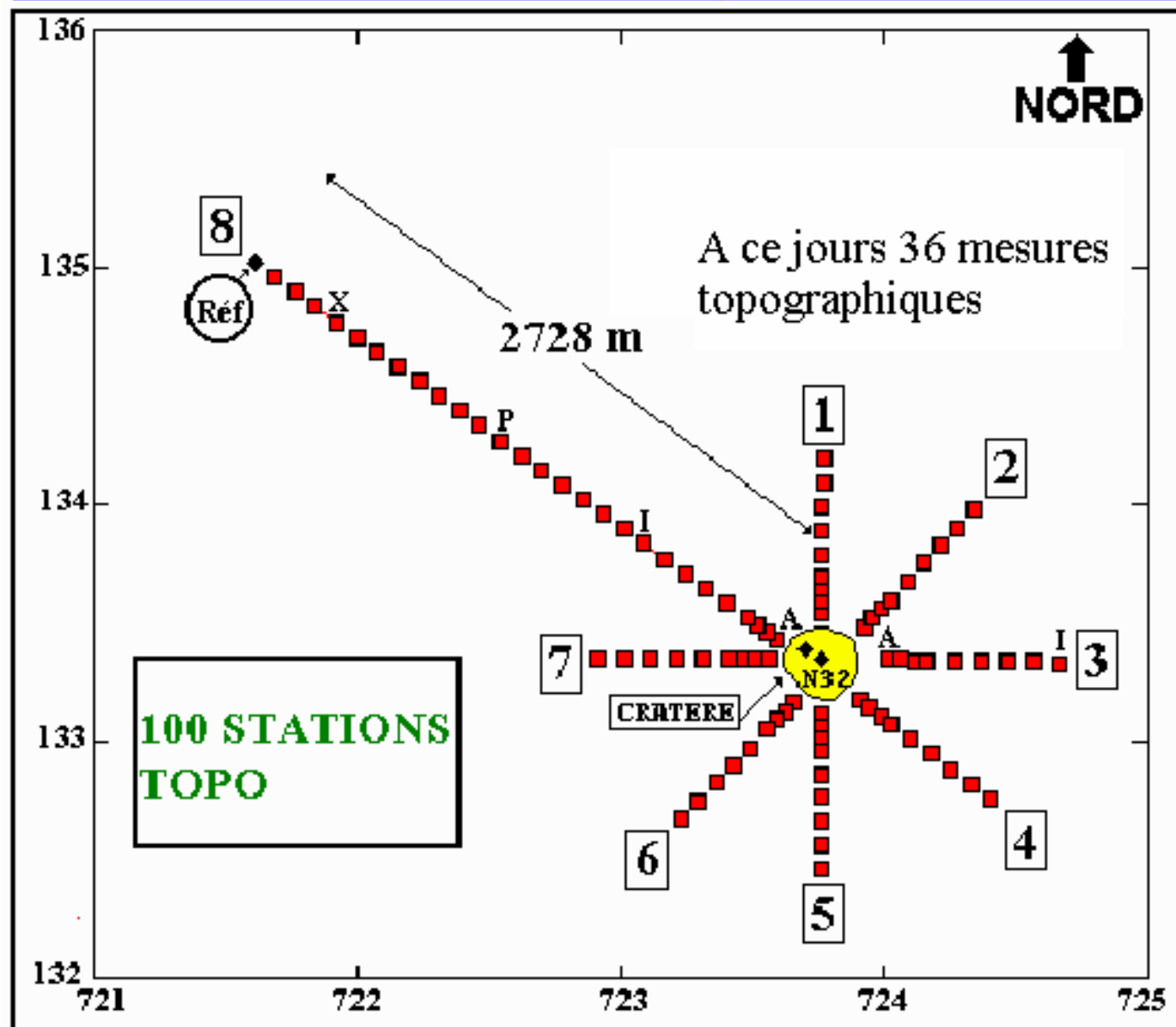
\* Surveillance visuelle

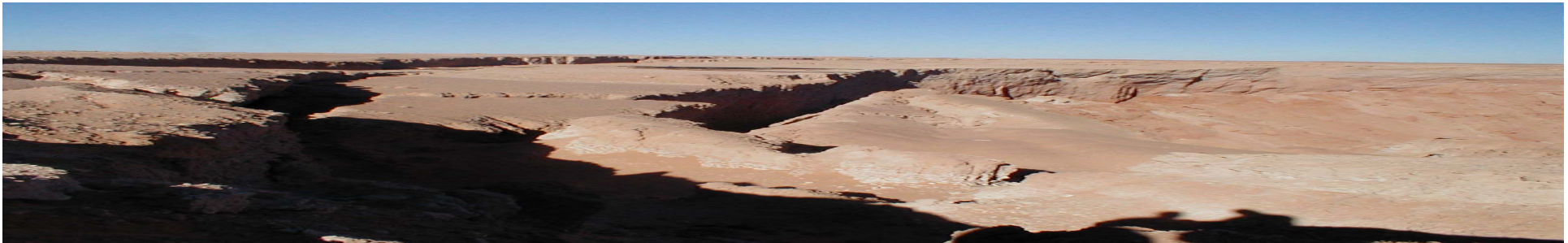
\* Suivi topographique

\* Ecoute sismique permanente



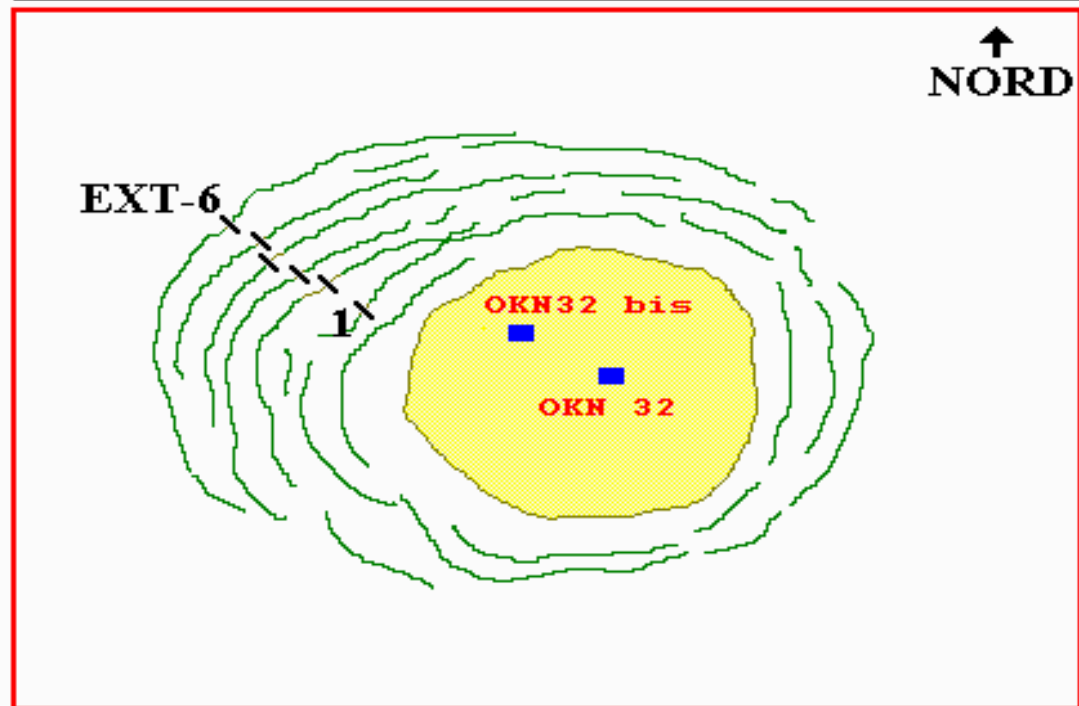
# PLAN D'IMPLANTATION DES STATIONS TOPO





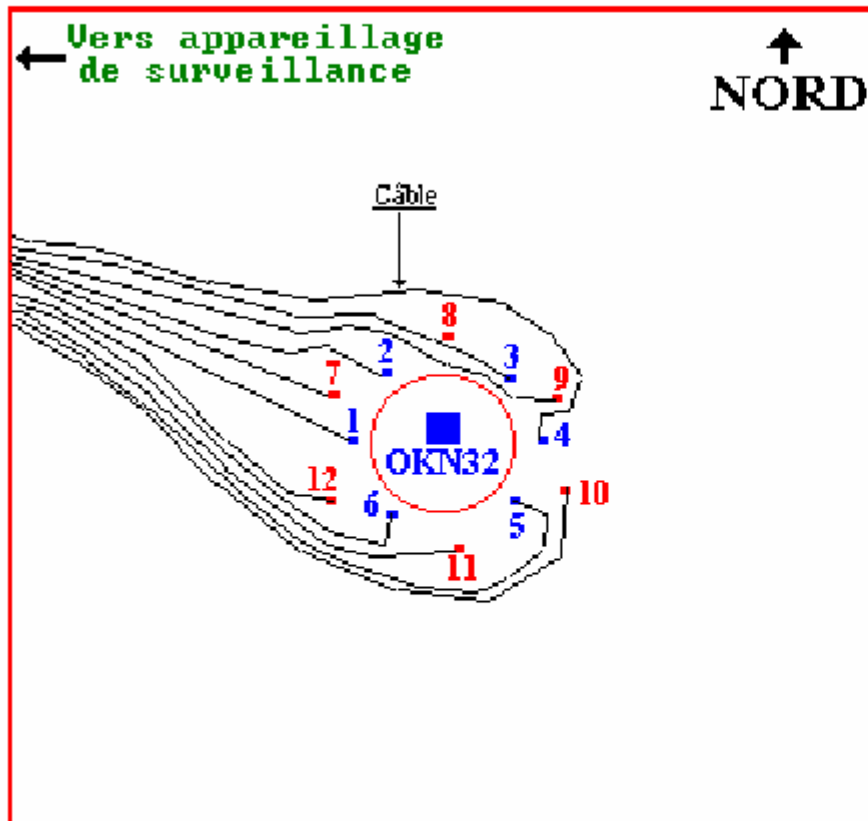
## PLAN D'IMPLANTATION DES EXTENSOMETRES

MISE EN PLACE DE 6 EXTENSOMETRES  
EN MAI 1990

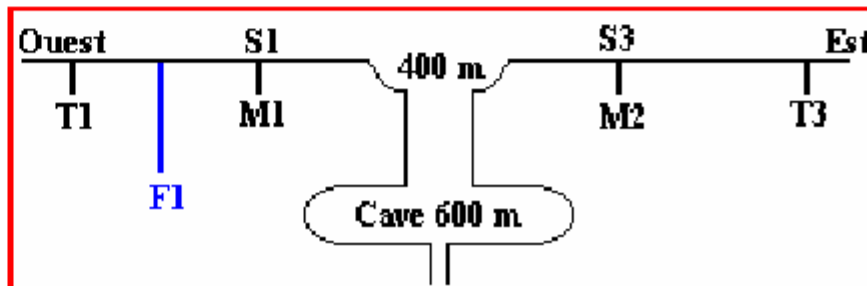
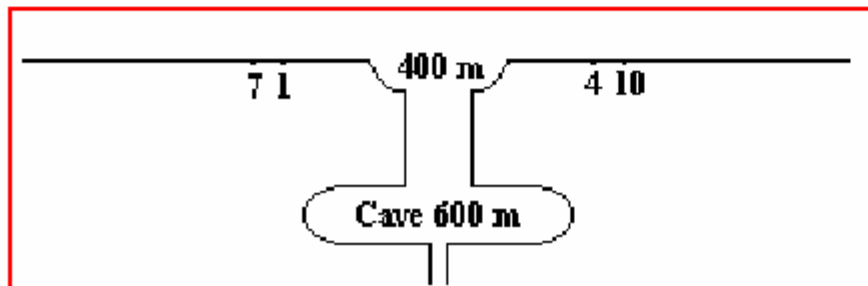
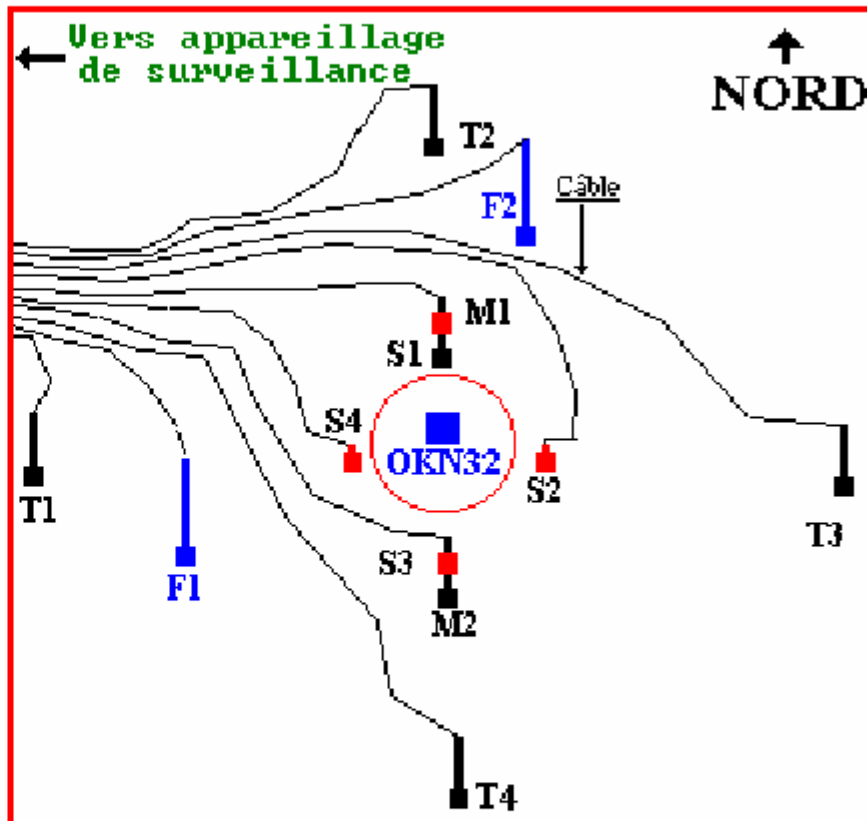


# PLAN DU RESEAU DE SURVEILLANCE SISMIQUE

## ANCIEN SYSTEME - 1989

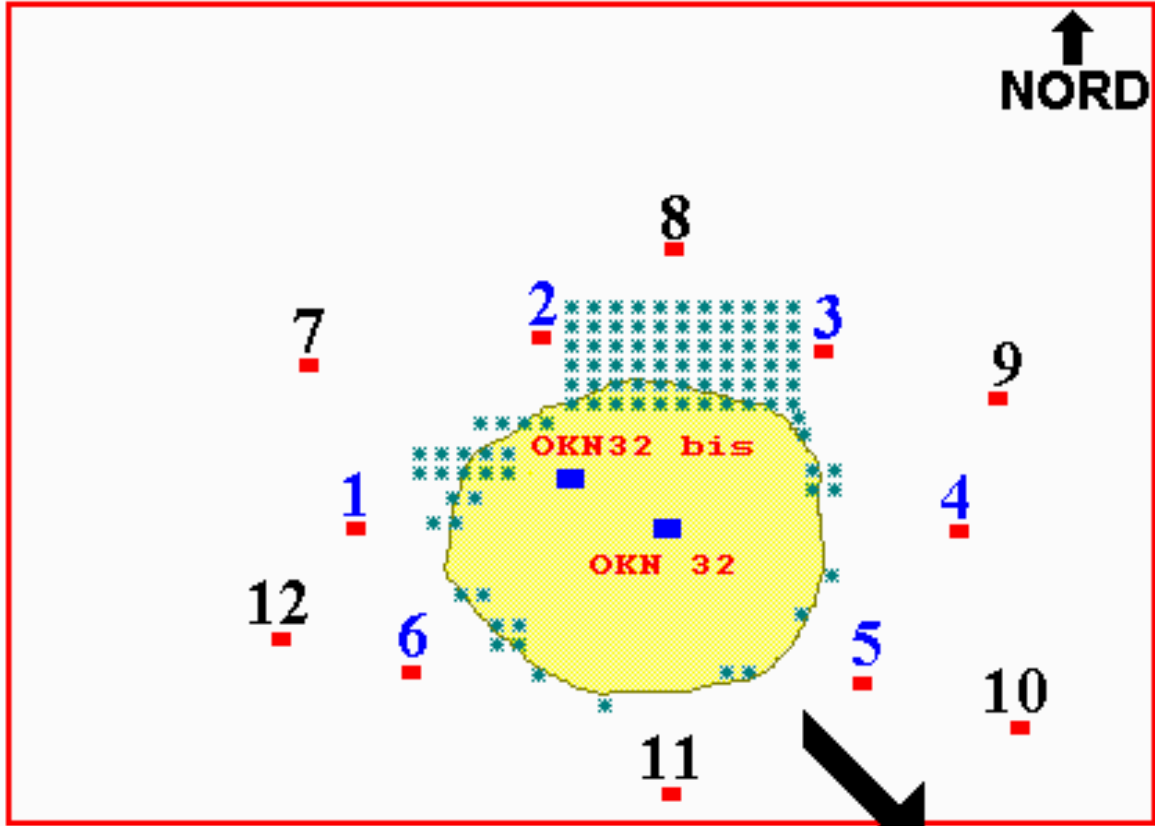


## NOUVEAU SYSTEME - 1998



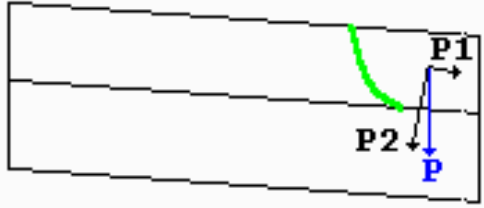


# RESULTATS D'ECOUTE SISMIQ. PERMANENTE

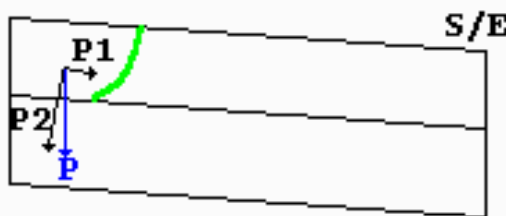


PLUS DE SERURITE  
POUR LES P/ Maîtr.

N/O

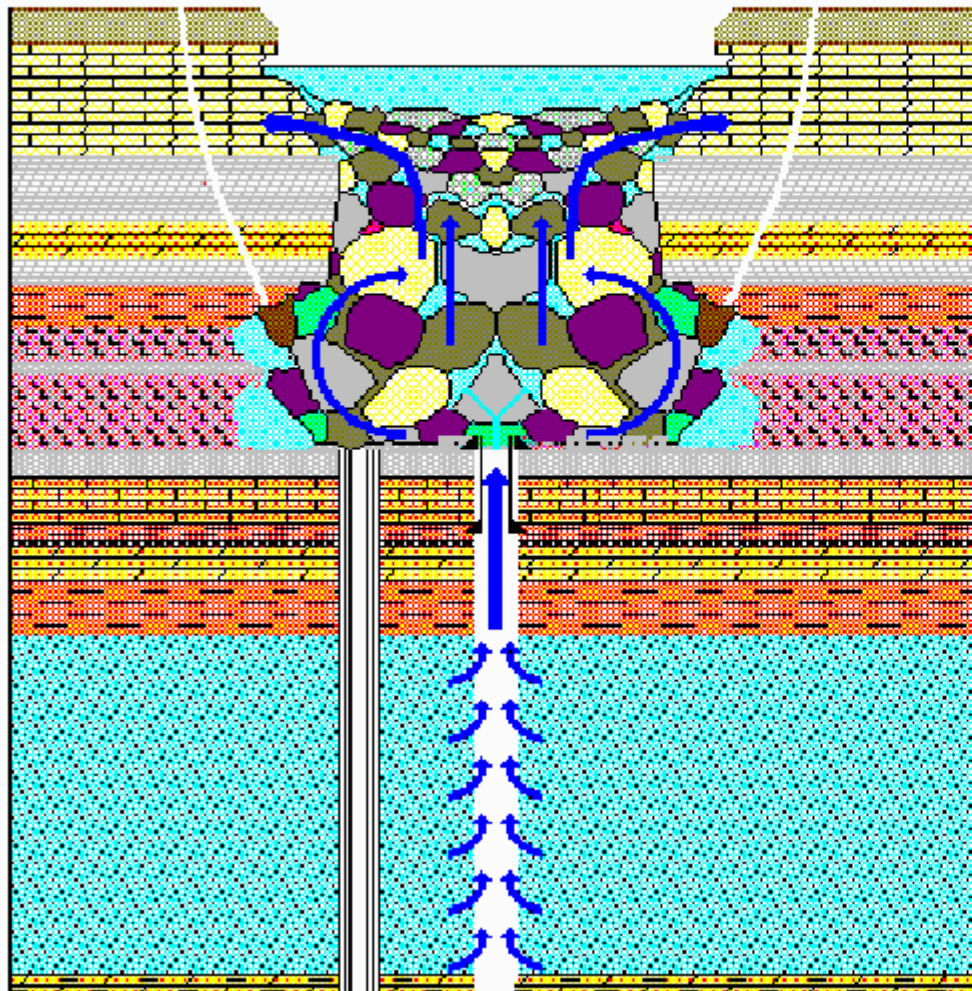


CRATERE



S/E

# ETUDE DES **AQUIFERES** DE SURFACE



**SUIVRE LA CONTAMINATION  
DE LA NAPPE D'EAU.**

- \* Campagnes de résistivité
- \* Suivi des paramètres RPT des piezometres

## RESULTATS DE MESURES DE RESISTIVITES

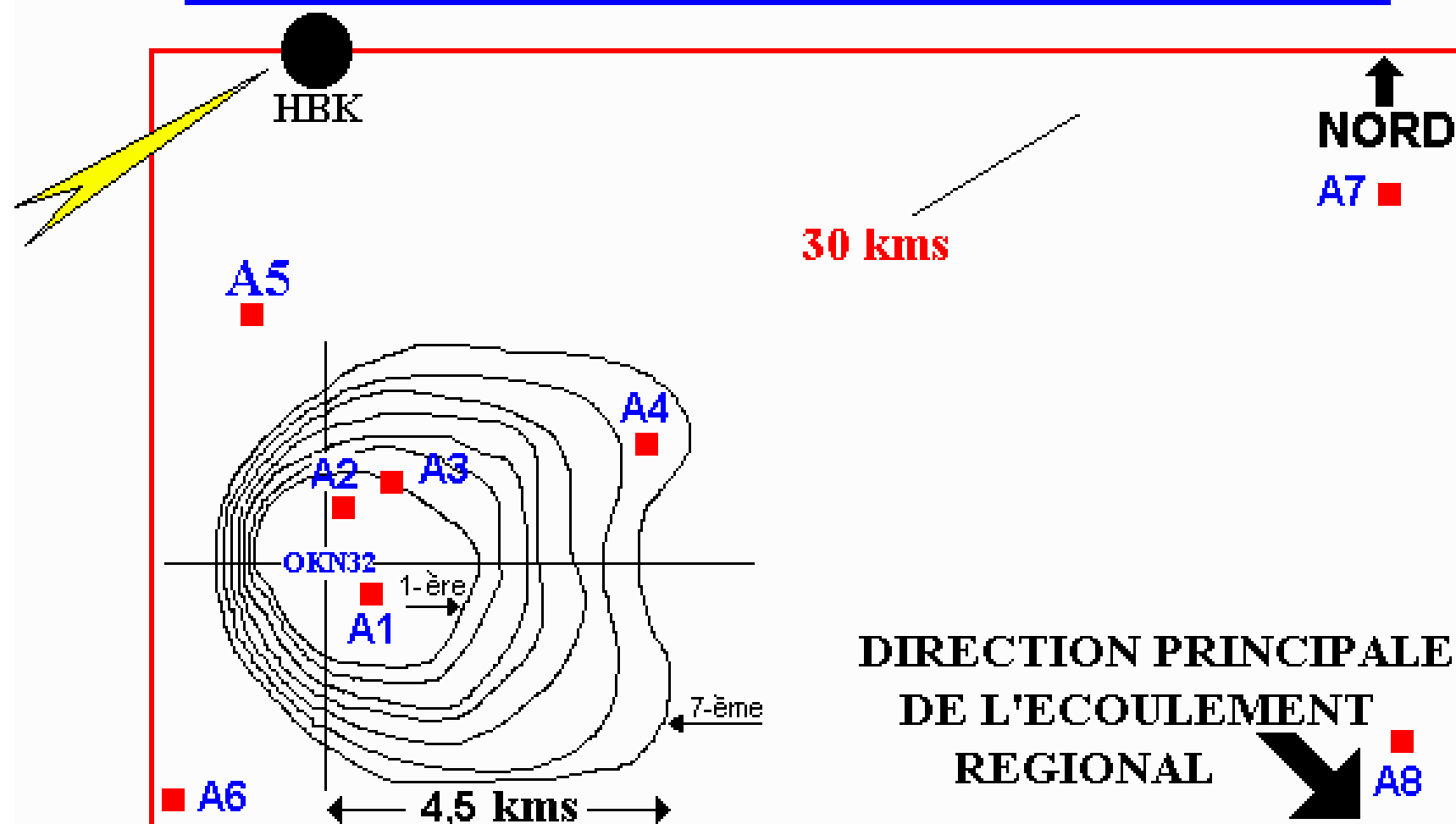
\* AVANCEMENT DU FRONT D'EAU SALEE ( SUD-EST )

\* ARRET DU COTE OUEST

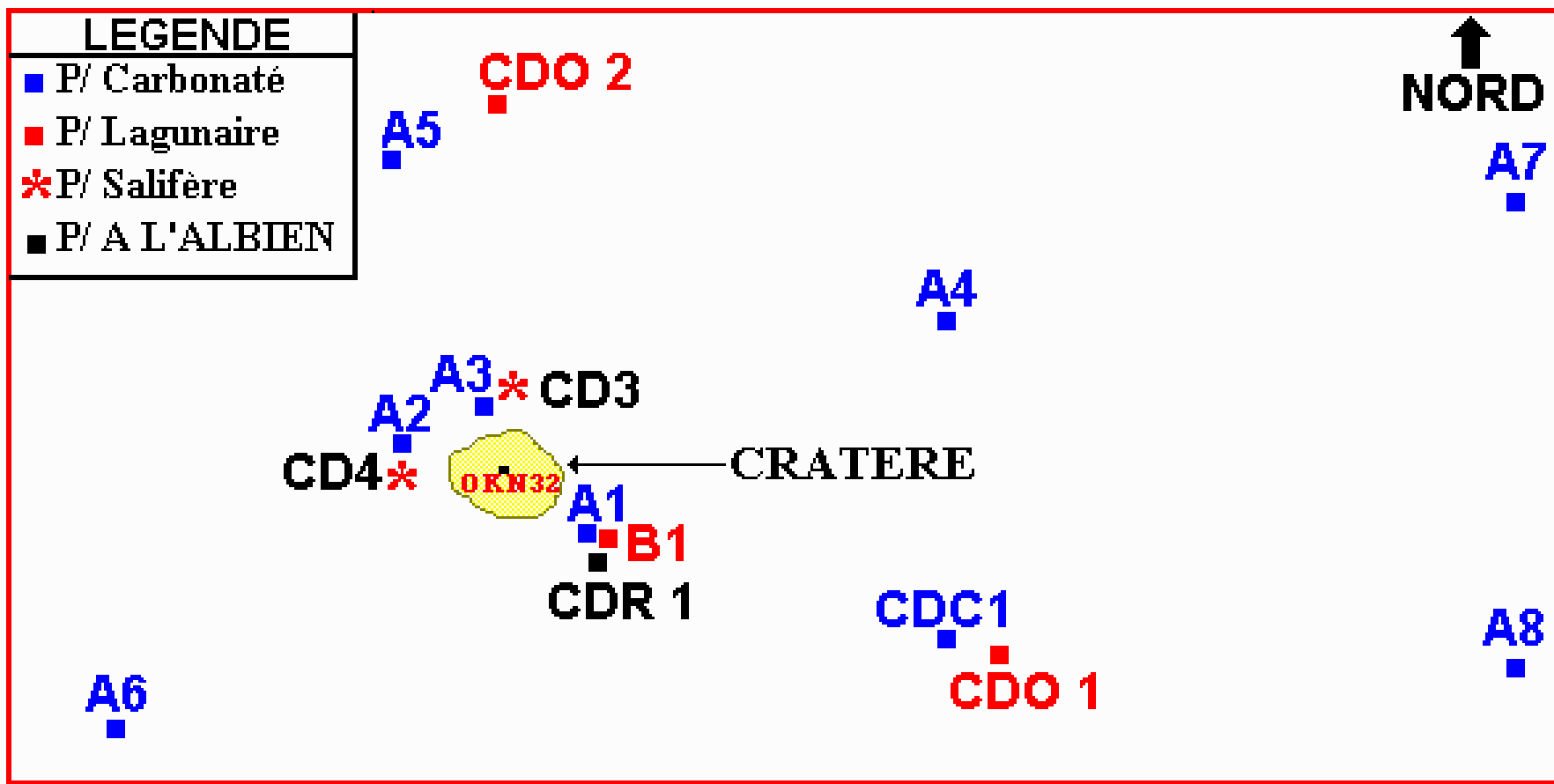
\* AUCUN RISQUE POUR LA VILLE DE OUARGLA

OUARGLA

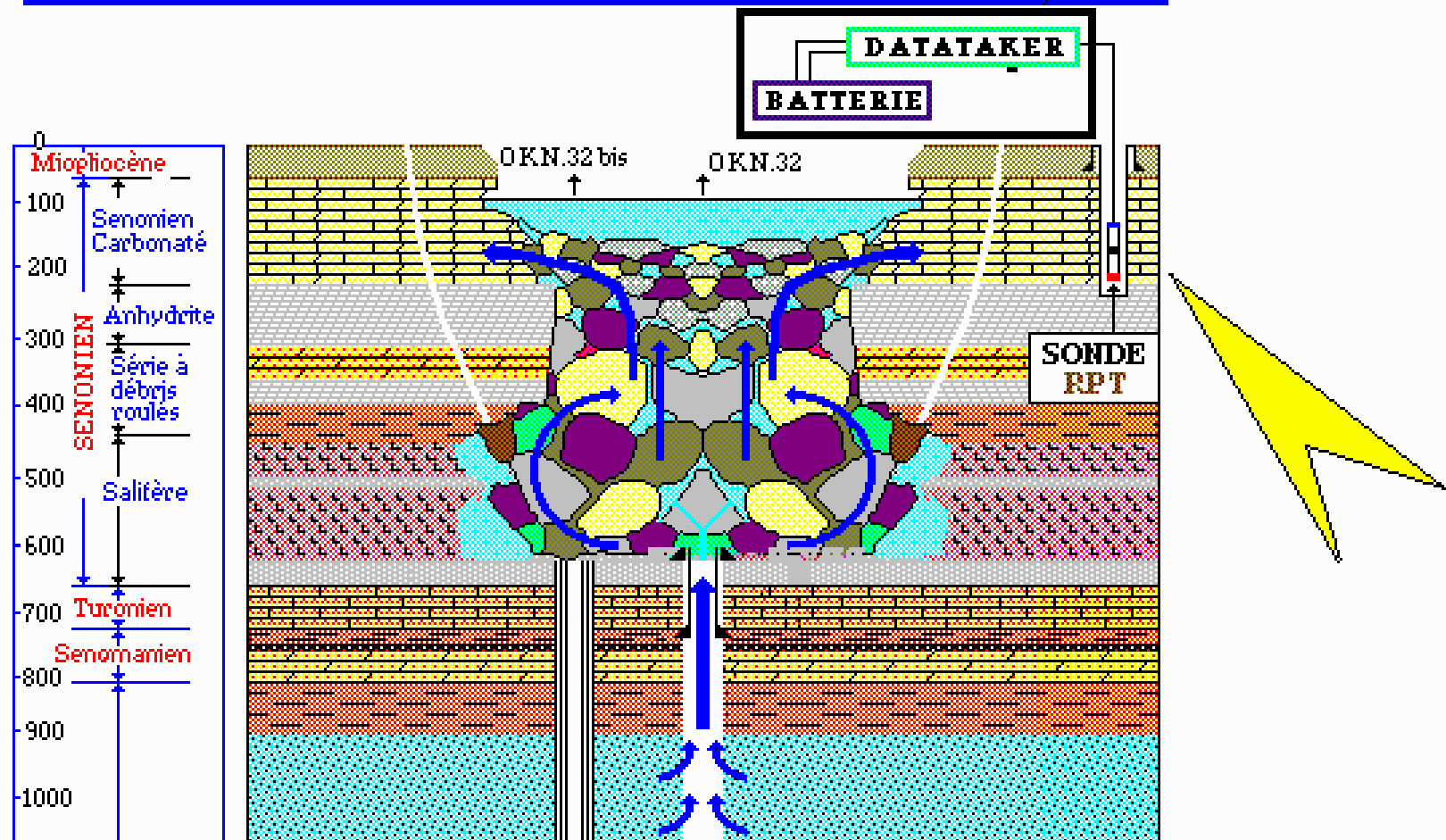
11/87, 04/88, 02/89, 06/90, 03/92, 08/95 & 11/98



# PLAN D'IMPLANTATION DU DISPOSITIF DE CONTROLE PIEZOMETRIQUE



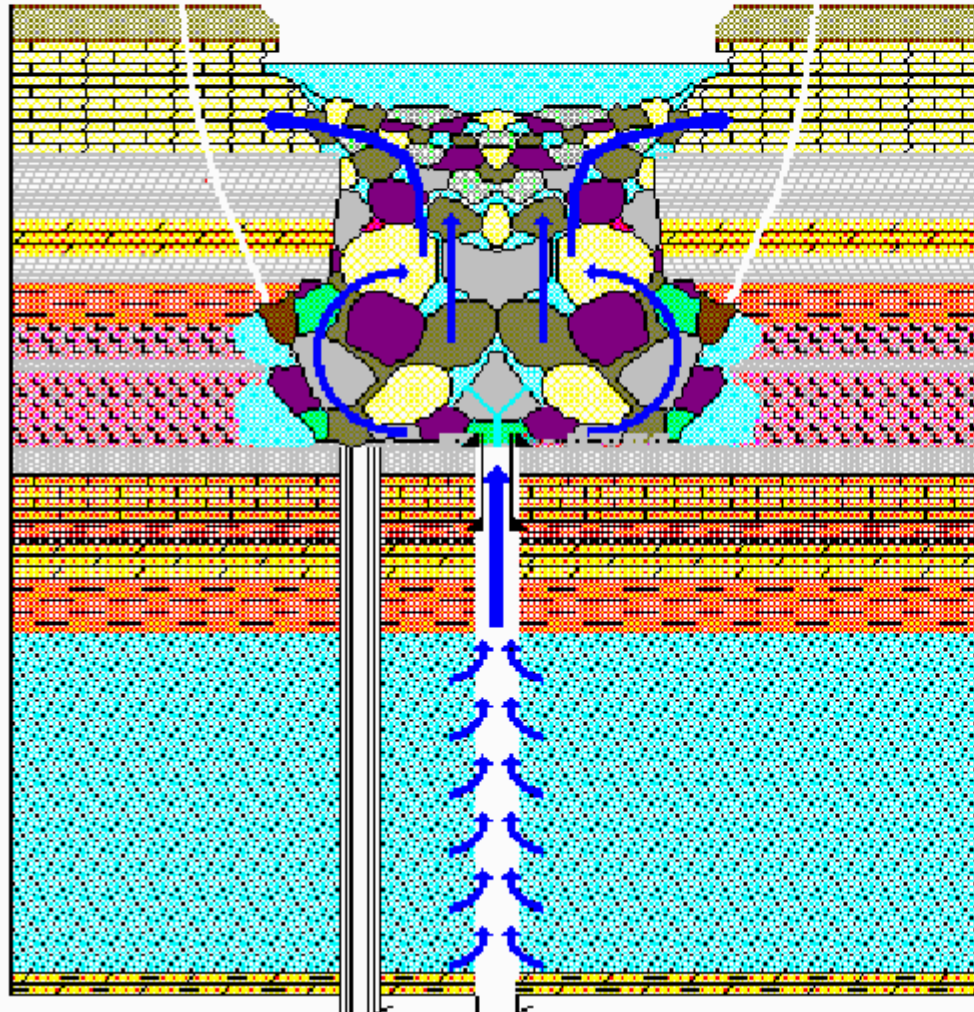
# SUIVI PIEZOMETRIQUE



**LE PIC DE CONCENTRATION MAXIMALE  
A DEPASSE LA 2ème COURONNE SANS  
TOUTEFOIS AVOIR ATTEINT LA 3ème  
COURONNE.**

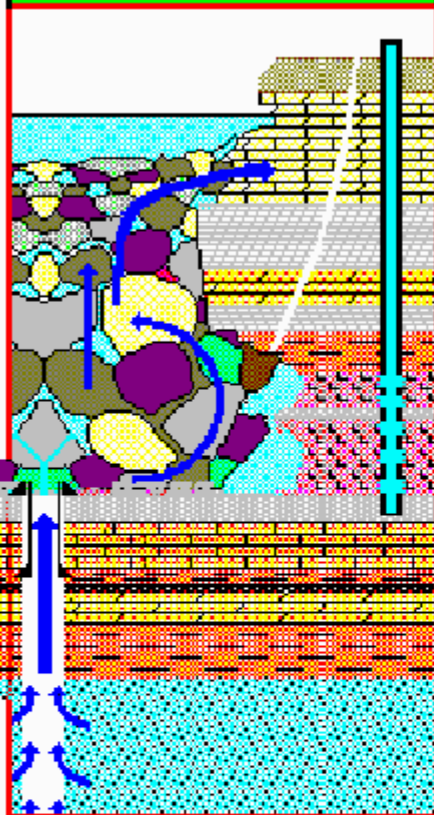


## ETUDE DE LA GEOMETRIE DE LA CAVE

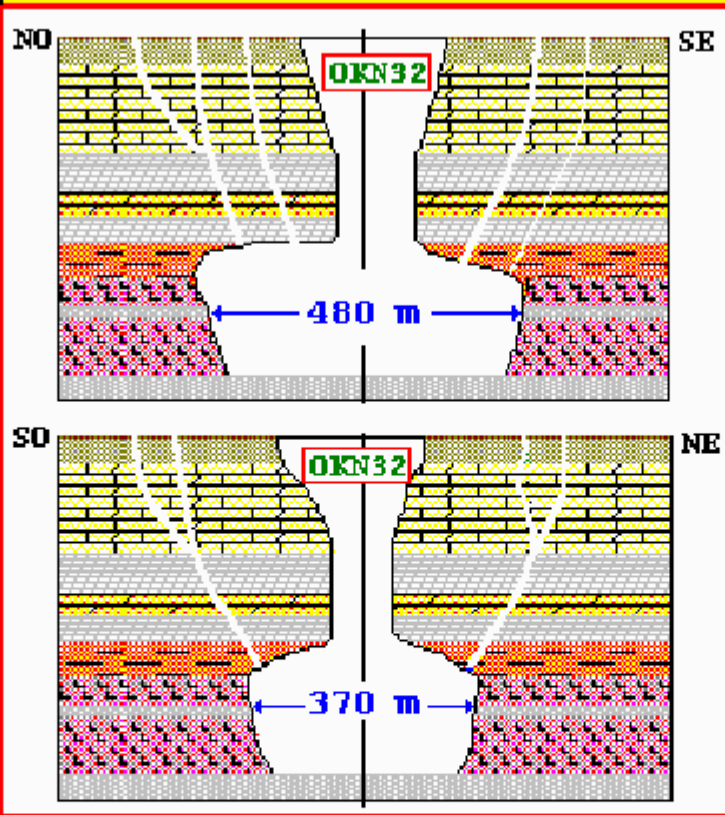


- \* Sismique refraction.
- \* Gravimetrie.
- \* Sismique 3D.
- \* Sismique reflection.
- \* Suivi du niveau de la saumure

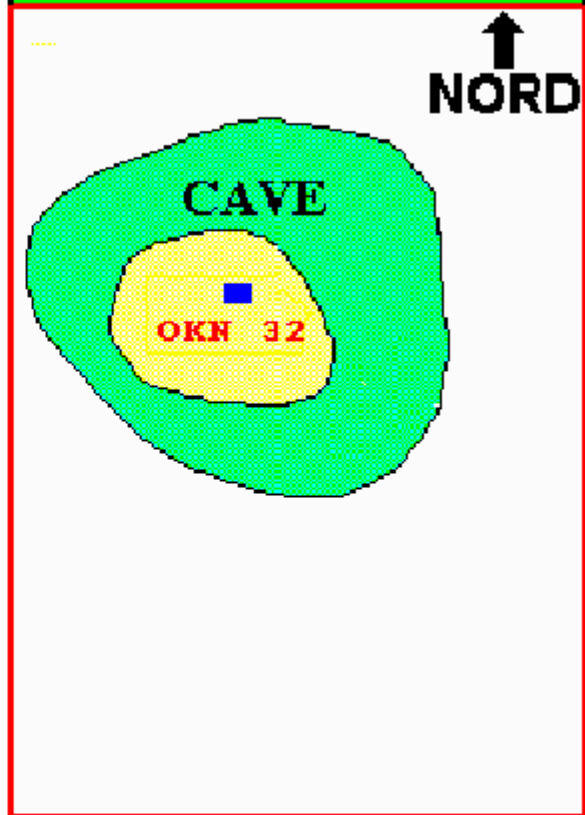
### a) CD. D'OBS



### b) SIS. REFRACTION



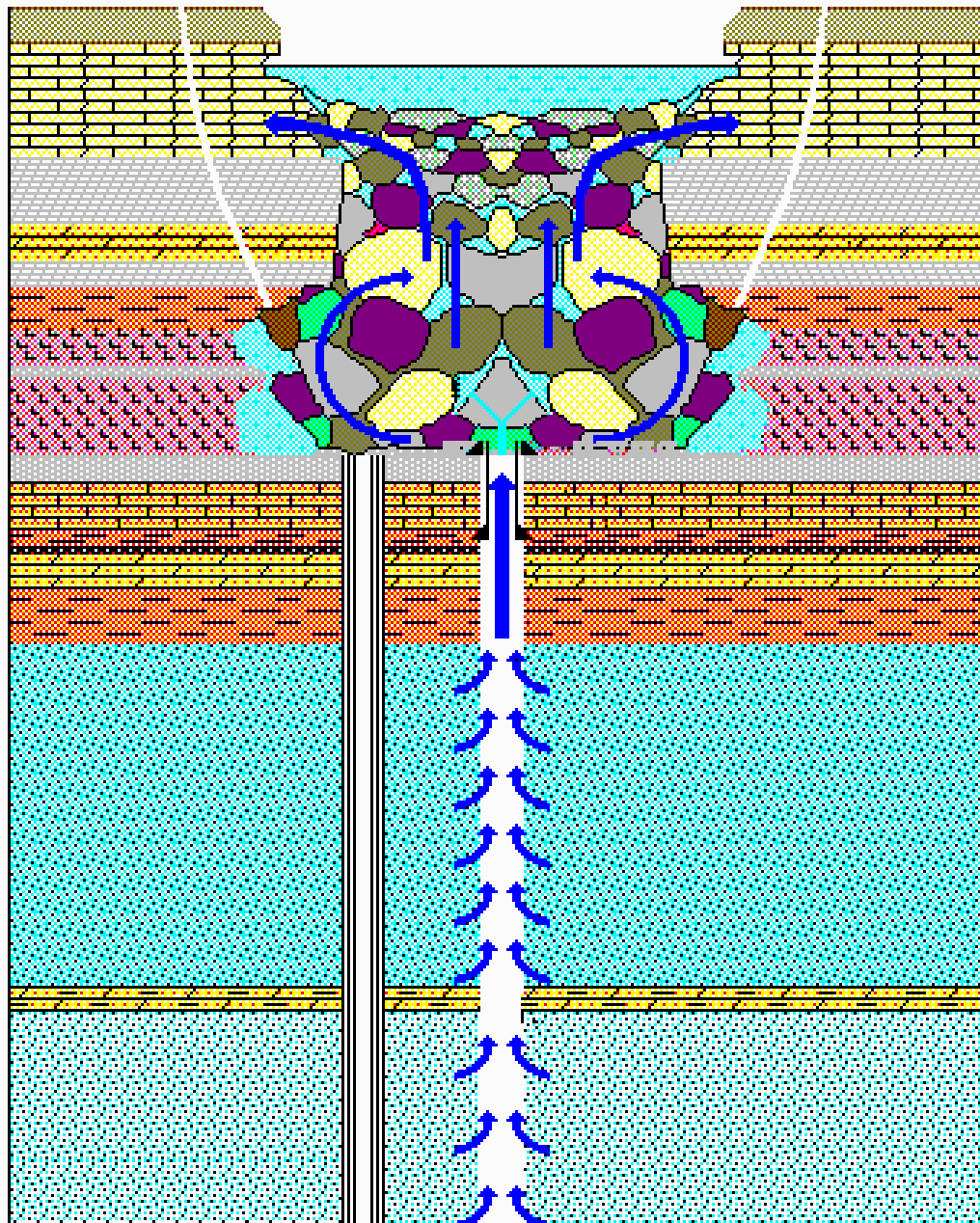
### c) GRAVIMETRIE



### d) SISMIQUE 3D R ~ 600 m

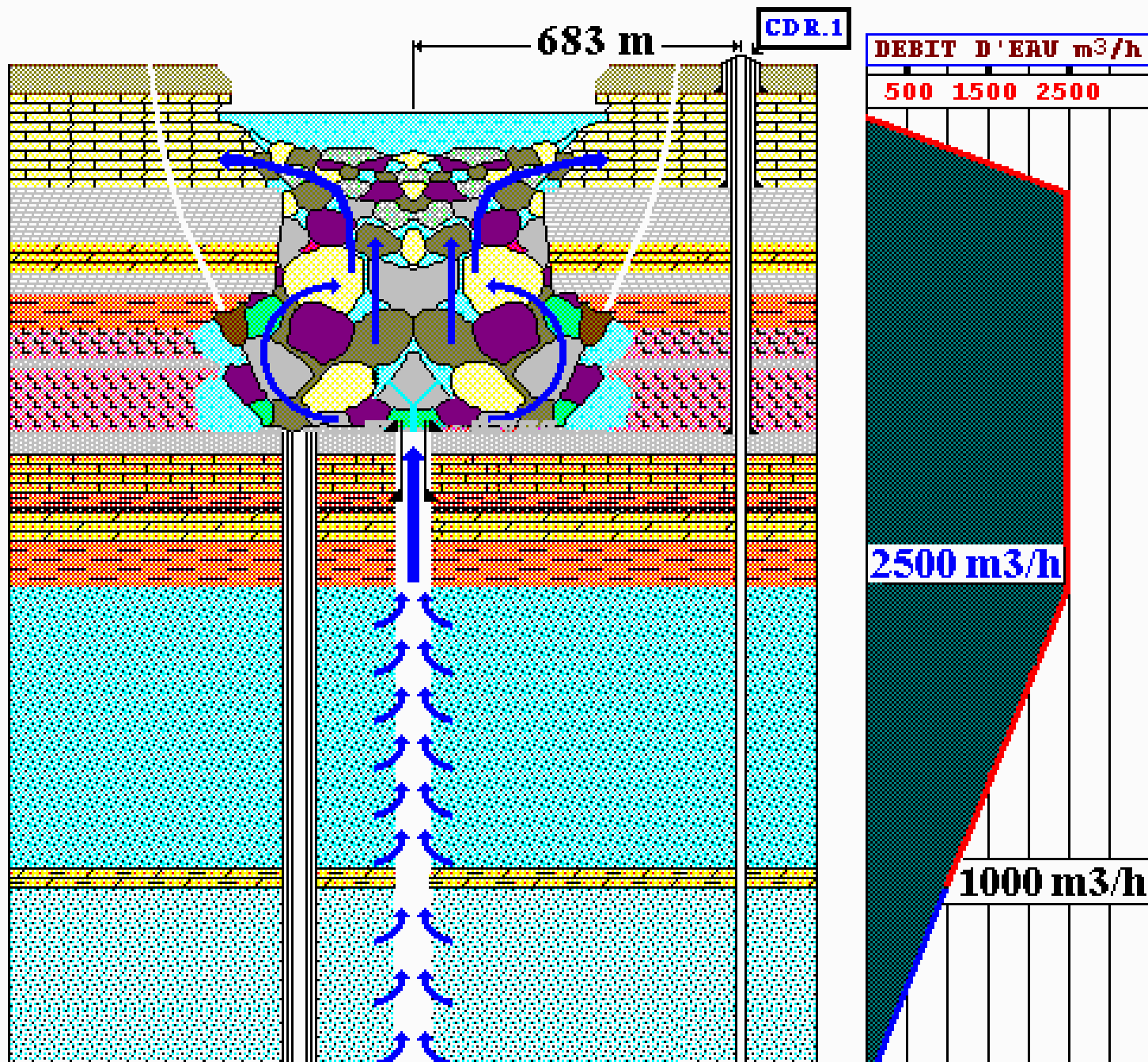
Evolution de la salinité: 256 g/l en 83  
170 g/l en 86  
41 g/l en 88  
3,6 g/l en 2004

## DETERMINATION DU DEBIT DU CI\*



- \* DEBIT TOTAL
- \* BARREMIEN
- \* ETUDE  
D'ERODABILITE  
DE L'ALBIEN.

# DETERMINATION DU DEBIT DU CI\*



# **RESULTATS DES ETUDES & ANALYSES**

- **L'ALBIEN PRODUIT TOUJOURS ENVIRON 2 500 M3/H .**
- **LA SALINITE RESULTANTE NE CESSE DE CHUTER.**
- **LA CONTAMINATION DE L'AQUIFERE EN SURFACE S'ETEND A 6 KM DANS LA DIRECTION SUD-EST.**
- **LA CAVITE EST STATIONNAIRE, 600 M DE DIAMETRE.**
- **LE DIAMETRE DU CRATERE EN SURFACE EST DE 400 M, IL EST APPELLE A AUGMENTER.**
- **LA DISTANCE DE SECURITE POUR LES PUIITS DE MAITRISE EST DE 700 M.**
- **LE DOMAINE D'INCERTITUDE SUR LA POSITION D'OKN32 EST D'ENVIRON 13 M.**
- **LA VILLE DE OUARGLA AINSI QUE, LES INSTALLATIONS PETROLIERES SONT LOIN D'ETRE MENACEES PAR LE PHENOMENE OKN32.**



# **LA NEUTRALISATION DU PUIT**

## **OKN 32 :**

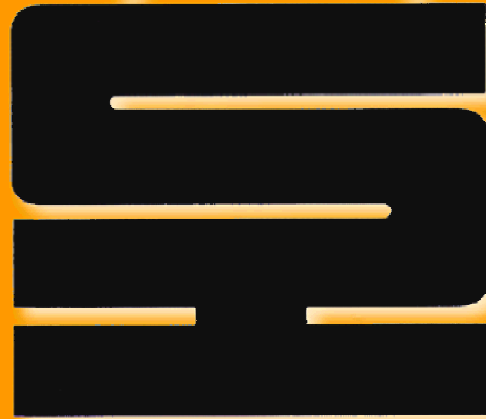
**LA SOLUTION LA MIEUX ADAPTEE CONSISTE A UTILISER LA TECHNIQUE PETROLIERE, ET SA REUSSITE REPOSE SUR:**

- \* LA LOCALISATION D OKN 32 EN REDUISANT AU MAXIMUM LE RAYON D'INCERTITUDE AUTOUR D'OKN32 EN PRENANT COMME REPERE OKN32Bis**
  
- \* LE CHOIX DU PATTERN D'INJECTION (ORIENTATION, DISPOSITION, POINT D'INJECTION...)**
  
- \* LE CHOIX DES TYPES DE COLMATANTS**

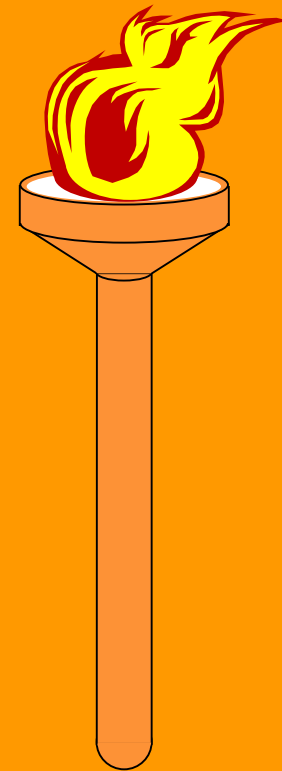
# DIRECTION REGIONALE



سوناطراك



sonatrach



# HAOUD BERKAOUI