



BRGM

MAIRIE D'AMBOISE

-o-

PROJET DE RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION
EN EAU POTABLE DE LA VILLE D'AMBOISE
(Indre-et-Loire)

-o-o-

par

M. CAUDRON

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
Service géologique national

Service géologique régional Bassin de Paris
"Annexe Centre-Beauce"
B.P. 6009
45 - ORLEANS 02

PROJET DE RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

DE LA VILLE D'AMBOISE (I. & L.)

RESUME

Le présent rapport a été rédigé à la demande de la municipalité d'AMBOISE (Indre-&-Loire) qui souhaite améliorer l'alimentation en eau potable de la ville.

Il a pour but de définir les possibilités aquifères offertes par deux nouveaux captages prévus, l'un à l'Ile d'Or, dans la vallée de la Loire, l'autre au domaine de la Verrerie, dans la vallée de la Masse.

Après avoir présenté un aperçu géologique, tectonique et hydrogéologique de la région, et précisé les emplacements des deux ouvrages, on propose :

- Dans l'Ile d'Or, la réalisation d'un puits de 12 m, foncé dans les alluvions et assis sur la craie du Turonien moyen et inférieur. Il captera les eaux de subsurface.

Au cas où les essais de débit ne se révéleraient pas concluants, ce puits serait poursuivi par un forage de 130/140 m de profondeur pénétrant sur une épaisseur de 80 m dans le Cénomaniens. Les formations supérieures étant isolées par cimentation, il captera les eaux contenues dans le réservoir sablo-gréseux de cet étage.

- A la Verrerie, la réalisation d'un forage direct de 140/150 m de profondeur jusque dans le Cénomaniens afin d'exploiter la même nappe

Pour chaque ouvrage sont exposés un schéma technique et un programme succinct d'essais de débit.

PROJET DE RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE LA VILLE D'AMBOISE (I. & L.)

1 - INTRODUCTION

Devant la croissance actuelle des besoins en eau de la ville d'AMBOISE et dans la perspective de la création d'un ensemble urbain à la Verrerie et d'une zone industrielle sur le plateau (lieu-dit les Lombardières) la municipalité d'AMBOISE se voit dans l'obligation de faire appel à de nouvelles ressources aquifères.

Par lettre en date du 6 janvier 1971, le maire d'AMBOISE a demandé au B.R.G.M. une étude hydrogéologique relative à l'implantation de deux nouveaux captages, l'un à l'Ile d'Or, dans le lit mineur de la Loire, l'autre à la Verrerie, dans la vallée de la Masse.

Le 19 janvier dernier, je me suis rendu à la mairie d'AMBOISE, où j'ai été reçu par M. MARTIN, adjoint délégué au maire. En compagnie de M. PINEAU, secrétaire général, j'ai visité les emplacements proposés et rencontré M. AUDAS, ingénieur des T P E à AMBOISE.

2 - SITUATION ACTUELLE DE L'ALIMENTATION

La ville d'AMBOISE est alimentée actuellement par trois puits foncés dans les alluvions de la Loire. Ces alluvions reposent sur la craie tuffeau du Turonien :

- un puits de 11 m de profondeur et de grand diamètre (6 m) exécuté à l'Ile d'Or en avril 1967
- deux puits de 9 m de profondeur, sur la rive gauche de la Loire (lieu-dit Belleroche) exécutés en 1950.

Les six réservoirs répartis à travers l'agglomération ont une réserve totale maximale de 3.200 m³ et recueillent essentiellement l'eau pompée dans le puits de l'Ile d'Or. L'équipement de ce dernier ne permet pas d'obtenir un débit d'exploitation supérieur à 100-120 m³/h dans les meilleures conditions (hautes eaux de la nappe). Les possibilités des deux autres puits sont d'autre part réduites. Or, les besoins moyens actuels dépassent les 2.500 m³/j avec des pointes estivales pouvant atteindre 5.000 m³/j, soit un débit horaire permanent de 210 m³/h.

La municipalité espérait beaucoup d'un forage qu'elle fit entreprendre en 1966 près du réservoir de MOSNY. Profond de 253 m, il a atteint le réservoir inférieur du Cénomanién. Bien que testé à un débit de 150 m³/h, sous une dénivellation de 45 m, il a été abandonné, la qualité chimique de l'eau captée s'est révélée impropre à la consommation (teneur en chlorures : 5,15 mg/l, en sulfates : 5,15mg/l, en sodium : 450 mg/l). Un essai de mélange avec l'eau captée dans les alluvions a été tenté sans succès. Le rapport exigé entre les deux volumes (1 pour 7) s'il donne une minéralisation moyenne, est incompatible avec les débits d'exploitation.

3 - APERÇU TECTONIQUE ET GEOLOGIQUE

M. G. LECOINTRE avait déjà défini dans des rapports précédents la structure en dômes et en cuvettes de la région d'AMBOISE. Celle-ci est, en effet, traversée par un anticlinal (le dôme d'AMBOISE) selon une direction WNW-ESE. De chaque côté de l'anticlinal, les couches de terrain plongent assez rapidement, au N.E. vers la cuvette de CHATEAU-RENAULT, au SW, vers la fosse d'ESVRES-MONTBAZON. Le schéma structural (planche 1) et le profil des coupes géologiques (planche 2) précisent les variations de la cote du toit du Cénomanién.

Des corrélations entre les diverses coupes mettent en évidence dans cet étage une alternance irrégulière de couches sableuses, gréseuses, marno-sableuses et marneuses, et des variations latérales de faciès. Le banc de Marnes à Ostracées n'apparaît qu'au forage de ST-MARTIN-LE-BEAU et peut-être au forage des Boitardières.

Au-dessus du Cénomanién, se développe le faciès crayeux du Turonien. On distingue successivement de bas en haut :

- Turonien inférieur : bancs de craie marneuse chargés de cordons de silex noirs à la partie supérieure, et de glauconie.
Epaisseur moyenne : 20 m
- Turonien moyen : Craie micacée (tuffeau de Bourré) friable.
Epaisseur moyenne : 40 m
- Turonien supérieur : Craie sableuse tendre (tuffeau jaune) à intercalations gréseuses et cordons de silex, passant à un calcaire micro-cristallin à la partie supérieure.
Epaisseur moyenne : 30 m

Dans la zone de l'anticlinal, le Turonien inférieur s'épaissit alors que le Turonien moyen se réduit.

Sur le plateau, le Turonien est coiffé par la base du Sénonien, représentée par des calcaires durs ou une craie gréseuse, et par l'Argile à silex.

Dans la vallée de la Loire, les alluvions reposent, à AMBOISE, sur la craie tuffeau du Turonien moyen ou la craie marneuse à silex du Turonien inférieur. Elles ont une épaisseur comprise entre 5 et 10 m. Elles sont constituées de niveaux d'argile, de sable, de gravier et de cailloutis d'origine lointaine (roches granitiques et éruptives arrachées au Massif central, débris de calcaire de Beauce) ou d'origine locale (silex de la craie, quartz du Turonien sableux). La partie superficielle est souvent limoneuse. La coupe géologique du puits de l'Ile d'Or donne un aperçu des faciès successifs des alluvions (coupe HUILLET) :

0.0	-	1.2	Terre argileuse
1.2	-	1.8	Sable fin argileux
1.8	-	3.0	Alluvions fines
3.0	-	7.5	Sable grenu avec graviers
7.5	-	7.9	Sable gris avec jard
		7.9	Craie tuffeau

4 - APERCU HYDROGEOLOGIQUE

Trois réservoirs aquifères existent dans le sous-sol de la région d'AMBOISE :

- Réservoir des alluvions
- Réservoir de la craie
- Réservoir des sables du Cénomanién

Seuls le premier et le troisième sont susceptibles de satisfaire les nouvelles demandes.

4 - 1 Nappe contenue dans le réservoir des alluvions

La nappe contenue dans ce réservoir est déjà exploitée par le puits de l'Ile d'Or. D'autres captages communaux lui font également appel : TOURS, VOUVRAY, MONTLOUIS, CHARGE, MOSNES.

Le niveau de la surface piézométrique suit les fluctuations du niveau de la Loire, à quelques mètres du sol. Le fleuve draine la nappe alluviale sous un faible gradient hydraulique (1‰). L'écoulement des eaux à l'intérieur du massif alluvionnaire se fait par les interstices et les vitesses de circulation sont fonction de la porosité, donc de la granulométrie des alluvions. Or celle-ci est plus favorable à leur base (niveau de sable grossier et de jard).

Les paramètres hydrogéologiques déterminés à partir des essais de débit sur forages, donnent des valeurs variables

Débit spécifique : rapport entre le débit horaire atteint en pompage et le rabattement stabilisé correspondant.

AMBOISE (Ile d'Or)		93	m ³ /h/m	
AMBOISE (Bellerocbe)		32	"	
CHARGE (AEP)		67	m ³ /h/m	
MOSNES (AEP)		13 à 17	"	selon captage
MONTLOUIS (AEP)		5 à 43	"	" "
VOUVRAY (AEP)		11, 18 & 36	"	" "
NEGRON (Usine ARMCO)		3	"	
NEGRON (for. agricole)		33	"	

Transmissivité T : grandeur représentant l'aptitude d'une formation aquifère à conduire l'eau.

AMBOISE (Ile d'Or) : 1 à 4 × 10⁻² m²/s suivant la direction considérée par rapport au captage.

Coefficient d'emmagasinement total S : rapport entre la hauteur de la tranche d'eau libérable par l'aquifère en un temps illimité sous l'effet d'une diminution de pression et la hauteur d'abaissement correspondant du niveau piézométrique :

AMBOISE (Ile d'Or) : 0,6 à 5% selon la direction considérée par rapport au captage.

Cette diversité des valeurs traduit l'hétérogénéité de la roche magasin. D'autre part, l'épaisseur mouillée du réservoir n'est que de quelques mètres. En fait, les alluvions ne constituent, entre la Loire et le captage, qu'un réservoir-relais, qui sert de massif filtrant.

En réalité tous les captages sont mixtes. Il faut noter en effet, à leur niveau, l'absence d'horizon imperméable, ce qui entraîne une intercommunication entre le réservoir alluvial et le réservoir dans la craie. Si la roche encaissante qu'est la craie, est assez consistante, un réseau de fissures secondaires, à la faveur de dissolutions, peut se développer sur une vingtaine de mètres sous les alluvions. Comme la nappe est en charge, les eaux contenues dans le réservoir de la craie viennent alimenter la nappe alluviale dans des proportions variables certes, mais parfois non négligeables, surtout au droit du lit mineur du fleuve.

Les analyses chimiques révèlent une eau peu minéralisée, carbonatée calcique, localement sujette aux contaminations de surface. Notons qu'à l'Ile d'Or, l'eau captée ne nécessite aucun traitement avant distribution.

4 - 2 Nappe contenue dans le réservoir du Cénomanién

Etendue à toute la Touraine, la nappe captive du Cénomanién est sollicitée depuis très longtemps.

Elle offre une surface piézométrique régulière, légèrement déformée au niveau des grandes vallées. Mise en pression sous la masse crayeuse, elle est toujours artésienne, voire jaillissante dès que la cote du sol le permet (fond de vallées). Bien que l'alimentation soit lente, la nappe du Cénomanién représente une importante réserve d'eau, assurée par une grande épaisseur de son réservoir. (Plus de 100 m).

Néanmoins, l'accroissement de son exploitation cause des baisses de pressions au niveau des captages et les débits spécifiques s'en trouvent diminués.

Etant donné l'hétérogénéité des faciès, ces derniers, ainsi que les transmissivités varient aussi dans l'espace.

Voir tableau ci-après :

Communes	Débit jaillissant	Débit spécifique	Transmissivité
Désignations	aux essais	en m ³ /h/m	en m ² /s
	en m ³ /h		
AMBOISE (Guilleminot)	80	(8,5)*	5,6 × 10 ⁻³
AMBOISE (Boitardières)	-	0,8	-
AMBOISE (Mosny)	-	3,4	5,0 × 10 ⁻⁴
CIVRAY-SUR-CHER (AEP)	14	(0,9)*	3,0 × 10 ⁻⁵
ST-MARTIN-LE-BEAU (SAFER)	60	(9,5)*	4,0 × 10 ⁻³
ST-AVERTIN (AEP)	100	(20,0)*	3,3 × 10 ⁻³
MONNAIE (AEP)	-	3,9	-

En général les caractéristiques hydrodynamiques sont meilleures à l'aplomb des vallées.

Le coefficient d'emmagasinement est celui d'une nappe captive** de l'ordre de 0,1%.

Une minéralisation assez forte caractérise les eaux du Cénomaniens. Le tableau ci-après donne quelques valeurs des principaux éléments chimiques. La teneur en fer, est en général, supérieure à la norme admise par l'O.M.S. A titre de comparaison, sont indiquées sur ce même tableau, une analyse de l'eau du captage de l'Ile d'Or et les normes O.M.S.

Lors de ma visite, j'ai effectué deux prélèvements d'eau aux forages de l'Usine Guilleminot et des Boitardières. Leur analyse a donné les résultats suivants :

	∠ 18°	T°	Cl ⁻	TH	Fe
	∠ cm/cm ²		mg/l		mg/l
Usine					0,2
Guilleminot	1830	15°5	52	33	à
					0,3
Boitardières	1510	13°2	19,2	34	0,2
					à
					0,3

On remarque la teneur élevée en Fe (> 0,2 mg/l) et des teneurs faibles en chlorures. Il faut préciser que le forage des Boitardières capte une partie des eaux dans la craie du Turonien

* Débit spécifique estimé

** Rapport entre la quantité d'eau libérable sous l'effet de la compression élastique de la roche (et de l'expansion de l'eau) due à l'abaissement de pression jusqu'à la pression atmosphérique, et le volume total de la roche aquifère.

COMMUNES	ST-MARTIN-LE-BEAU	MONNAIE	AMBOISE	ST-AVERTIN	AMBOISE	AMBOISE	Normes O M
DESIGNATIONS	Safer	AEP	Guil.	AEP	Mosny	Ile Or	
Epaisseur du CENOMANIEN traversée	107 m	91 m	52 m	97 m	98 m		
Température	18°	15°8	-	17°4	17°5	11°9	
Résistivité (18°) en ohms-cm/cm ²	975	2060	1840	990	445	3675	
pH	7,65	7,35	7,7	7,5	7,5	7,2	7 à 8,5
Dureté totale degrés franc.	16°	25°	10°	18°8	30°	12°	30
TAC	23°9	20°9	23°5	28°6	25°	10°7	
SiO ₂ en mg/l	12,5	24	-	-	9	12	
CO ₂	8	16	-	-	16	12	
H ₂ S	0	0	-	-	tr	0	
Ca ⁺⁺	37	90	22,5	-	69,5	40,5	75
Mg ⁺⁺	15	6	10	-	32	5	50
NH ₄ ⁺	0,75	0	-	0,75	2	0	
Na ⁺	210	17	-	-	450	13	115
K ⁺	14	2,6	-	-	25	3	
Fe ⁺⁺⁺	0,3	0,5	0,15	0,5	0,35	0	0,2
Mn ⁺⁺	0	0,1	-	-	0	0	0,1
HCO ₃ ⁻	292	255	0	-	305	131	
Cl ⁻	190	45	23	157	515	10	200
SO ₄ ⁻⁻	111	16	30	91	320	25	200
NO ₃	tr.	tr.	tr.	0	0	4	22

5 - SOLUTIONS PROPOSEES

La municipalité prévoit l'implantation de deux nouveaux captages, l'un à l'Ile d'Or, de première urgence, l'autre à la Verrerie.

5 - 1 Captage de l'Ile d'Or

Cet emplacement qui se situerait non loin du captage déjà existant, permettrait de bénéficier des installations actuelles de refoulement vers les réservoirs, de la force électrique, de conditions favorables d'hygiène, des droits de propriété de la ville d'AMBOISE sur toute la partie orientale de l'Ile.

Deux réservoirs différents répondent aux exigences imposées en première urgence, à savoir :

- Débit exploitable minimum de 100 m³/h
- Délais d'exécution du captage

5 - 11 Appel au réservoir mixte alluvions-craie

Il s'agit de renouveler l'expérience du puits existant à l'Ile d'Or, avec quelques modifications techniques néanmoins.

L'examen des essais de débit réalisés sur le sondage préliminaire au puits actuel, en novembre 1966, a dégagé de bonnes valeurs de débits spécifiques (60 et 79 m³/h/m), de transmissivités (1 à 4 × 10⁻² m²/s) et de coefficients d'emmagasinement (0,6 à 5,3%). Cependant, ces valeurs varient selon la direction considérée. Les meilleurs résultats ont été obtenus dans la direction du piézomètre P² (NE), puis P³ (SE) puis P¹ (NW) et enfin P² (SW). La représentation graphique (planche 3) des rayons d'action fictifs dans les quatre directions confirme cette hétérogénéité. Les valeurs sont déterminées par défaut car elles ne tiennent pas compte de l'effet de la perte de charge au niveau du puits. Cet obstacle supplémentaire à l'écoulement des eaux tend à diminuer l'influence à distance du pompage. Dans le cas présent, il n'est pas possible de chiffrer cet effet.

Compte tenu de l'occupation de la surface disponible, l'emplacement le plus favorable est dans la direction du piézomètre n° 3 à 130 m du puits actuel et à 50 m de la rive méridionale de l'Ile.

La réalisation du captage devra être opérée en 2 phases :

a) Phase préliminaire :

- Creusement d'une avant-fouille de 1,50 m de diamètre, de profondeur suffisante pour qu'elle pénètre de 4 m dans la craie : soit 12 m environ.
- Mise en place d'un tubage de 1,2 m de diamètre et d'un massif filtrant de gravier calibré dans l'espace interannulaire.

- Fonçage de 5 piézomètres atteignant la craie et disposés ainsi :
 - A 25 m au NE
 - 25 m au SE
 - 10 m au NW
 - 25 m au NW
 - 65 m au NW (à mi-distance entre le sondage et le puits actuel).
- Essais de débit de longue durée (modalités à définir lors de la réalisation du puits)

b) Phase définitive

En cas d'essais concluants, le puits sera aménagé comme le premier, mais sans augmentation de diamètre, avec éventuellement un développement du massif filtrant. Un second essai de débit de longue durée -72 heures- sera nécessaire.

5 - 12 Appel au réservoir du Cénomanién

En cas d'échec, l'ouvrage provisoire sera approfondi par forage au Cénomanién.

Coupe prévisionnelle des terrains (cote au sol +57)

0	-	8	Alluvions
8	-	50/60	Turonien moyen et inférieur
50/60	-	180/200	Cénomanién-Albién (?)
vers		200	Jurassique (Kimméridgien)

Le forage sera arrêté vers 130-140 m de profondeur afin de ne pas courir le risque de capter des eaux de la base du réservoir, qui se sont révélées très minéralisées au forage de Mosny. Il captera les eaux des horizons sablo-gréseux supérieurs repérés sur les différents profils (annexe 2). Dès la pénétration du forage dans le Cénomanién sableux, le débit sera jaillissant.

Le schéma technique peut se concevoir ainsi (planche 4) :

- Tube plein définitif de 0,8 m de diamètre de la tête du forage au toit du Cénomanién, ou à la base des marnes à Ostracées si elles existent : soit 50 à 60 m.
- Cimentation annulaire entre tube et terrain sur 0,20 m d'épaisseur
- Colonne de captage de 0,50 m de diamètre de 50 m au fond avec filtre en gravier 3/8 sur 15 m d'épaisseur et crépines au niveau des formations sablo-gréseuses : soit 70 à 80 m.

Après avoir procédé à un essai de développement de l'ouvrage par paliers progressifs et à son curage, on effectuera l'essai définitif en plusieurs phases successives, deux de courte et égale durée et de faible débit, la troisième de longue durée, au débit d'exploitation souhaité. Au cours de cette dernière phase il serait intéressant de doser plusieurs fois le fer.

Après avoir eu connaissance des résultats de l'analyse chimique, on décidera de la nécessité d'une station de déferrisation.

Enfin, durant toute la période des essais, il serait judicieux d'installer un limnigraphe sur le forage des Boitardières, afin de détecter une éventuelle influence sur le niveau piézométrique.

Quelque soit la solution définitive, il sera indispensable de prévoir une surélévation du captage, de l'ordre de deux mètres, avec capot étanche, pour le protéger des crues éventuelles de la Loire.

5 - 2 Captage de la Verrerie

Les conditions hydrogéologiques de la vallée de la Masse étant moins favorables qu'à l'Ile d'Or (alluvions très réduites, craie marneuse du Turonien inférieur) une seule solution semble permettre d'atteindre le but recherché (≥ 100 m³/h en exploitation)

Comme emplacement favorable, je propose l'angle NE du domaine de la Verrerie acquis par la ville d'AMBOISE, à 25 m de la D 61 et à 25 m du fossé de Ribouillet. La cote au sol, à cet endroit se situe vers +68 EPD.

Coupe prévisionnelle des terrains

0	-	60/70	Argile à silex et Turonien moyen et inférieur
60/70	-	180/190	Cénomaniens et Albien (?)
vers		190	Jurassique

Pour les mêmes raisons citées précédemment, le forage sera arrêté vers 140/150 m de profondeur.

Pour sa réalisation technique on peut reprendre le schéma proposé pour le forage dans l'Ile d'Or en modifiant les longueurs de tube en fonction de la cote de la base des marnes à Ostracées.

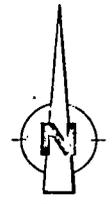
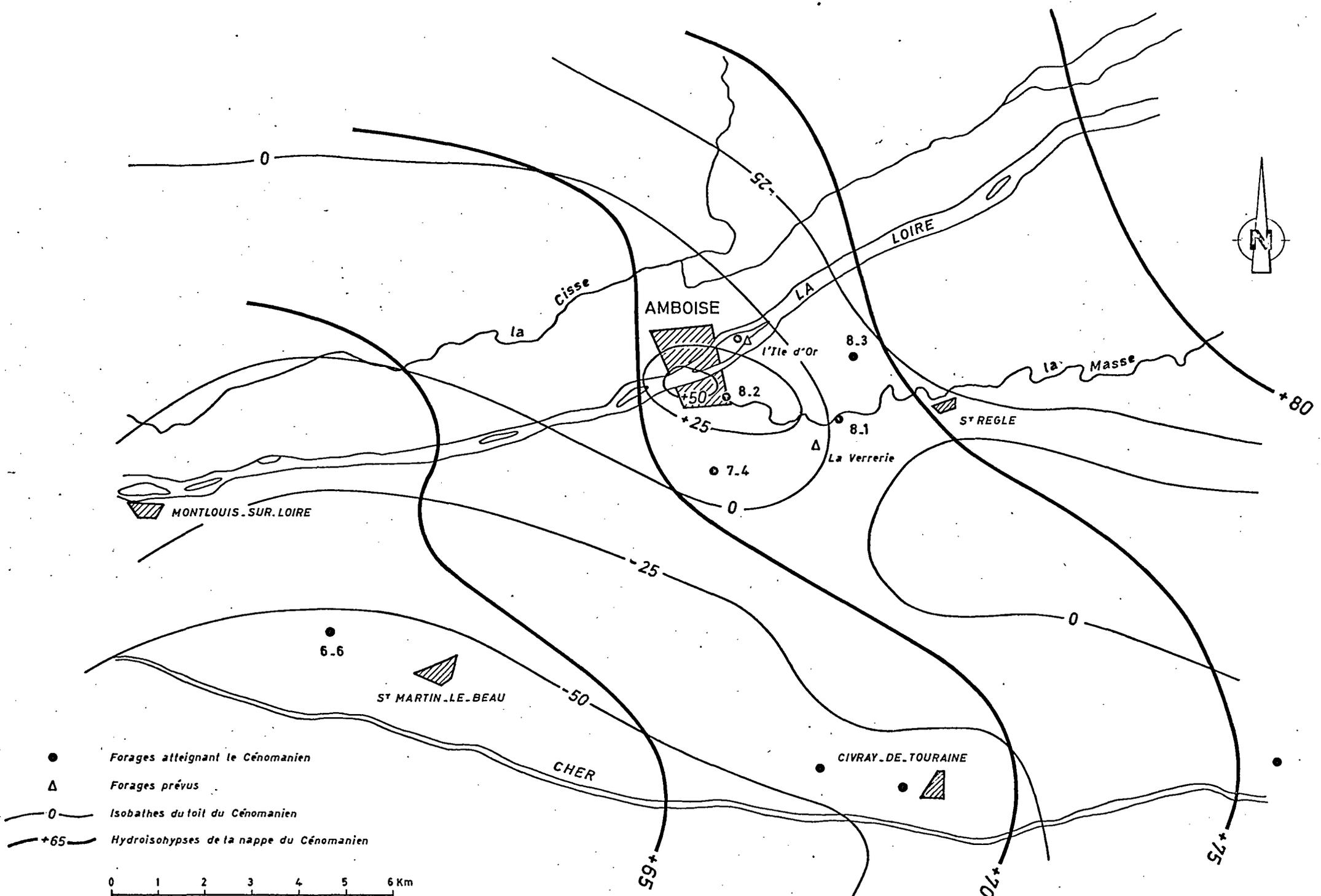
La conduite des essais de débit sera identique à celle développée précédemment. Une station de déferrisation propre à ce captage sera indispensable si les teneurs en fer sont trop élevées.

6 - CONCLUSIONS

Les solutions théoriques exposées dans ce rapport doivent donner à la ville d'AMBOISE les moyens de résoudre définitivement le problème de son alimentation en eau.

Orléans, le 27 janvier 1971

M. CAUDRON

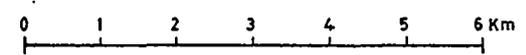


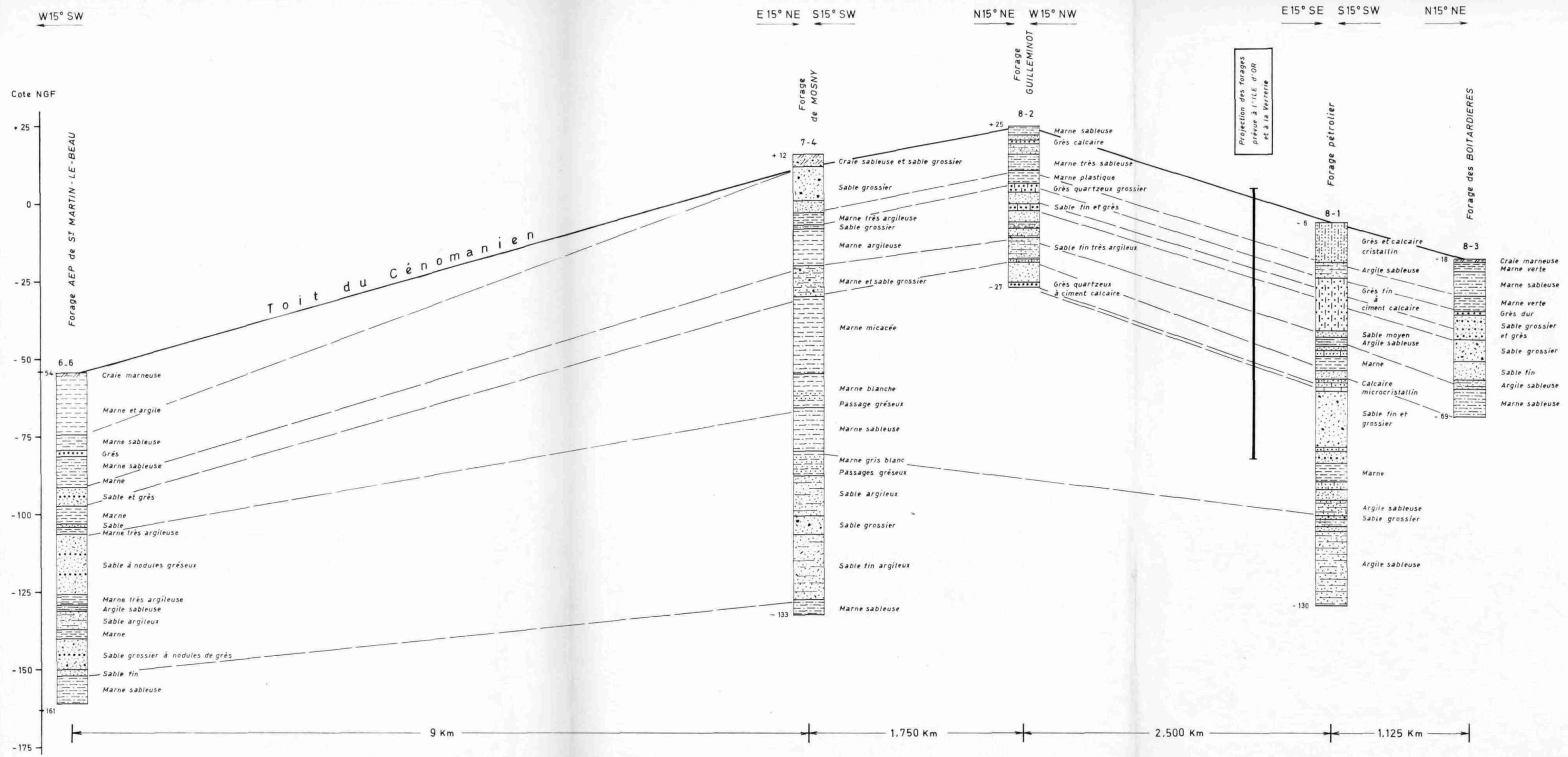
● Forages atteignant le Cénomaniens

△ Forages prévus

— 0 — Isobathes du toit du Cénomaniens

— +65 — Hydroisohypses de la nappe du Cénomaniens





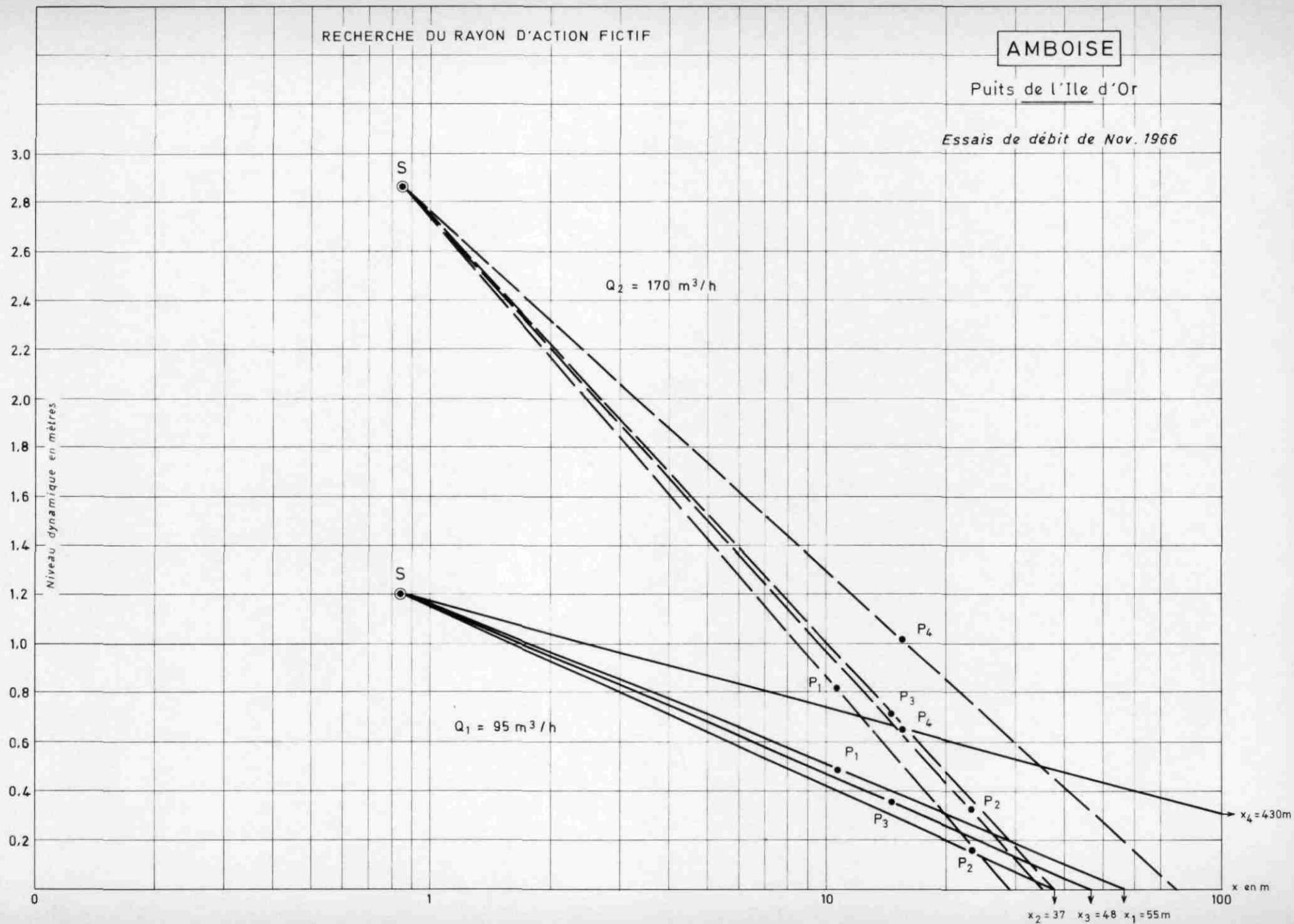
Echelle des hauteurs : 1 / 1000
 Echelle des longueurs : 1 / 25 000

RECHERCHE DU RAYON D'ACTION FICTIF

AMBOISE

Puits de l'Île d'Or

Essais de débit de Nov. 1966



COUPE TECHNIQUE PREVISIONNELLE

