

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

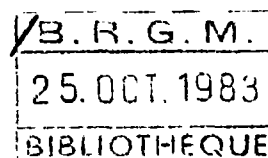
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél. : (38) 63.80.01

**DESCRIPTION ET MODE D'EMPLOI DU LOGICIEL IAO
POUR LE TRAITEMENT DES DONNÉES D'ESSAIS
SUR FORAGES GÉOTHERMIQUES
VERSION 1.0 POUR SYSTÈME R2E MICRAL 21D**

par

A. MENJOZ



INSTITUT MIXTE DE RECHERCHES GÉOTHERMIQUES

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél. : (38) 63.80.01

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 578 IRG

Août 1983

RESUME

Le logiciel IAO (Interprétation Assistée par Ordinateur) dont le mode d'emploi est décrit dans ce rapport est destiné à faciliter l'interprétation des données d'essais sur forages réalisés de manière systématique et répétitive. Il se compose d'un ensemble de programmes facilitant la tâche de l'opérateur depuis la saisie des données jusqu'à la sortie du document final dactylographié. Il s'agit essentiellement d'un logiciel d'assistance effectuant le prétraitement des données, la visualisation sous forme de courbes, puis la mise en forme des résultats obtenus au cours de l'interprétation. Bien qu'il soit possible d'effectuer une interprétation automatique par l'ordinateur, la détermination des paramètres du réservoir est laissée aux soins de l'opérateur, en raison des nombreux cas d'espèce à prévoir pour la mise au point d'une procédure fiable et générale.

Le présent document est une première version susceptible de modifications en fonction de l'évolution des méthodes d'analyse et des souhaits des utilisateurs. L'utilisateur est censé connaître le fonctionnement général du système utilisé (micro-ordinateur MICRAL); seuls certains points nécessaires de détail sont rappelés.

SOMMAIRE

Introduction

1 - Système informatique utilisé	1
2 - Mode opératoire	1
3 - Saisie et enregistrement des données	2
4 - Prétraitement : programme ESSAIS	3
4.1 - Exemple 1	4
4.2 - Exemple 2	5
5 - Tracé des courbes : programme PLOTTEST	6
6 - Détermination des paramètres du réservoir	7
7 - Mise à jour et édition du rapport d'essai	7
8 - Calcul des prévisions d'exploitation : programme PREVISS	7
8.1 - Hypothèses du calcul	8
8.2 - Rappels des formules utilisées	10
8.3 - Séquence d'exploitation (exemple)	14
9 - Mise à jour du document des prévisions d'exploitation	15
10 - Annexes	16

10.1 - Annexe 1	17
* Diagrammes-type disponibles par utilisation du programme PLOTTEST	
* Exemple de fiche caractéristiques pour interprétation	
10.2 - Annexe 2	23
* Fac-similé d'un rapport "interprétation d'essai" obtenu à l'aide du logiciel IAO	
10.3 - Annexe 3	43
* Fac-similé d'un rapport "prévisions d'ex- ploitation obtenu à l'aide du logiciel	
10.4 - Annexe 4	59
* Listings du logiciel utilisé	
* Remarques complémentaires pour la modifi- cation des programmes.	

INTRODUCTION

L'interprétation des essais hydrauliques effectués sur les deux forages d'un doublet géothermique constitue une étape importante pour l'estimation du potentiel local de la ressource (productivité, température) et la prévision du comportement ultérieur du système d'injection-pompage durant l'exploitation.

Les essais sont généralement effectués immédiatement après les travaux de complétion et de développement de l'ouvrage en utilisant le matériel disponible sur le site à cet instant. Les mesures sont obtenues par enregistrement des variables pression et température à l'aide d'une sonde descendue sensiblement au toit de la formation-réservoir (sabot du casing). Ces enregistrements sont réalisés par une société de service spécialisée avec un équipement identique à celui utilisé pour les autres diagraphies. Ces données brutes (temps, pression, température) sont disponibles pour interprétation sur divers supports physiques : listings, cassettes, disques.

Les tests pratiqués usuellement, bien que spécifiques à certains égards, sont assez voisins de ceux réalisés dans le domaine pétrolier ou celui des forages d'eau. Trois groupes d'essais peuvent être identifiés :

- les essais sur forages de production :

Ils se caractérisent généralement par une période de production (soit par artésianisme, soit par air-lift) suivie d'une remontée de pression après fermeture (Build-up). Les essais de ce type fournissent l'identification des paramètres conditionnant la productivité, et la nature des traitements ultérieurs éventuels à pratiquer (développement, etc.).

- les essais sur forages d'injection :

On distingue tout d'abord un test de production identique au précédent destiné à contrôler la productivité, et à estimer la variabilité des paramètres. Le forage est testé pour sa fonction propre, par essai d'injection (isotherme ou non isotherme). Ce test peut être suivi éventuellement de l'enregistrement de la chute de pression accompagnant le retour à l'équilibre après fermeture (Fall Off). Ce type d'essai fournit les éléments nécessaires pour apprécier le caractère réversible ou non réversible des paramètres d'injectivité vis à vis de ceux de productivité.

- les essais de type interférence :

Les deux groupes d'essais précédents ne concernent qu'un seul forage, et fournissent une estimation moyenne des paramètres et des variations latérales de faciès à l'intérieur d'un certain rayon d'investigation autour de chaque puits. Les essais de type interférence concernent les deux forages du doublet et sont destinés à contrôler la continuité hydraulique du réservoir ou ses anomalies entre les puits. Selon la localisation géométriques des deux têtes de puits, il peut être pratiqué :

* soit un test d'interférence (grande distance entre les têtes de puits) avec pompage ou injection dans l'un des forages et enregistrement de l'interférence hydraulique dans l'autre puits,

* soit un test en boucle (cas des têtes de puits voisines) avec pompage dans l'un des puits et réinjection dans l'autre puits.

Les travaux d'interprétation consistent tout d'abord à sélectionner, à l'intérieur de l'enregistrement global, certains groupes de données correspondant aux séquences à analyser; puis à effectuer diverses opérations sur chaque donnée (soustraction de valeurs initiales, calcul de nouvelles variables, etc.). Ayant réalisées ces transformations, les points doivent être reportés sur divers graphiques (log-log, semi-log, etc.) pour permettre l'interprétation.

La constitution d'un fichier numérique et l'utilisation d'une chaîne de programmes de traitement, permettent donc une grande souplesse d'utilisation en limitant les risques d'erreur, surtout lorsque les essais sont nombreux et systématiques, comme dans le cas de l'ingénierie géothermique. Enfin, hormis la recherche d'une méthode de traitement des données fiable et rapide, le logiciel présenté permet également de satisfaire un autre objectif tout aussi important en pratique : la sortie quasiment immédiate du document de synthèse dactylographié, à l'aide du même équipement informatique. Ce document est obtenu par simples corrections d'un rapport-type standard pré-enregistré (traitement de textes).

Ce logiciel d'aide à l'interprétation des données d'essais est exploité depuis plusieurs années; développé tout d'abord pour un micro-ordinateur Zilog, puis Micral R2E, il a été ensuite amélioré pour suivre l'évolution des besoins (caractéristiques des nouveaux essais), et profiter au mieux des performances des nouveaux périphériques présents sur le marché (traitement de textes notamment). L'utilisation de ce logiciel relativement simple d'emploi a permis un gain de temps appréciable et une meilleure fiabilité pour l'interprétation de nombreux essais sur forages géothermiques.

1 - SYSTEME UTILISE

Le système utilisé est le MICRAL 21D équipé des périphériques suivants :

- * imprimante matricielle standard,
- * imprimante type traitement de texte (avec accents et logiciel WORDSTAR),
- * traceur de courbes A4 (HP 7470).

L'imprimante matricielle n'est pas indispensable pour cette application; elle permet toutefois de contrôler rapidement les résultats d'un calcul et de conserver une trace écrite de l'exploitation. Le contrôle des résultats peut également être effectué à l'écran. L'imprimante de type traitement de texte possède une vitesse d'impression nettement plus réduite et est par conséquent réservée à l'édition définitive des documents après vérifications.

2 - MODE OPERATOIRE

Avec ce logiciel, l'interprétation classique d'un essai s'effectue selon le mode séquentiel suivant :

- * saisie des données au clavier (version actuelle) à l'aide de l'éditeur de texte et création d'un fichier des données brutes,
- * prétraitement des données à l'aide du programme ESSAIS, fournissant le tableau des données retenues (annexe du rapport final) et créant un fichier pour le tracé,
- * tracé des différentes courbes choisies (annexes du rapport final) à l'aide du programme PLOTTEST,
- * interprétation et détermination des paramètres du réservoir d'après les courbes et les méthodes classiques,
- * modifications et mise à jour du rapport d'essai-type pré-enregistré, à l'aide du logiciel de traitement de texte (WORDSTAR), puis édition du document sur l'imprimante.

Le document des prévisions d'exploitation (pressions et puissances électriques) est ensuite obtenu en deux étapes :

- * calcul des prévisions d'exploitation selon diverses hypothèses à l'aide du programme PREVIS avec visualisation sur l'imprimante et création d'un fichier des résultats,
- * mise à jour du document dactylographié-type préenregistré, et fusion avec le fichier des résultats précédent avant édition.

Tous les documents obtenus peuvent ensuite être archivés sur disquettes pour reprise ultérieure.

3 - SAISIE ET ENREGISTREMENT DES DONNEES

Les documents nécessaires sont la fiche technique d'essai (voir annexes) et les mesures fournies par la société de service (logging).

Création du fichier et formats :

--> EDIT,XXX5BUC-S	par exemple
SITE FICTIF XXX5	commentaire d'identification (30 carac.)
30/01/83	commentaire,date (8 caractères)
12.0107 175.200 64.2	1 ligne par point: temps, pression,
12.0108 175.215 63.9	température (I3.2I2,F8.3,F5.1)
.....	l'heure est introduite sous la forme :
.....	heure, minute, seconde
ligne blanche	
*E	sortie de l'éditeur

L'enregistrement de la température n'est pas indispensable; mais l'on peut par la suite visualiser également l'évolution de cette variable (cas des essais d'injection par exemple).

La fin du fichier d'entrée sera détectée par la ligne blanche, c'est à dire l'absence de point en colonne 4 d'une ligne.

Remarques : Avec quelques modifications la phase de saisie des données peut être remplacée par deux procédures plus rapides:

- * la transmission directe des données par le réseau téléphonique (TRANSPAC), le système étant équipé du logiciel correspondant. Cette méthode suppose que le véhicule de logging soit muni du système de communication nécessaire.

- * la lecture d'une disquette ou d'une cassette enregistrée sur le site; il convient alors de disposer du lecteur approprié connecté au système de traitement.

En version standard le nombre de points est limité à 300 points ("message dépassement capacité" à l'écran, dans ce cas augmenter la dimension des tableaux).

4 - PRETRAITEMENT : PROGRAMME ESSAIS

Les différents programmes sont écrits en mode conversationnel; l'exploitation consiste par conséquent à répondre à une série de questions.

Activation du programme :

--→ESSAIS

Quatre options sont possibles quant au type d'essai à traiter : rabatement, injection, build up, fall off. Le programme peut tenir compte d'un test à débit variable pour les deux dernières options.

A partir des données lues le programme détermine pour chaque point :

- * dt : temps depuis le début de la séquence sélectionnée,
- * dP : variation de pression,
- * (tp+dt)/dt : variable pour la représentation de Horner, où tp est la durée de production (ou d'injection).

Dans le cas d'un test à débit variable de type build up (remontée de pression après production) ou fall off (chute de pression après injection), la variable de Horner précédente est remplacée par la fonction S suivante :

$$S = \sum \left(\frac{Q_j}{Q_n} \cdot \text{Log} \left(\frac{tp - t_{j-1} + dt}{tp - t_j + dt} \right) \right)$$

Le programme fournit le tableau des variables interprétées et crée deux fichiers :

- * ESSOUT-S : fichier des résultats qui peut être visualisé à l'écran ou sur l'imprimante, et inclus dans le rapport final par fusion avec le fichier texte (voir paragraphe 7). Ce fichier est formaté et son examen fournit les valeurs limites nécessaires à la définition des tracés des courbes.

- * ESSTRA-S : fichier nécessaire au programme de tracé (non formaté)

Ces deux fichiers sont détruits à chaque nouvelle exploitation du programme ESSAIS; pour les conserver, il convient donc de les renommer.

Le traitement de la variable température nécessite une exploitation supplémentaire, dans ce cas, considérer l'analogie pression-température pour la réponse aux questions.

4.1 - EXEMPLE 1

On considère l'enregistrement d'une remontée de pression (fichier XDATBUC-S existant) consécutive à 10 heures de production à débit constant (100 m³/h) à partir de t = 00.0000. Les questions sont soulignées dans la séquence d'exploitation suivante :

Activation du programme :

--→ ESSAIS

NOM DU FICHIER DES DONNEES : XDATBUC-S

OPTION TRAITEMENT TEMPERATURE O/N ? : N

OPTION TYPE D'INTERPRETATION :

RABATTEMENT ..R

INJECTIONI

BUILD UPB

FALL OFFF

CODE ? : B

DUREE DE POMPAGE - I3.2I2 ? : 10.0000

DATE FIN DE PRODUCTION - I3.2I2 ? : 10.0000

PRESSION PWFO - F8.3 ? : 175.292

OPTION DEBIT VARIABLE O/N ? : N

4.2 - EXEMPLE 2

On considère également la remontée de pression suivant une période de production de 10 heures à débit variable (4 paliers).

Séquence d'exploitation :

NOM DU FICHIER DES DONNEES :XDATBUV-S

OPTION TRAITEMENT TEMPERATURE O/N ? :N

OPTION TYPE D'INTERPRETATION :

RABATTEMENT.. R
INJECTION.... I
BUILD UP..... B
FALL OFF..... F
CODE ?:B

DUREE DE POMPAGE - I3.2I2 ? : 10.0000

DATE FIN DE PRODUCTION - I3.2I2 ? : 10.0000

PRESSION PWFO - F8.3 ? : 175.290

OPTION DEBIT VARIABLE O/N ? :O

NB. DE PALIERS DE DEBIT - I3 ? : 4

DONNEES PALIER 1 :
DEBIT - F10.3 ? : 130.
DEBUT = 0.000 FIN (F10.3) ? : 2.

DONNEES PALIER 2 :
DEBIT - F10.3 ? : 70.
DEBUT = 2.000 FIN (F10.3) ? : 5.

DONNEES PALIER 3 :
DEBIT - F10.3 ? : 115.
DEBUT = 5.000 FIN (F10.3) ? : 7.

DONNEES PALIER 4 :
DEBIT - F10.3 ? : 100.
DEBUT = 7.000 FIN (F10.3) ? : 10.

Remarque : On remarquera que dans la réponse aux questions relatives à la variation de débit, les temps sont à fournir sous forme décimale (heures), avec l'origine au début de l'essai.

5 - TRACE DES COURBES : PROGRAMME PLOTEST

Ce programme exploite le fichier des résultats créé par le programme ESSAIS (ESSTRA-S). Les données introduites au cours de l'exécution concernent le choix des paramètres pour le tracé de la grille et des points expérimentaux.

Les diverses options possibles sont fonction des choix effectués lors de l'exécution du programme de prétraitement ESSAIS.

activation : --> PLOTEST

Séquence d'exploitation (exemple 1 précédent) :

OPTION TRACE CODE

<u>LOG LOG</u>	<u>1</u>
<u>HORNER Q.CONST.</u>	<u>2</u>
<u>SEMI LOG (MDH)</u>	<u>3</u>
<u>FIN</u>	<u>4</u>
<u>HORNER Q. VAR.</u>	<u>5</u>
<u>ABAQUE SPE</u>	<u>6</u>

CODE CHOISI ? : 2

DONNEES GRILLE :

<u>NB. MODULES SUR X</u>	<u>= I1</u>	<u>? : 3</u>
<u>LONG. MODULE X EN MM</u>	<u>= I3</u>	<u>? : 70</u>
<u>NB. MODULES SUR Y</u>	<u>= I1</u>	<u>? : 5</u>
<u>LONG. MODULE Y EN MM</u>	<u>= I3</u>	<u>? : 30</u>

DONNEES TRACE DES POINTS :

<u>VALEUR MINI SUR X</u>	<u>= E10.3</u>	<u>? : +0.100E+01</u>
<u>VALEUR MINI SUR Y</u>	<u>= E10.3</u>	<u>? : +0.180E+03</u>
<u>VALEUR D'UN MODULE Y</u>	<u>= E10.3</u>	<u>? : +0.100E+01</u>

CONTROLE ETAT TRACEUR taper return

LIBELLE AXE Y (50 CAR. MAX.) ? :
PRESSIION EN KG/CM2

LIBELLE 1 AXE X (70 CAR. MAX.) ? :
FIGURE 2 - (TP + DT) / DT

LIBELLE 2 AXE X (70 CAR. MAX.) ? :
TEST DE PRODUCTION - SITE FICTIF - CAS1

LIBELLE 3 AXE X (70 CAR. MAX.) ? :
REMONTEE DE PRESSIION APRES FERMETURE - DIAGRAMME DE HORNER

Tracé du dessin, puis retour au menu de départ.

Remarque : Pour chaque nouveau dessin, le programme redemande les paramètres de la grille et du tracé des points, ce qui permet d'effectuer un agrandissement de certaines zones d'un graphique, ou un cadrage.

La taille maximale de la grille est de 210 mm selon X et de 160 mm selon Y.

Les figures 1 à 5 représentent un exemple des divers types de courbes disponibles selon le code de tracé choisi (annexe 1).

6 - DETERMINATION DES PARAMETRES DU RESERVOIR

Les relations utilisées pour la détermination des paramètres du réservoir sont rappelées dans l'exemple de traitement figurant en annexe. Le système d'unités employé est le système CGS-DARCY.

7 - MISE A JOUR ET EDITION DU RAPPORT D'ESSAI

La mise à jour du rapport s'effectue par correction d'un rapport-type pré-enregistré, à l'aide du logiciel de traitement de textes (WORDSTAR classique adapté au système MICRAL). Un exemple de document obtenu par cette procédure est donné en annexe 2.

Activation : -->WSGTIMO

Le tableau des résultats issus du prétraitement (ESSOUT-S) peut être inclus dans le rapport par fusion avec le fichier texte (option CTL KR de WORDSTAR).

8 - CALCUL DES PREVISIONS D'EXPLOITATION: PROGRAMME PREVISS

Ce traitement est indépendant du précédent, les données nécessaires étant introduites au clavier. Le programme fournit les résultats sous la forme de tableaux à l'écran, et crée également un fichier PROUT-S. Ce dernier fichier peut ensuite être incorporé directement dans le document dactylographié final (paragraphe 9). Le tracé simultané des courbes pression-débit et puissance électrique-débit est optionnel.

Le calcul est effectué pour une exploitation fonctionnant en doublet équilibré, c'est à dire pour un débit d'exhaure égal au débit d'injection à tout instant.

8.1 - HYPOTHESES DU CALCUL

L'estimation des pressions aux deux forages est obtenue à l'aide de la fonction de Theis (ou exponentielle intégrale E1) et par application du principe de superposition. La variation de pression à chaque forage est donc la somme de la contribution propre de l'ouvrage considéré et de la variation de pression due à l'interférence de l'autre puits. Dans le cas d'un forage d'injection, il est tenu compte du comportement de la zone d'extension croissante autour du puits envahie par les eaux de réinjection (effet pariétal thermique). Le calcul est effectué à débit d'exploitation constant et pour un doublet isolé.

En pratique, les paramètres principaux du réservoir (perméabilité et épaisseur productive) ne sont pas homogènes, et d'autre part cette variation n'est caractérisée que par deux déterminations, soit une valeur à chaque forage. Le calcul nécessite donc des hypothèses supplémentaires :

* le comportement propre d'un ouvrage sera déterminé par ses caractéristiques spécifiques déduites des essais,

* pour le calcul de l'interférence de l'autre puits, 3 options sont offertes :

- option 1: k et h sont identiques,
- option 2: k et h sont distinctes et données,
- option 3: k et h sont une moyenne des valeurs données.

La pression artésienne à introduire doit être calculée au préalable (version actuelle); elle est déduite de la valeur de la pression statique de fond extrapolée (réf. essais) et de la température moyenne de la colonne de fluide. Il s'agit donc de la pression artésienne potentielle correspondant à l'état d'un forage en équilibre thermique stationnaire. La valeur à introduire est positive pour un forage artésien.

La chute de pression due aux pertes de charge comprend deux composantes :

* la perte de charge dans le casing; un seul diamètre interne est considéré depuis la surface du sol jusqu'au sabot. La longueur à prendre en compte (XLTP ou XLTI) est la longueur réelle déviée.

* la perte de charge dans la complétion est calculée pour un débit moyen égal à la moitié du débit nominal. La longueur à prendre en compte (XLP ou XLI) est la longueur déviée entre le sabot et la bas du dernier niveau producteur.

Remarques

On notera que les estimations des pressions et des puissances électriques nécessaires ne tiennent pas compte de la pression du fluide souhaitée dans le réseau de surface. Cette dernière donnée, fonction notamment des caractéristiques des pompes, de la valeur du point de bulle, et de l'installation de surface en général, peut être facilement introduite dans le programme.

Pour le puits de production, la pression de refoulement en tête est supposée nulle; la puissance électrique déterminée est donc un minimum, à majorer de la valeur correspondante à la surpression désirée en surface.

Pour le puits d'injection, la pression d'aspiration à la pompe est supposée nulle; la puissance électrique déterminée est donc dans ce cas un maximum, à minorer de la valeur correspondante à la pression du fluide souhaitée dans le réseau.

Ainsi, aux pertes de charge près dans le réseau de surface, seule la puissance électrique totale de pompage a une signification pratique immédiate.

8.2 - RAPPEL DES FORMULES UTILISEES

----- Production ou injection isotherme -----

Les hypothèses classiques utilisées pour la détermination du comportement hydrodynamique d'un forage en exploitation sont les suivantes :

- puits de faible rayon (théoriquement infinitésimal, soit la solution de la ligne source),
- pénétration totale dans le réservoir horizontal ou considéré comme tel,
- aquifère homogène, isotrope, et d'extension infinie.

Dans ces conditions, la variation de pression consécutive au débit constant produit Q s'exprime à l'aide de la fonction de Theis ou exponentielle intégrale E1 :

$$dP = P_o - P = \frac{Q_u}{4\pi kh} \cdot E1 \left(\frac{\phi u C r^2}{4kt} \right)$$

avec les variables suivantes dans le système CGS-DARCY :

- P : pression (atm)
- Q : débit de production ou d'injection (cm³/s)
- k : perméabilité intrinsèque (Darcy)
- h : épaisseur productive (cm)
- u : viscosité du fluide (cp)
- φ : porosité
- C : compressibilité totale (atm⁻¹) égale à la somme des compressibilités de la roche et du fluide dans le réservoir
- r : distance au puits où est évaluée la pression (cm)
- t : temps (s)

Pour les valeurs suffisamment faibles de l'argument de E1, soit (φuCr²)/kt < 0.1 environ, on peut utiliser la solution asymptotique :

$$dP = \frac{Q_u}{4\pi kh} \cdot \left(\ln \frac{kt}{\phi u C r^2} + 0.80907 \right)$$

Injection à température différente dans le réservoir

Pour l'estimation du comportement hydrodynamique, on admet l'existence d'un front thermique abrupt caractérisé par un rayon thermique croissant avec la durée d'injection. La vitesse thermique (ou vitesse de déplacement des isothermes) est inférieure à la vitesse réelle du fluide, et supérieure à la vitesse de Darcy :

$$V_{th} = \frac{C_f}{C_a} \cdot V_d$$

où C_f et C_a sont les capacités calorifiques volumiques respectives du fluide et du milieu poreux saturé.

Le voisinage du puits est alors constitué de deux zones concentriques :

- | | |
|------------------|---|
| $0 < r < R_{th}$ | zône envahie par les eaux d'injection à température constante T_i , avec une viscosité u_i , d'où la solution P1, |
| $r > R_{th}$ | zône située à l'extérieur du volume envahi, où $T = T_o$, $u = u_o$, d'où la solution P2. |

Pression à l'intérieur de la zône envahie P1 :

Avec les hypothèses ci-dessus, on montre que la pression P1 s'exprime à l'aide de la fonction exponentielle intégrale (avec la viscosité d'injection u_i) et d'une fonction S traduisant l'effet pariétal thermique .

$$dP = P1 - P_o = \frac{Q \cdot u_i}{4\pi k h} \cdot \left(E1 \left(\frac{\phi \cdot u_i \cdot C \cdot r^2}{4 \cdot k \cdot t} \right) - S \right)$$

avec

$$S = E1 \left(\frac{A}{4\pi} \cdot \frac{u_i}{u_o} \right) - \frac{u_o}{u_i} \cdot E1 \left(\frac{A}{4\pi} \right) \cdot \text{Exp} \left(\frac{A}{4\pi} \cdot \left(1 - \frac{u_i}{u_o} \right) \right)$$

et

$$A = \frac{\phi \cdot u_o \cdot C}{k} \cdot \frac{C_f}{C_a} \cdot \frac{Q}{h}$$

En pratique, et pour les forages géothermiques, S peut être remplacée par la relation approchée plus simple :

$$S = \ln \left(\frac{u_o}{u_i} \right) - \left(1 - \frac{u_o}{u_i} \right) \cdot (\ln A - 1.95)$$

On remarquera que S est indépendante du temps, et ne dépend que du débit et du contraste des viscosités.

Pression à l'extérieur de la zone envahie P2 :

Dans ce cas, la pression P2 s'écrit :

$$dP = P2 - P_o = \frac{Q \cdot u_o}{4\pi kh} \cdot E1 \left(\frac{\phi \cdot u_o \cdot C \cdot r^2}{4 \cdot k \cdot t} \right) \cdot \exp \left(\frac{A}{4\pi} \cdot \left(1 - \frac{u_i}{u_o} \right) \right)$$

En pratique, on peut écrire :

$$dP = \frac{Q \cdot u_o}{4\pi kh} \cdot E1 \left(\frac{\phi \cdot u_o \cdot C \cdot r^2}{4 \cdot k \cdot t} \right)$$

La pression P2 n'est donc fonction que de la viscosité du fluide initial.

Fonctionnement en doublet

La variation de pression totale à chaque puits s'obtient en sommant la contribution propre de l'ouvrage considéré (fonction du rayon efficace du puits) et la contribution de l'interférence due à l'autre puits situé à la distance D.

Pour le puits de production :

$$dP = P_o - P = \frac{Q \cdot u_o}{4\pi kh} \cdot E1 \left(\frac{\phi \cdot u_o \cdot C \cdot r^2}{4 \cdot k \cdot t} \right) - \frac{Q \cdot u_o}{4\pi kh} \cdot E1 \left(\frac{\phi \cdot u_o \cdot C \cdot r^2}{4 \cdot k \cdot t} \right)$$

soit pour les temps suffisamment longs :

$$dP = \frac{Q \cdot u_o}{2\pi kh} \ln \frac{D}{r}$$

Ainsi, lorsque les paramètres du réservoir sont homogènes, et pour les temps longs, le rabattement net à la production est stationnaire.

Pour le puits d'injection :

$$dP = P - P_o = \frac{Q \cdot u_i}{4\pi kh} \cdot \left(E1 \left(\frac{\phi \cdot u_i \cdot C \cdot r^2}{4 \cdot k \cdot t} - S \right) - \frac{Q \cdot u_o}{4\pi kh} \cdot E1 \left(\frac{\phi \cdot u_o \cdot C \cdot D^2}{4 \cdot k \cdot t} \right) \right)$$

L'existence d'un contraste de viscosité se traduit donc dans ce cas par une variation de pression nette fonction du temps.

Pertes de charges

La perte de charge par kilomètre de tubage de section constante est calculée par la relation :

$$dP_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 1.057 \cdot 10^7 \cdot \frac{u^{0.21} \cdot Q^{1.79}}{D_i^{4.79}}$$

avec u : viscosité en cp

Q : débit en m³/h

D_i : diamètre interne en mm

Puissance électrique

La puissance électrique est calculée par la relation :

$$P \text{ (kW)} = 0.04 \cdot Q \cdot P_d$$

avec Q : débit en m³/h

P_d : pression différentielle de la pompe (kg/cm²)

8.3 - SEQUENCE D'EXPLOITATION (EXEMPLE)

Activation : --► PREVISS

Exploitation :

SELECTION DU MODE DE CALCUL DE L'INTERFERENCE :

- * Hors interférence, le comportement propre de l'ouvrage est toujours calculé avec les caractéristiques spécifiques fournies.
- * Pour le calcul de l'interférence de l'autre puits,
3 options :
 - option 1: k et h sont identiques,
 - option 2: k et h sont distinctes et données,
 - option 3: k et h sont une moyenne des valeurs données.
- * OPTION CHOISIE ? : 1

DONNEES POUR PRODUCTION

SIGLE DU FORAGE-6A1 = FOR5
XKP-D-F10.3 = 0.805
HP-M-F10.3 = 23.
UO-CP-F10.3 = 0.5
D-M-F10.3 = 1200.
RW-CM-F10.3 = 7.62
S-F10.3 = -3.71
PHI-DEC.-F10.3 = 0.15
CT-ATM-E10.3 = +0.100E-03
GAMME DE DEBIT: 50, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250
CONFIRMATION O/N ? : 0
TUBAGE-DITP-CM-F10.3 = 15.94
TUBAGE-XLTP-M-F10.3 = 1599.
LONG.PRODUCTION-XLP-M-F10.3 = 122.
PAP-KG/CM2-F10.3 = 8.5

DONNEES INJECTION

SIGLE DU FORAGE-6A1 = FOR6
RWI-CM-F10.3 = 7.62
S-F10.3 = -3.7
TUBAGE-DITI-CM-F10.3 = 15.94
TUBAGE-XLTI-M-F10.3 = 1813.
LONG.INJECTION-XLI-M-F10.3 = 150.
OPTION TRACE DES COURBES O/N : 0

DONNEES POUR PRODUCTION

DATE EN MOIS-F10.3 ? : 120.
Sortie résultats
AUTRE DATE DE SORTIE O/N ? : N

Pause, changer la feuille

DONNEES INJECTION
NB.TEMP.INJECTION - MAX=9 (I1) = 4
LISTE TEMPERATURES (9F4.0) :
(VALEURS CROISSANTES)
 30. 35. 40. 45.
LISTE VISCOSITES (9F5.2) :
 0.83 0.74 0.67 0.61
LISTE PRES.ART.POT. (9F5.1) :
 7.0 7.0 7.0 7.0
DATE EN MOIS-F10.3 ?: 1.
 Sortie résultats
 Pause, changer la feuille

AUTRE TEMPS O/N = 0
DATE EN MOIS-F10.3 = 7.
 Sortie résultats
 Pause, changer la feuille

AUTRE TEMPS O/N = 0
DATE EN MOIS-F10.3 = 120.
 Sortie résultats

AUTRE TEMPS O/N = N

STOP

9 - MISE A JOUR ET EDITION DU DOCUMENT DES PREVISIONS

La mise à jour du document s'effectue de la même manière que pour le rapport d'essai, on utilise un document-type pré-enregistré. Le fichier des résultats PROUT-S obtenu précédemment est inclu directement par fusion des deux fichiers.

La procédure est identique à celle du paragraphe 7 :

- * création d'un nouveau fichier temporaire; TAMPON-S par ex.
- * insertion du fichier texte-type; XXXRAP-S par exemple,
- * insertion des résultats du calcul (PROUT-S),
- * corrections et mise en page du document global.

Un exemple de document complet est fourni en annexe 3.

10 - ANNEXES

10.1 - ANNEXE 1

- * Diagrammes disponibles par utilisation de PLOTEST
- * Exemple de fiche caractéristiques pour interprétation

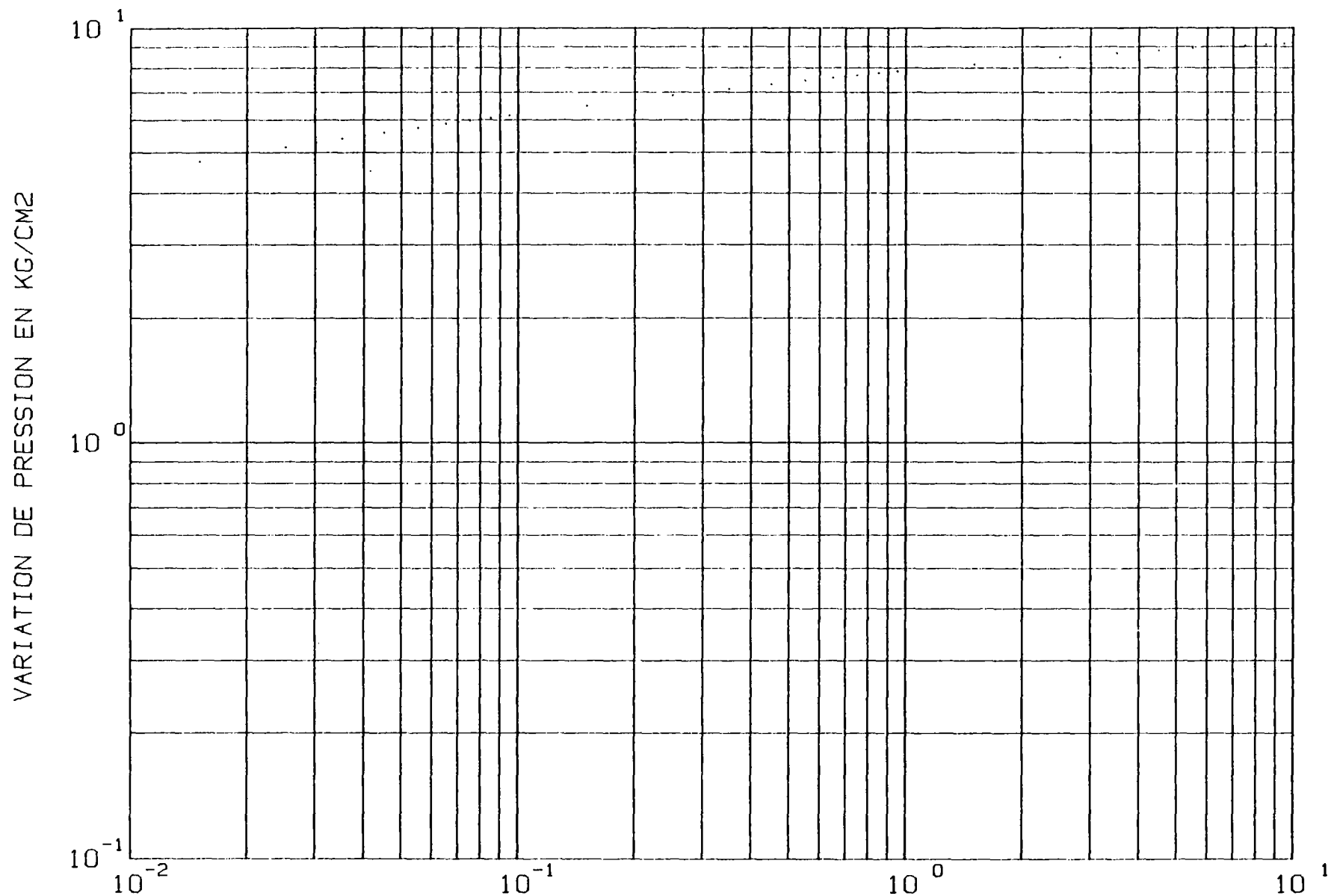


FIGURE 1 - DT EN HEURES
 TEST DE FORMATION - SITE FICTIF - CAS 1
 REMONTÉE DE PRESSION APRES FERMETURE - DIAGRAMME LOG LOG

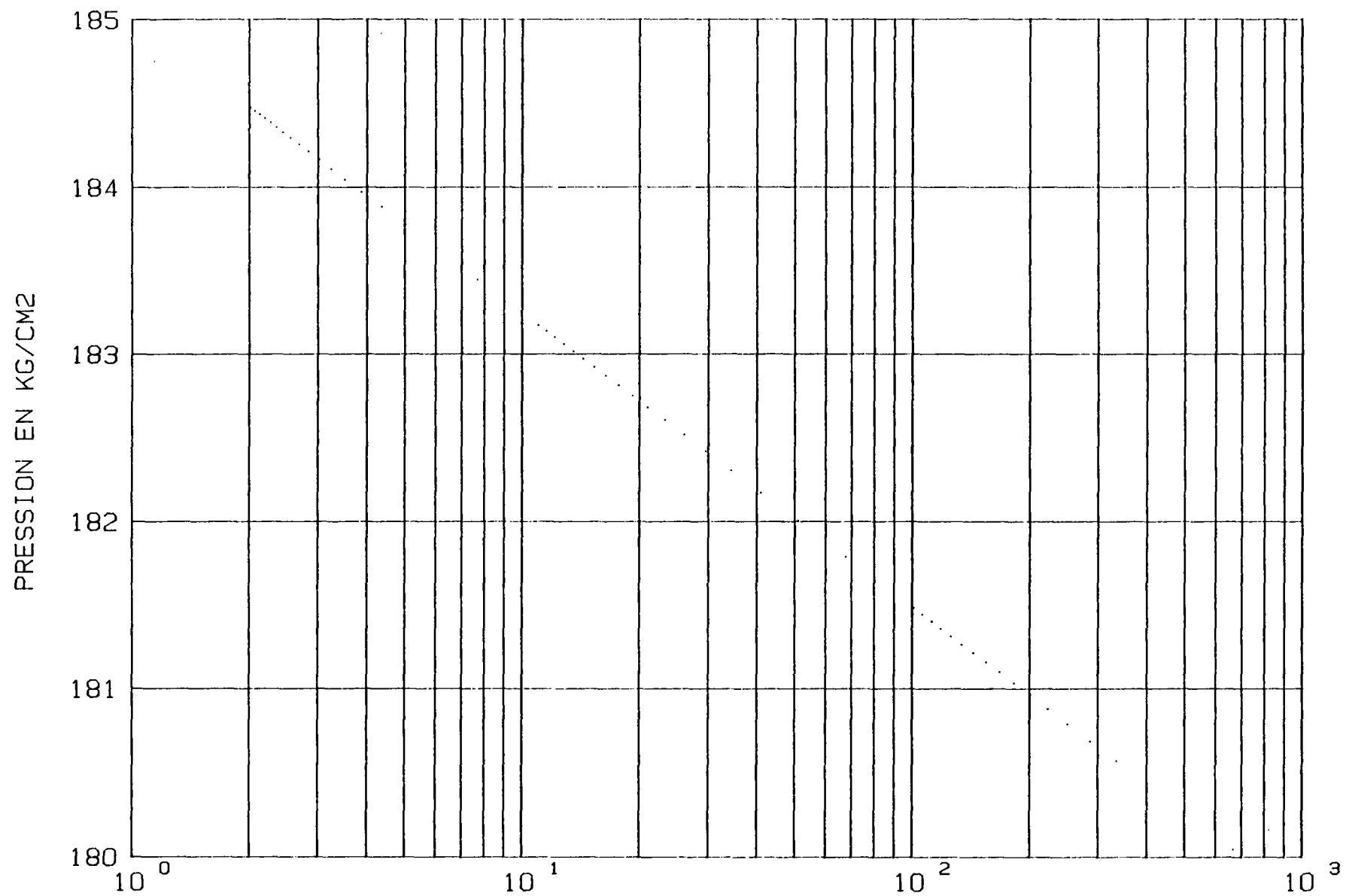


FIGURE 2 - $(TP + DT) / DT$
 TEST DE FORMATION - SITE FICTIF - CAS 1
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE - DIAGRAMME DE HORNER

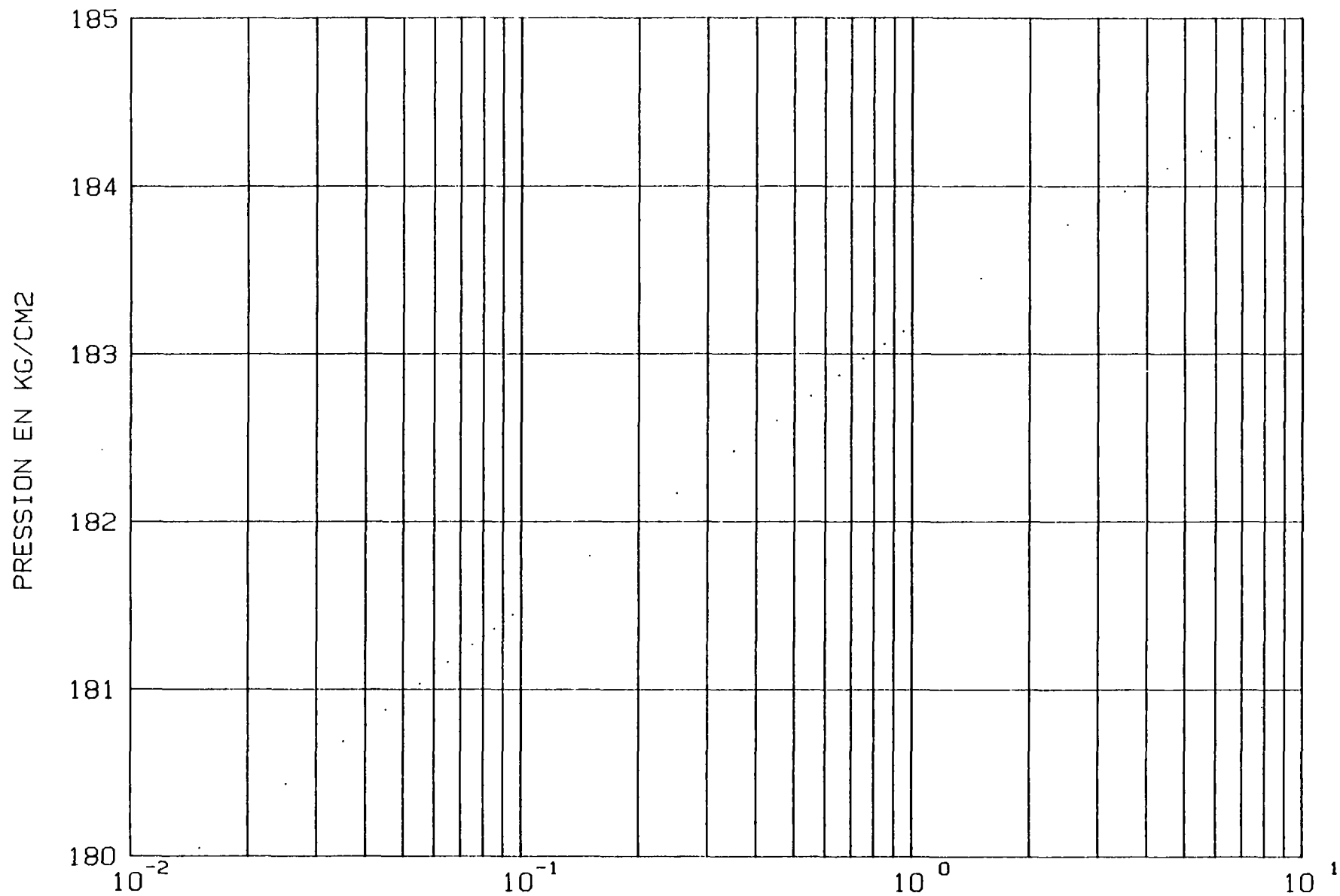
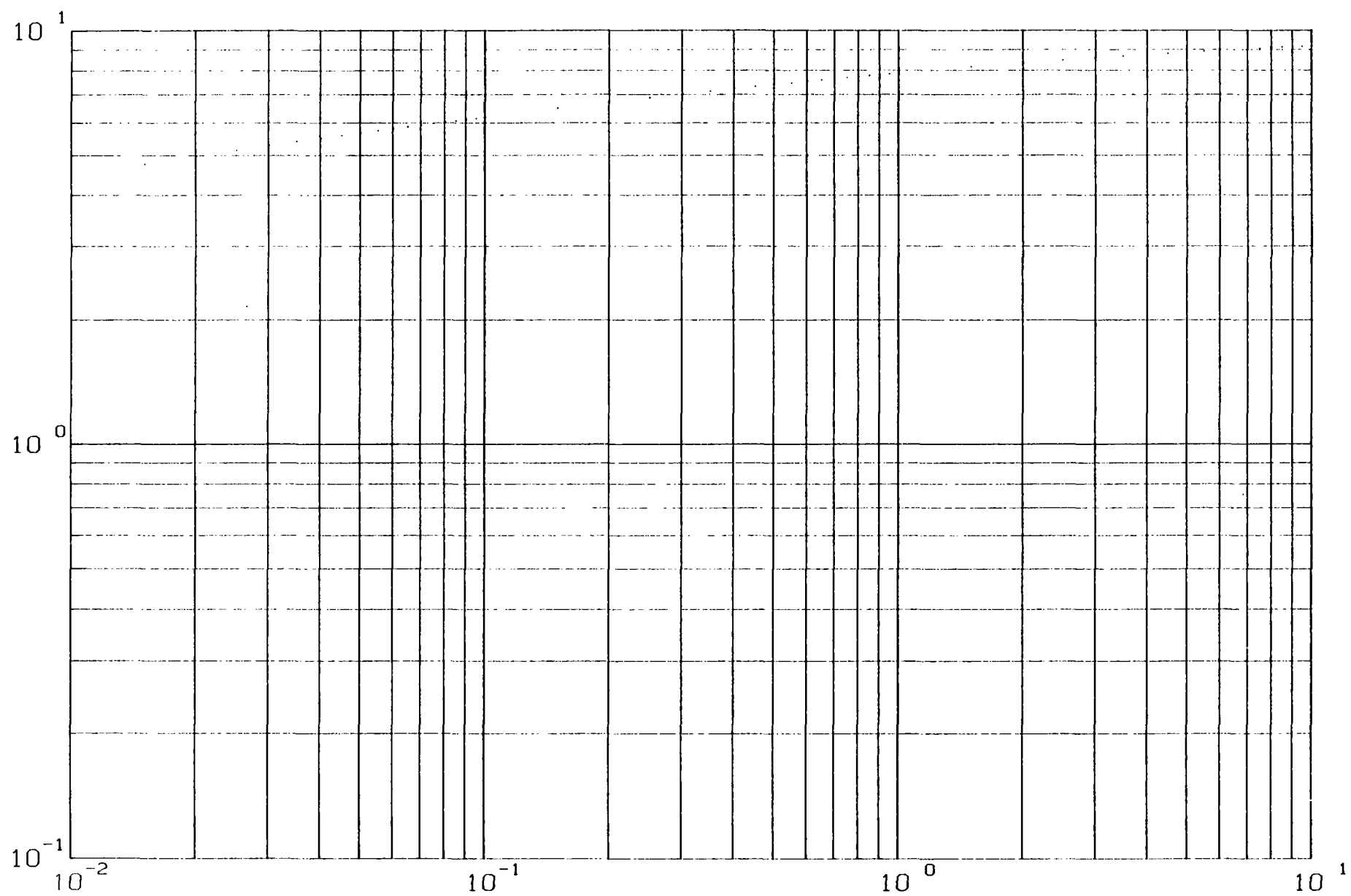


FIGURE 3 - DT EN HEURES
 TEST DE FORMATION - SITE FICTIF - CAS 1
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE - DIAGRAMME SEMI LOG



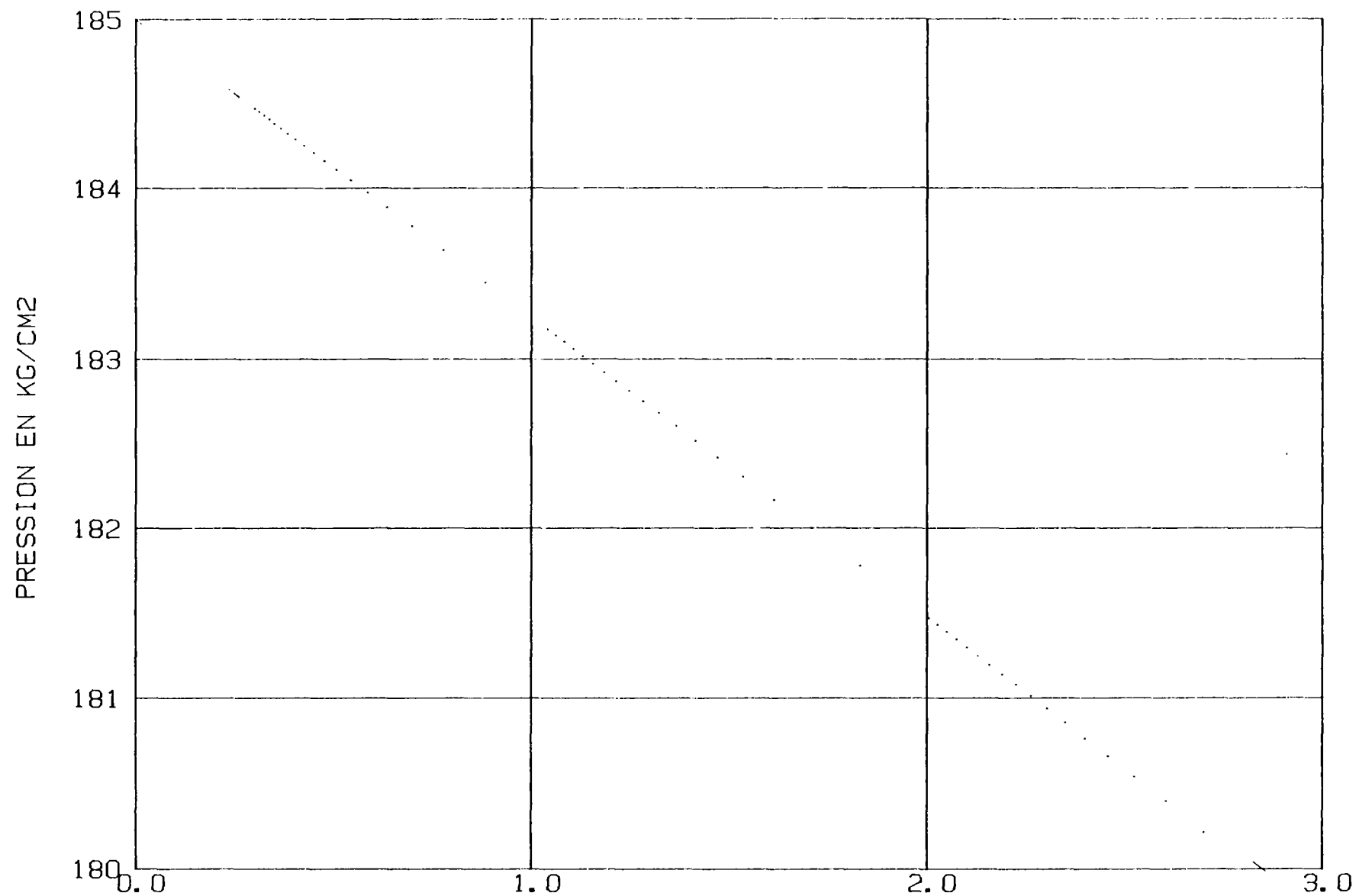


FIGURE 5 - FONCTION S
 TEST DE FORMATION - SITE FICTIF - CAS 2
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE - DIAGRAMME DE HORNER Q. VARIABLE

FICHE CARACTERISTIQUES ESSAI
DONNEES POUR INTERPRETATIONS

OPERATION * SITE FICTIF FOR

FORAGE

DESIGNATION: FOR5

TYPE: PRODUCTION

TUBAGES.....: 0 m à 335 m D = 13"3/8
 335 m à 380 m D = 9"5/8
 380 m à 1599 m D = 7"
 1599 m à 1775 m D = 6"

Réservoir

TYPE COMPLETION: TROU OUVERT

RESERVOIR

NATURE: CALCAIRE

NIVEAUX PRODUCTEURS ...: 1613.0 m - 1620. m % DEBIT = 13.
 1627.0 m - 1628.5 m % DEBIT = 8.
 1634.5 m - 1637.5 m % DEBIT = 12.
 1648.5 m - 1649.0 m % DEBIT = 14.
 1649.0 m - 1651.0 m % DEBIT = 10.
 1644.5 m - 1647.8 m % DEBIT = 5.
 1665.6 m - 1668.3 m % DEBIT = 10.
 1673.0 m - 1675.1 m % DEBIT = 11.
 1675.1 m - 1678.0 m % DEBIT = 5.
 1719.7 m - 1721.0 m % DEBIT = 12.

COTE MOYENNE: 1670 m

EPAISSEUR PROD. CUMUL...: 26.3 m

POROSITE MOYENNE: 15 %

SALINITE: 30 g/l

PRESSION ART. OU NIV...: 8.5 bars

ESSAI

TYPE: PRODUCTION ET BUILD UP

DATES: 1e 6-9-82 à 2h

DUREE DE PRODUCTION ...: 12 h

DEBIT MOYEN: 115 m3/h (*)

DATE FERMETURE: 7-9-82 à 13h 59' 35"

DUREE DE FERMETURE: 12 h

COTE DE LA SONDE TP ...: 1598 m

TEMPERATURE RESERVOIR ..: 58.6 C

INTERPRETATION CHANTIER : kh = 17.0 D.m S = - 3.14

REMARQUES : (*) Déb.art.max.=115 - Déviation dans 6" = 22°

CHEF DE PROJET

ING.FORAGE

ING.ESSAIS

10.2 - ANNEXE 2

- * Fac-similé d'un rapport "interprétation d'essais" réalisé intégralement avec le système informatique MICRAL

B.R.G.M.
DEPARTEMENT GEOTHERMIE
Réf.: YY/83/XXX
AM/am

Orléans, le 31 Janvier 1983

SITE FICTIF - FORAGE FOR5
INTERPRETATION DU TEST DE FORMATION DU 30/01/83

SOMMAIRE

- I - RESUME ET RAPPEL DES CARACTERISTIQUES
- II - INTERPRETATION DU TEST DE FORMATION
 - II.1 - Caractéristiques de l'essai
 - II.2 - Interprétation de l'essai
- III - CONCLUSIONS
- IV - ANNEXES

I - RESUME ET RAPPEL DES CARACTERISTIQUES

L'interprétation de l'évolution de la remontée de pression consécutive à l'essai de production artésienne montre un réservoir de transmissivité moyenne (de l'ordre de 18 D.m) et un ouvrage développé (facteur de skin négatif).

Rappel des caractéristiques :

Niveaux producteurs	entre 1613 m et 1721 m dév.
Hauteur productrice cumulée	$h = 26.3$ m dév. (23 m vert.)
Porosité moyenne	$\phi = 15$ %
Température stabilisée à 1598 m(d.)	
au débit moyen de 115 m ³ /h	$T_f = 58.6$ C
Viscosité moyenne de l'eau	$u = 0.5$ cp
Salinité moyenne	$= 30.$ g/l
	-4 -1
Compressibilité totale	$C_t = 10$ atm
Pression artésienne mesurée	$Par = 8.5$ bars (potentielle)
(fin de build up)	2
Pression statique extrapolée	$Pe = 159.35$ kg/cm ² (1598 m d.)

Paramètres moyens :

Transmissivité relative	$kh/u = 37.02$ D.m/cp
Transmissivité intrinsèque	$kh = 18.51$ D.m
Perméabilité intrinsèque	$k = 0.805$ D
Facteur de skin	$S = - 3.71$

II - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 30/01/1983

Le test de formation a été réalisé le 30/01/83 après les travaux de développement de l'ouvrage. Il se compose d'une période de production à débit constant (artésien), suivie d'une remontée de pression après fermeture. L'enregistrement utilisé pour l'interprétation concerne cette dernière période; il est obtenu à l'aide d'une sonde de précision positionnée sensiblement au toit du réservoir.

II.1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

- début du pompage (30/01/83)..... t = 02.00.00
- arrêt du pompage (30/01/83)..... t = 13.59.36
- durée du pompage.....tp = 12 h
- fin de remontée de pression (31/01/83)..... t = 02.06.00
- débit nominal moyen..... D = 115 m³/h
- température à 1598 m dév. au débit nominal Tf = 58.6 C
 (température de mélange durant
 la production)
- localisation de la sonde TP..... 1598 m(d.)
- rayon du forage dans le réservoir..... 7.62 cm

II.2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI :

II.2.1 - Hauteur productive et porosité du réservoir :

Ces deux paramètres sont déterminés par l'examen des diagraphies et du flowmètre. Les valeurs retenues sont les suivantes:

Hauteur productive $h = 23 \text{ m vertical}$
 26.3 m dévié
 Porosité moyenne $\phi = 15 \%$

II.2.2 - Salinité moyenne :

La salinité prévisionnelle est de 30 g/l

II.2.3 - Compressibilité totale moyenne :

Les zones productrices étant réparties entre 1613 et 1721 m dév., la compressibilité est évaluée à la profondeur verticale moyenne de 1550 m.

D'après les abaques de Dodson et Standing, la compressibilité de l'eau est estimée à :

$$C_w = 4.18 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1} \text{ atm}$$

pour une pression de confinement de 155 atm et une température de 58.6 C.

D'après l'abaque de Hall, et pour une porosité de 15 %, la compressibilité effective de la roche vaut :

$$C_r = 5.7 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1} \text{ atm}$$

d'où la compressibilité totale :

$$C_t = 9.88 \cdot 10^{-5} = 10^{-4} \cdot 10^{-1} \text{ atm}$$

II.2.4 - Viscosité de l'eau de la formation :

La viscosité estimée d'après l'abaque de Chesnut est de l'ordre de :

$$u = 0.50 \text{ cp}$$

II.2.5 - Perméabilité et facteur de skin :

La perméabilité et le facteur de skin sont déterminés à partir de l'enregistrement de la remontée de pression finale avec la sonde TP en place à 1598 m dév.

Les points expérimentaux sont donnés au tableau I.

a/ - Courbe type (diagramme log-log)

La première estimation des paramètres est effectuée à l'aide de l'abaque Flopetrol (SPE 8205, 1979) et du report des points expérimentaux en graphique bi-log (figure 1).

Points de coïncidence des graphiques :

$$\begin{array}{ll} dP = 1 \text{ kg/cm}^2 & PD = 0.77 \\ dt = 1 \text{ h} & tD/CD = 1000 \\ CD.exp(2S) = 10 & \end{array}$$

Transmissivité :

$$PD = \frac{2.\pi.kh.dP}{Q.u} \quad \text{d'où} \quad \frac{kh}{u} = \frac{PD.Q}{2.\pi.dP}$$

$$\frac{kh}{u} = 4045 \text{ D.cm/cp}$$

$$\text{avec } u = 0.50 \text{ cp}$$

$$\text{et } h = 23 \text{ m}$$

$$kh = 20.22 \text{ D.m}$$

$$k = 0.879 \text{ D}$$

Facteur de skin :

$$C = 2.\pi.\frac{kh}{u}.\frac{dt}{tD} = 0.915 \cdot 10^5 \text{ cm}^3/\text{atm}$$

CD

$$CD = \frac{C}{2\pi \cdot \emptyset \cdot Ct \cdot h \cdot rw} = 7269$$

$$\text{et avec } S = 0.5 \ln (CD \cdot \exp(2S)/CD)$$

$$\text{il vient } S = - 3.29$$

b/ - Méthode de HORNER :

Le report de la figure 2 représente l'évolution de la pression de fermeture Pws en fonction de la variable $(tp+dt)/dt$ où tp est la durée de production, et dt le temps écoulé depuis l'arrêt du pompage.

Transmissivité :

La pente moyenne de la droite vaut :

$$m = 1.632 \text{ kg/cm}^2, \text{décade}$$

$$\text{d'où } \frac{kh}{u} = \frac{0.183 Q}{m} = 3702 \text{ D.cm/cp}$$

$$kh = 18.51 \text{ D.m}$$

$$\text{et avec } h = 23 \text{ m } \quad k = 0.805 \text{ D}$$

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul :

$$P(1h) = 157.533 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = 1.15 \left(\frac{dP(1h)}{m} - \text{Log} \left(\frac{k}{\emptyset.u.Ct.rw} \right)^2 \right) - 3.9077$$

soit $S = - 3.71$

Cette dernière valeur de S traduit l'effet de skin global de l'ouvrage, incluant l'incidence de la déviation (29 degrés).

Pression statique extrapolée :

$$P^* = 159.349 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs. à } 1598 \text{ m dév.}$$

c/ - Méthode de MILLER-DYES-HUTCHINSON :

Pour les faibles valeurs de la durée de fermeture dt, la pression Pws est reportée en fonction de Log(dt) à la figure 3.

Transmissivité :

Pente moyenne

$$m = 1.54 \text{ kg/cm}^2, \text{décade}$$

d'où

$$\frac{kh}{u} = 0.183 \frac{Q}{m} = 3674 \text{ D.cm/cp}$$

$$kh = 18.37 \text{ D.m}$$

$$k = 0.798 \text{ D avec } h = 23 \text{ m}$$

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul $P(1h) = 157.9 \text{ kg/cm}^2$

il vient :

$$S = - 3.32$$

III - CONCLUSIONS

L'interprétation de l'évolution de la remontée de pression consécutive à l'essai de production artésienne montre un réservoir de transmissivité moyenne (de l'ordre de 18 D.m) et un ouvrage développé (facteur de skin négatif voisin de - 3.7).

TABLEAU RECAPITULATIF

Niveaux producteurs	entre 1613 m et 1721 m dév.
Hauteur productrice cumulée	$h = 26.3$ m dév. soit 23 m v
Porosité moyenne	$= 15 \%$
Température stabilisée à 1598 m d.	
au débit de 115 m ³ /h	$T_f = 58.6$ C
Viscosité moyenne de l'eau	$u = 0.50$ cp
Salinité moyenne	$= 30$ g/l
	-4 -1
Compressibilité totale	$C_t = 10$ atm
Pression artésienne mesurée	$Par = 8.5$ bars (potentielle)
Pression statique extrapolée	$Pe = 159.35$ kg/cm ² abs.
	à 1598 m dév.

		moyen retenu	Log-Log	d'après Horner	MDH
Transmissivité relative	kh/u (D.m/cp)	37.02	40.45	37.02	36.74
Transmissivité intrinsèque	kh (D.m)	18.51	20.22	18.51	18.37
Perméabilité intrinsèque	k (D)	0.805	0.880	0.805	0.800
Facteur de skin	S	-3.71	-3.29	-3.71	-3.32

IV - ANNEXES -----

SITE FICTIF FOR5

REMONTEE DE PRESSION DU 30/01/83

DUREE DE PRODUCTION = 12.000 Heures

Pwfo..... = 151.304 Kg/cm2

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	(tp+dt)/dt ou fonction S	p (kg/cm2)
1	13.59.36	.00028	.012	43093.164	151.316
2	13.59.51	.00445	.081	2700.616	151.385
3	14. 0. 6	.00861	.667	1394.456	151.971
4	14. 0.21	.01278	2.961	940.093	154.265
5	14. 0.36	.01694	3.352	709.178	154.656
6	14. 0.51	.02111	3.739	569.411	155.043
7	14. 1. 6	.02528	3.969	475.719	155.273
8	14. 1.21	.02944	4.106	408.544	155.410
9	14. 1.36	.03361	4.240	358.023	155.544
10	14. 1.51	.03778	4.339	318.646	155.643
11	14. 2.18	.04528	4.486	266.026	155.790
12	14. 2.33	.04945	4.549	243.693	155.853
13	14. 2.48	.05361	4.613	224.832	155.917
14	14. 3. 3	.05778	4.669	208.690	155.973
15	14. 3.18	.06194	4.718	194.720	156.022
16	14. 3.33	.06611	4.762	182.511	156.066
17	14. 3.48	.07028	4.808	171.750	156.112
18	14. 4. 3	.07444	4.846	162.193	156.150
19	14. 4.18	.07861	4.883	153.650	156.187
20	14. 4.33	.08278	4.920	145.966	156.224
21	14. 4.48	.08694	4.951	139.019	156.255
22	14. 5. 3	.09111	4.979	132.707	156.283
23	14. 5.18	.09528	5.010	126.948	156.314
24	14. 5.33	.09944	5.039	121.670	156.343
25	14. 5.48	.10361	5.066	116.818	156.370
26	14. 6. 3	.10778	5.091	112.339	156.395
27	14. 6.18	.11195	5.114	108.195	156.418
28	14. 6.33	.11611	5.140	104.349	156.444
29	14. 6.48	.12028	5.160	100.769	156.464
30	14. 7. 3	.12444	5.182	97.428	156.486
31	14. 7.33	.13278	5.223	91.376	156.527
32	14. 8. 3	.14111	5.260	86.039	156.564

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	(tp+dt)/dt ou fonction S	p (kg/cm2)
33	14. 8.33	.14944	5.295	81.297	156.599
34	14. 9. 3	.15778	5.327	77.056	156.631
35	14. 9.33	.16611	5.359	73.241	156.663
36	14.10. 3	.17445	5.386	69.790	156.690
37	14.10.33	.18278	5.414	66.653	156.718
38	14.11. 3	.19111	5.440	63.791	156.744
39	14.11.33	.19944	5.465	61.167	156.769
40	14.12. 3	.20778	5.489	58.754	156.793
41	14.12.33	.21611	5.511	56.527	156.815
42	14.13. 3	.22444	5.535	54.465	156.839
43	14.13.33	.23278	5.556	52.551	156.860
44	14.14. 3	.24111	5.577	50.769	156.881
45	14.14.33	.24944	5.595	49.107	156.899
46	14.15.33	.26611	5.634	46.094	156.938
47	14.16.33	.28278	5.667	43.436	156.971
48	14.17.33	.29945	5.699	41.074	157.003
49	14.18.33	.31611	5.732	38.961	157.036
50	14.19.33	.33278	5.762	37.060	157.066
51	14.20.33	.34944	5.788	35.340	157.092
52	14.22. 3	.37444	5.828	33.047	157.132
53	14.23. 3	.39111	5.852	31.682	157.156
54	14.24. 3	.40778	5.876	30.428	157.180
55	14.26. 3	.44111	5.920	28.204	157.224
56	14.28. 3	.47444	5.962	26.293	157.266
57	14.30. 3	.50778	5.998	24.632	157.302
58	14.32. 3	.54111	6.034	23.177	157.338
59	14.34. 3	.57444	6.068	21.890	157.372
60	14.36. 3	.60778	6.099	20.744	157.403
61	14.38. 3	.64111	6.129	19.717	157.433
62	14.40. 3	.67445	6.156	18.792	157.460
63	14.42. 3	.70778	6.183	17.954	157.487
64	14.44. 3	.74111	6.207	17.192	157.511
65	14.46. 3	.77444	6.231	16.495	157.535
66	14.48. 3	.80778	6.255	15.856	157.559
67	14.50. 3	.84111	6.276	15.267	157.580
68	14.52. 3	.87444	6.297	14.723	157.601
69	14.54. 3	.90778	6.318	14.219	157.622
70	14.56. 3	.94111	6.337	13.751	157.641
71	14.58. 3	.97444	6.356	13.315	157.660
72	15. 0. 3	1.00778	6.374	12.907	157.678
73	15. 2. 3	1.04111	6.393	12.526	157.697
74	15. 4. 3	1.07444	6.409	12.169	157.713
75	15. 8. 3	1.14111	6.442	11.516	157.746
76	15.12. 3	1.20778	6.473	10.936	157.777

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	(tp+dt)/dt ou fonction S	p (kg/cm2)
77	16.16. 3	2.27444	6.501	6.276	157.805
78	15.20. 3	1.34111	6.528	9.948	157.832
79	15.24. 3	1.40778	6.554	9.524	157.858
80	15.28. 3	1.47444	6.580	9.139	157.884
81	15.32. 3	1.54111	6.602	8.787	157.906
82	15.36. 3	1.60778	6.624	8.464	157.928
83	15.40. 3	1.67445	6.645	8.167	157.949
84	15.44. 3	1.74111	6.666	7.892	157.970
85	15.48. 3	1.80778	6.685	7.638	157.989
86	15.52. 3	1.87444	6.704	7.402	158.008
87	15.56. 3	1.94111	6.724	7.182	158.028
88	16. 0. 3	2.00778	6.739	6.977	158.043
89	16. 6. 3	2.10778	6.765	6.693	158.069
90	16.12. 3	2.20778	6.788	6.435	158.092
91	16.18. 3	2.30778	6.811	6.200	158.115
92	16.24. 3	2.40778	6.831	5.984	158.135
93	16.30. 3	2.50778	6.853	5.785	158.157
94	16.36. 3	2.60778	6.873	5.602	158.177
95	16.42. 3	2.70778	6.892	5.432	158.196
96	16.48. 3	2.80778	6.910	5.274	158.214
97	16.54. 3	2.90778	6.927	5.127	158.231
98	17. 0. 3	3.00778	6.944	4.990	158.248
99	17. 8. 3	3.14111	6.966	4.820	158.270
100	17.16. 3	3.27444	6.987	4.665	158.291
101	17.24. 3	3.40778	7.006	4.521	158.310
102	17.32. 3	3.54111	7.024	4.389	158.328
103	17.40. 3	3.67444	7.042	4.266	158.346
104	17.48. 3	3.80778	7.060	4.151	158.364
105	17.56. 3	3.94111	7.076	4.045	158.380
106	18. 4. 3	4.07445	7.092	3.945	158.396
107	18.12. 3	4.20778	7.107	3.852	158.411
108	18.20. 3	4.34111	7.122	3.764	158.426
109	18.28. 3	4.47445	7.135	3.682	158.439
110	18.36. 3	4.60778	7.150	3.604	158.454
111	18.44. 3	4.74111	7.163	3.531	158.467
112	18.52. 3	4.87444	7.175	3.462	158.479
113	19. 0. 3	5.00778	7.189	3.396	158.493
114	19. 8. 3	5.14111	7.201	3.334	158.505
115	19.16. 3	5.27444	7.213	3.275	158.517
116	19.24. 3	5.40778	7.223	3.219	158.527
117	19.32. 3	5.54111	7.235	3.166	158.539
118	19.40. 3	5.67444	7.246	3.115	158.550
119	19.48. 3	5.80778	7.256	3.066	158.560
120	19.56. 3	5.94111	7.267	3.020	158.571

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm ²)	(tp+dt)/dt ou fonction S	p (kg/cm ²)
121	20. 4. 3	6.07445	7.275	2.975	158.579
122	20.12. 3	6.20778	7.285	2.933	158.589
123	20.20. 3	6.34111	7.295	2.892	158.599
124	20.28. 3	6.47445	7.304	2.853	158.608
125	20.36. 3	6.60778	7.315	2.816	158.619
126	20.44. 3	6.74111	7.323	2.780	158.627
127	20.52. 3	6.87444	7.331	2.746	158.635
128	21. 0. 3	7.00778	7.340	2.712	158.644
129	21. 8. 3	7.14111	7.348	2.680	158.652
130	21.16. 3	7.27444	7.355	2.650	158.659
131	21.24. 3	7.40778	7.364	2.620	158.668
132	21.32. 3	7.54111	7.371	2.591	158.675
133	21.40. 3	7.67444	7.380	2.564	158.684
134	21.48. 3	7.80778	7.387	2.537	158.691
135	21.56. 3	7.94111	7.393	2.511	158.697
136	22. 4. 3	8.07445	7.398	2.486	158.702
137	22.13. 3	8.22445	7.406	2.459	158.710
138	22.20. 3	8.34111	7.414	2.439	158.718
139	22.28. 3	8.47445	7.420	2.416	158.724
140	22.36. 3	8.60778	7.427	2.394	158.731
141	22.44. 3	8.74111	7.435	2.373	158.739
142	22.52. 3	8.87444	7.440	2.352	158.744
143	23. 0. 3	9.00778	7.445	2.332	158.749
144	23. 8. 3	9.14111	7.451	2.313	158.755
145	23.16. 3	9.27444	7.456	2.294	158.760
146	23.32. 3	9.54111	7.467	2.258	158.771
147	23.40. 3	9.67444	7.474	2.240	158.778
148	23.48. 3	9.80778	7.479	2.224	158.783
149	23.56. 3	9.94111	7.485	2.207	158.789
150	0. 4. 3	10.07444	7.489	2.191	158.793
151	0.12. 3	10.20778	7.496	2.176	158.800
152	0.20. 3	10.34111	7.501	2.160	158.805
153	0.28. 3	10.47445	7.504	2.146	158.808
154	0.36. 3	10.60778	7.511	2.131	158.815
155	0.44. 3	10.74111	7.515	2.117	158.819
156	0.52. 3	10.87444	7.520	2.104	158.824
157	1. 0. 3	11.00778	7.524	2.090	158.828
158	1. 8. 3	11.14111	7.529	2.077	158.833
159	1.16. 3	11.27444	7.534	2.064	158.838
160	1.24. 3	11.40778	7.538	2.052	158.842
161	1.32. 3	11.54111	7.541	2.040	158.845
162	1.40. 3	11.67444	7.547	2.028	158.851
163	1.48. 3	11.80778	7.549	2.016	158.853
164	1.56. 3	11.94111	7.556	2.005	158.860

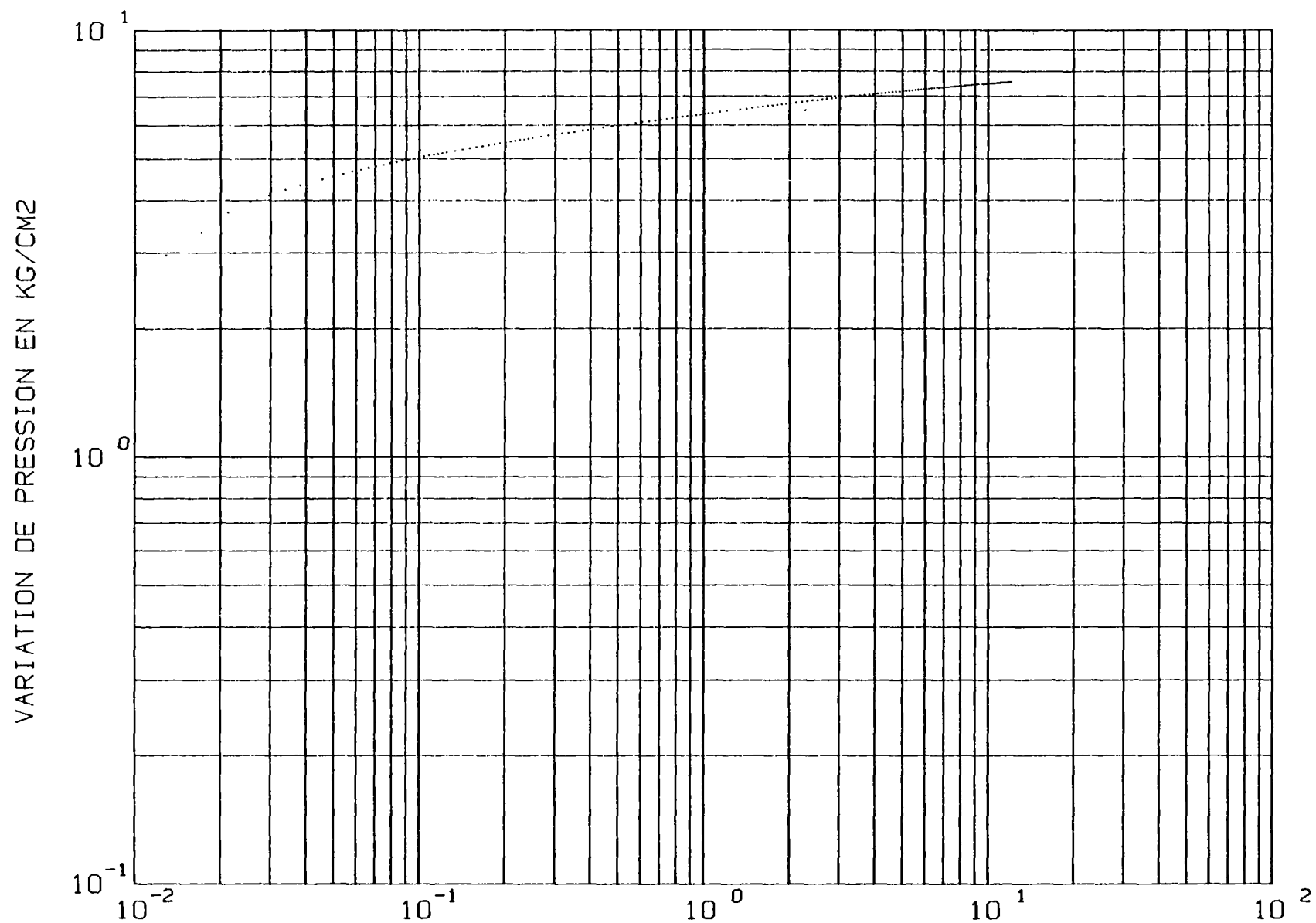


FIGURE 1 - DT EN HEURES
 TEST DE FORMATION - SITE FICTIF FOR5
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME LOG LOG

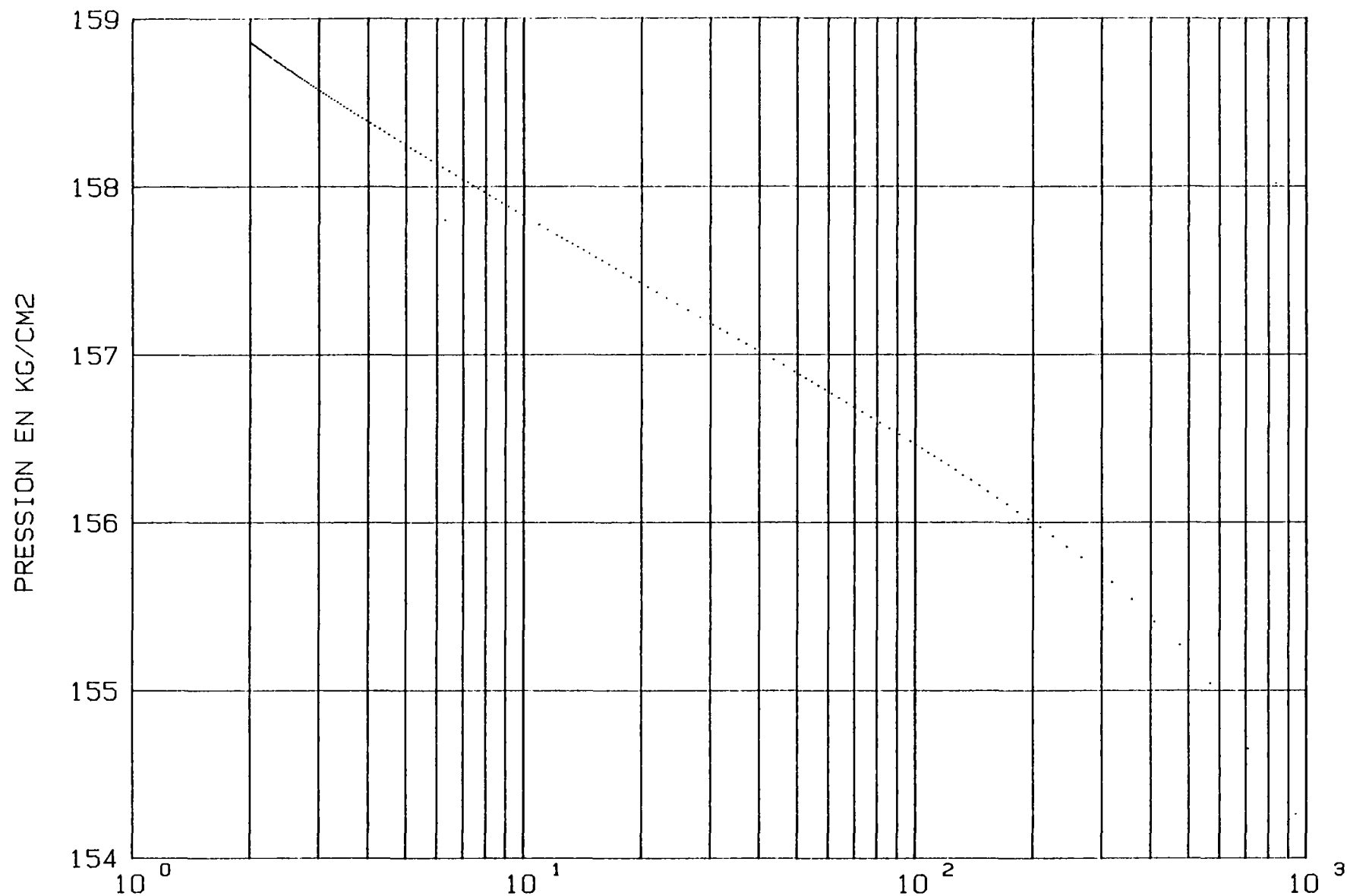


FIGURE 2 - $(TP + DT) / DT$
 TEST DE FORMATION - SITE FICTIF FOR5
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE - DIAGRAMME DE HORNER

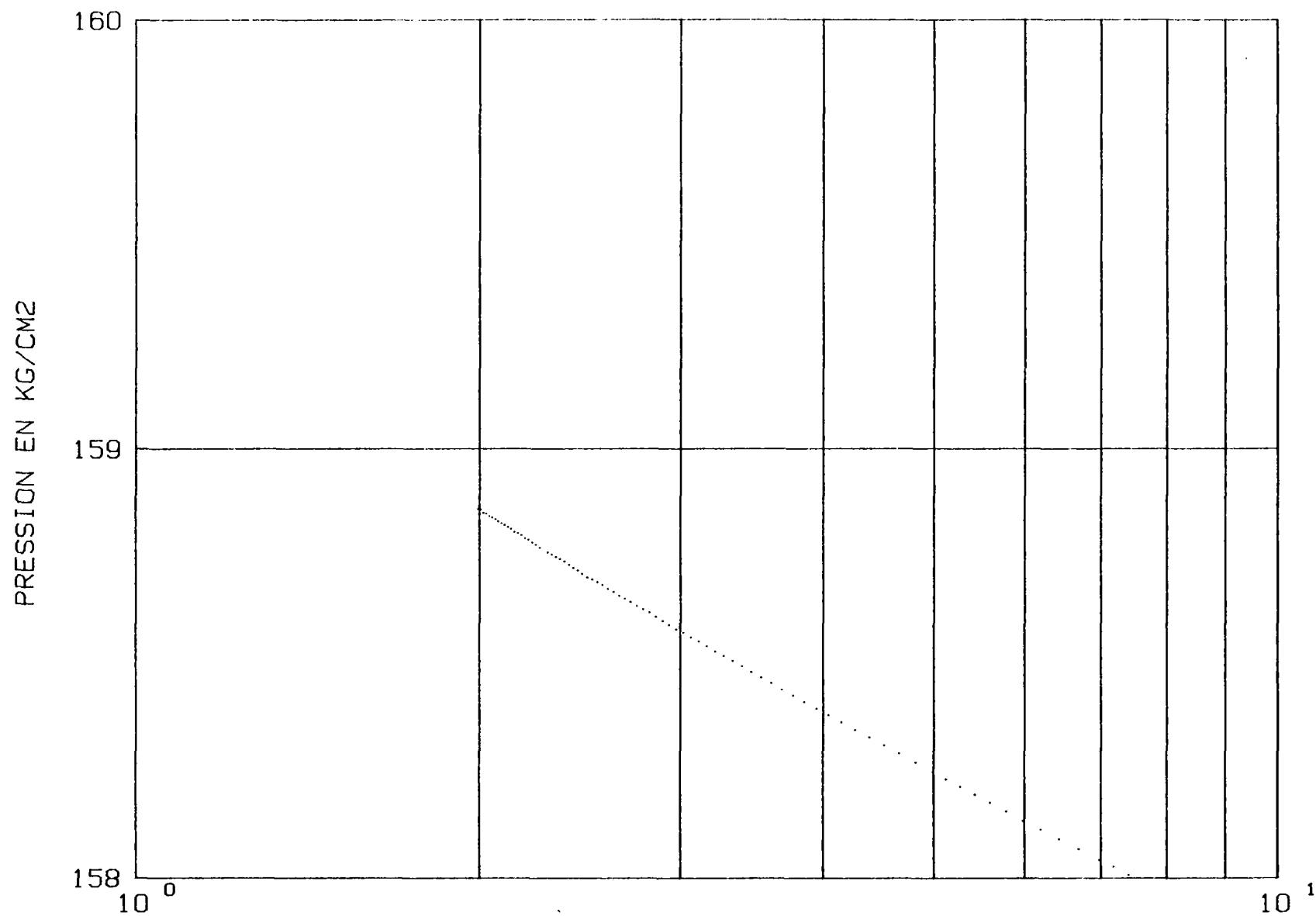


FIGURE 2b - $(TP + DT) / DT$
 TEST DE FORMATION - SITE FICTIF FOR5
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME DE HORNER

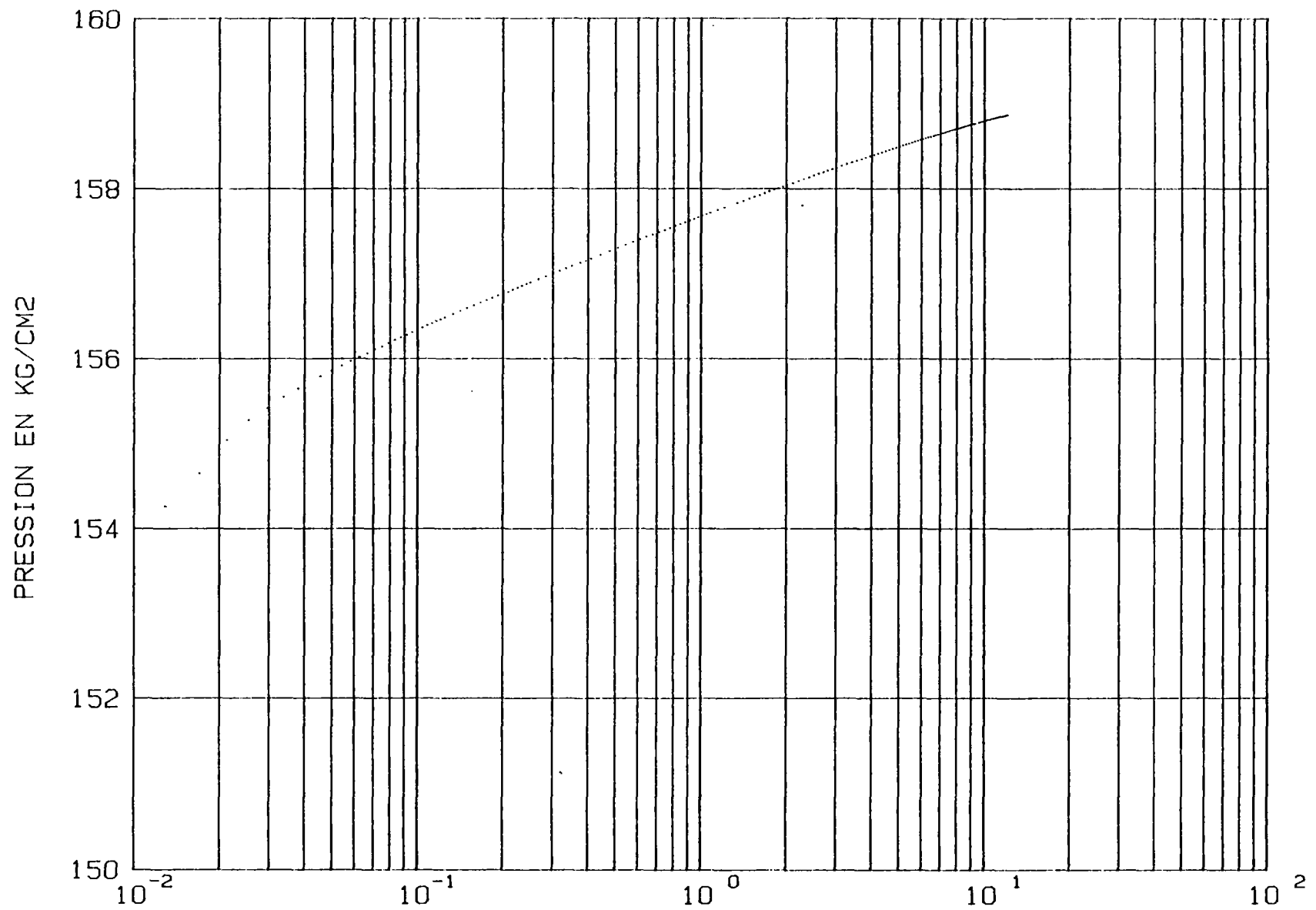


FIGURE 3 - DT EN HEURES
TEST DE FORMATION - SITE FICTIF FOR5
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME SEMI LOG

10.3 - ANNEXE 3

- * Fac-similé d'un rapport "prévisions d'exploitation"
réalisé intégralement avec le système informatique
MICRAL

B.R.G.M.
 DEPARTEMENT GEOTHERMIE
 réf.: ZZ/83/XXX
 AM/am

Orléans, le 31 Janvier 1983

SITE FICTIF FOR
 FORAGES FOR5 - FOR6
 PREVISION DES PRESSIONS DE POMPAGE
 ET DES PUISSANCES CONSOMMEES

Les pressions de pompage sont calculées pour une installation fonctionnant en boucle avec un puits de pompage et un puits de réinjection opérant à même débit. Les données utilisées sont issues des résultats des essais sur le forage FOR5 seul.

I - CARACTERISTIQUES DE LA BOUCLE GEOTHERMALE

I.1 - PARAMETRES DU RESERVOIR

Les caractéristiques moyennes retenues sont les suivantes :

Hauteur productive cumulée	23	m
Porosité moyenne	15	%
Transmissivité intrinsèque	18.5	D.m
Perméabilité intrinsèque	805	mD
Température moyenne du réservoir en production .	58.6	C
Viscosité du fluide	0.50	cp
Pression artésienne potentielle (exhaure)	8.5	kg/cm ²

I.2 - DISTANCE ENTRE OUVRAGES

Conformément au programme d'opération la distance entre les puits au niveau du réservoir est prise égale à 1200 m (toit).

I.3 - CARACTERISTIQUES PARTICULIERES DES FORAGES

Puits de production :

- - - - -

Tubage 7 " jusqu'à 1599 m déviés (simplification)

Réservoir 6 " ; facteur de skin : - 3.71

Puits de réinjection :

- - - - -

Tubage 7 " jusqu'à 1813 m déviés

Réservoir 6 " ; facteur de skin : - 3.7 (hypothèse)

II - RELATIONS UTILISEES POUR LES CALCULS

II.1 - VARIATION DE PRESSION HYDRODYNAMIQUE dPh

Puits de production :

- - - - -

$$dPh = \frac{Q.uo}{2\pi kh} \left(\ln \frac{D}{rw} + S \right) \quad (\text{atm})$$

Puits de réinjection :

- - - - -

Le calcul est effectué pour t = 1 mois, 7 mois, 120 mois, avec prise en compte de l'effet pariétal thermique (influence de la viscosité plus élevée dans la zone envahie par les eaux de réinjection).

II.2 - PERTES DE CHARGE DANS LES TUBAGES dPc

Relation utilisée :

$$dPc = 1.057 \cdot 10^7 \cdot \frac{0.21 \cdot Q^{1.79}}{di^{4.79}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

di = diamètre intérieur du casing

Par convention le calcul des pertes de charge dans la complétion est effectué pour un débit moyen égal à la moitié du débit nominal.

II.3 - BILAN DES PRESSIONS

Les puits étant artésiens, les bilans des pressions sont les suivants :

Production : $Pd = dPh + dPc - Pap$

Injection : $Pd = dPh + dPc + Pas$

II.4 - PUISSANCE ELECTRIQUE DE POMPAGE

La puissance électrique de pompage est calculée par la relation :

$$Pe = Q \cdot P \cdot 4 \cdot 10^{-2} \quad (\text{kW})$$

DONNEES PUIITS DE PRODUCTION :

PERMEABILITE INTRINSEQUE.....:	.805	D
HAUTEUR PRODUCTIVE CUMULEE.....:	23.000	m
VISCOSITE DU FLUIDE RESERVOIR.....:	.500	cp
DISTANCE ENTRE PUIITS.....:	1200.000	m
RAYON PUIITS DE PRODUCTION.....:	7.620	cm
SKIN DE PRODUCTION.....:	-3.710	
POROSITE.....:	.150	
COMPRESSIBILITE TOTALE.....:	.100E-03	atm-1
DIAMETRE INTERIEUR TUBAGE.....:	15.940	cm
LONGUEUR TUBAGE DE PRODUCTION.....:	1599.000	m
LONGUEUR PRODUCTION RESERVOIR.....:	122.000	m
PRESSION ARTESIENNE POTENTIELLE...:	8.500	kg/cm2
OPTION CALCUL INTERFERENCE.....:	1	

DONNEES PUIITS D"INJECTION :

PERMEABILITE INTRINSEQUE.....:	.805	D
HAUTEUR PRODUCTIVE CUMULEE.....:	23.000	m
RAYON PUIITS D"INJECTION.....:	7.620	cm
SKIN INJECTION.....:	-3.700	
DIAMETRE INTERIEUR TUBAGE.....:	15.940	cm
LONGUEUR TUBAGE.....:	1813.000	m
LONGUEUR INJECTION RESERVOIR.....:	150.000	m

III.1.1 - PUIITS DE PRODUCTION

Estimations après 120.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	3.7	7.3	9.2	11.0	12.9	14.7	16.5	18.4	kg/cm2
dPc	.5	1.6	2.4	3.3	4.4	5.6	6.9	8.3	kg/cm2
dPap	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	kg/cm2
Pd	-4.4	.5	3.1	5.8	8.7	11.8	14.9	18.2	kg/cm2
Pe	-9.	2.	15.	35.	61.	94.	134.	182.	kW

III.2 - PUIITS D"INJECTION

III.2. 1 - Température d'injection :30.00 C
Viscosité : .83 cp

Estimations après 1.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.6	9.5	12.0	14.5	17.0	19.5	22.1	24.6	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.2	5.5	7.0	8.7	10.5	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	12.2	18.5	22.0	25.7	29.5	33.5	37.7	42.1	kg/cm2
Pe	24.	74.	110.	154.	207.	268.	340.	421.	kW

III.2. 2 - Température d'injection :35.00 C
Viscosité : .74 cp

Estimations après 1.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.3	8.9	11.2	13.5	15.9	18.2	20.6	22.9	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.1	5.4	6.9	8.5	10.2	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	11.9	17.9	21.2	24.6	28.3	32.1	36.0	40.2	kg/cm2
Pe	24.	72.	106.	148.	198.	257.	324.	402.	kW

III.2. 3 - Température d'injection :40.00 C
Viscosité : .67 cp

Estimations après 1.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.1	8.4	10.6	12.8	15.0	17.2	19.4	21.6	kg/cm2
dPc	.6	1.9	2.9	4.0	5.3	6.7	8.3	10.0	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	11.7	17.4	20.5	23.8	27.3	30.9	34.7	38.6	kg/cm2
Pe	23.	70.	103.	143.	191.	247.	312.	386.	kW

III.2. 4 - Température d'injection :45.00 C
Viscosité : .61 cp

Estimations après 1.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.0	8.1	10.1	12.2	14.2	16.3	18.4	20.5	kg/cm2
dPc	.6	1.9	2.8	3.9	5.2	6.6	8.1	9.8	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	11.5	17.0	20.0	23.1	26.4	29.9	33.5	37.3	kg/cm2
Pe	23.	68.	100.	139.	185.	239.	302.	373.	kW

III.2. 5 - Température d'injection :30.00 C
Viscosité : .83 cp

Estimations après 7.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	5.0	10.3	13.0	15.7	18.4	21.1	23.9	26.6	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.2	5.5	7.0	8.7	10.5	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	12.6	19.3	23.0	26.9	30.9	35.1	39.5	44.1	kg/cm2
Pe	25.	77.	115.	161.	216.	281.	356.	441.	kW

III.2. 6 - Température d'injection :35.00 C
Viscosité : .74 cp

Estimations après 7.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.6	9.5	11.9	14.4	16.9	19.4	21.9	24.4	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.1	5.4	6.9	8.5	10.2	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	12.2	18.5	21.9	25.5	29.3	33.2	37.3	41.6	kg/cm2
Pe	24.	74.	109.	153.	205.	266.	336.	416.	kW

III.2. 7 - Température d'injection :40.00 C
Viscosité : .67 cp

Estimations après 7.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.4	8.9	11.1	13.4	15.7	18.0	20.3	22.6	kg/cm2
dPc	.6	1.9	2.9	4.0	5.3	6.7	8.3	10.0	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	11.9	17.8	21.0	24.4	28.0	31.7	35.6	39.7	kg/cm2
Pe	24.	71.	105.	147.	196.	254.	321.	397.	kW

III.2. 8 - Température d'injection :45.00 C
 Viscosité : .61 cp

Estimations après 7.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.1	8.3	10.4	12.6	14.7	16.8	19.0	21.1	kg/cm2
dPc	.6	1.9	2.8	3.9	5.2	6.6	8.1	9.8	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	11.7	17.2	20.3	23.5	26.9	30.4	34.1	38.0	kg/cm2
Pe	23.	69.	101.	141.	188.	244.	307.	380.	kW

III.2. 9 - Température d'injection :30.00 C
 Viscosité : .83 cp

Estimations après 120.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	5.6	11.4	14.4	17.4	20.4	23.4	26.5	29.5	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.2	5.5	7.0	8.7	10.5	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	13.2	20.5	24.4	28.6	32.9	37.5	42.1	47.0	kg/cm2
Pe	26.	82.	122.	172.	231.	300.	379.	470.	kW

III.2.10 - Température d'injection : 35.00 C
Viscosité : .74 cp

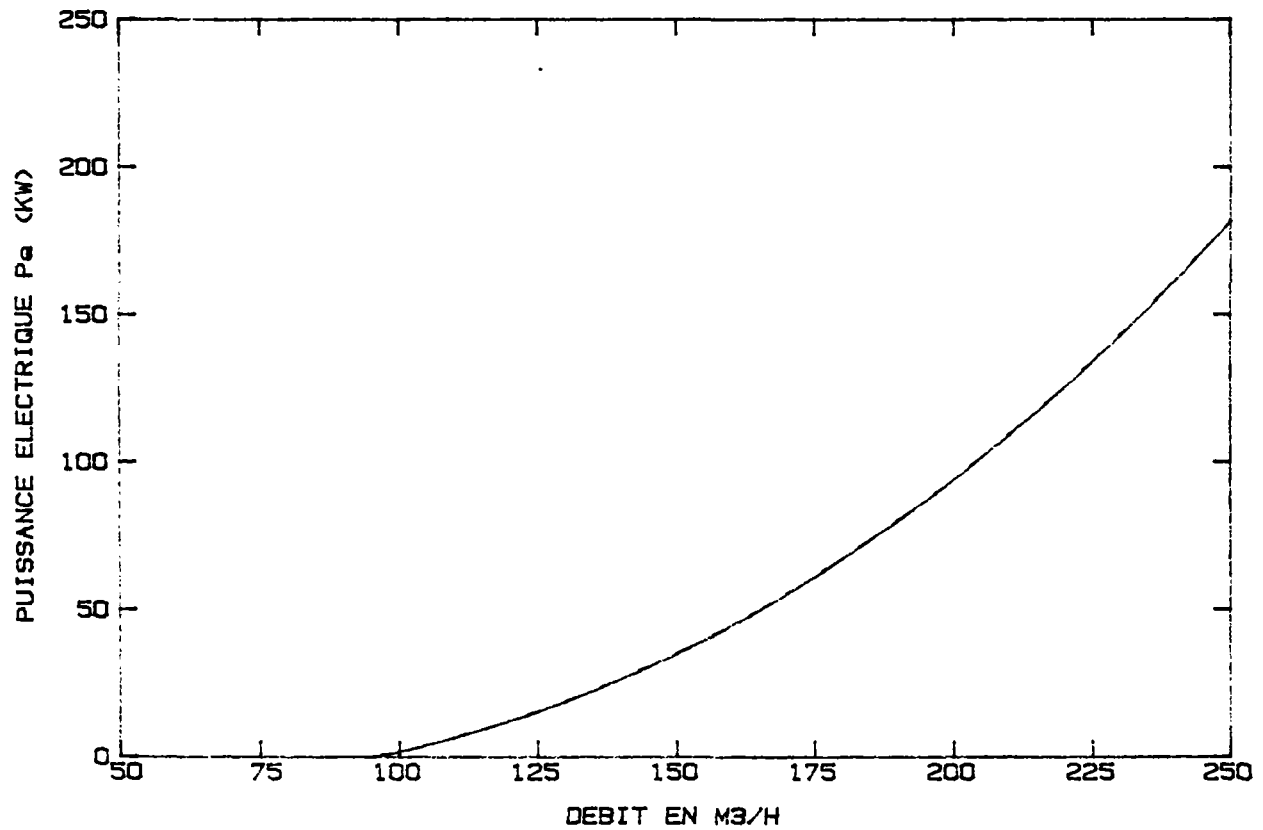
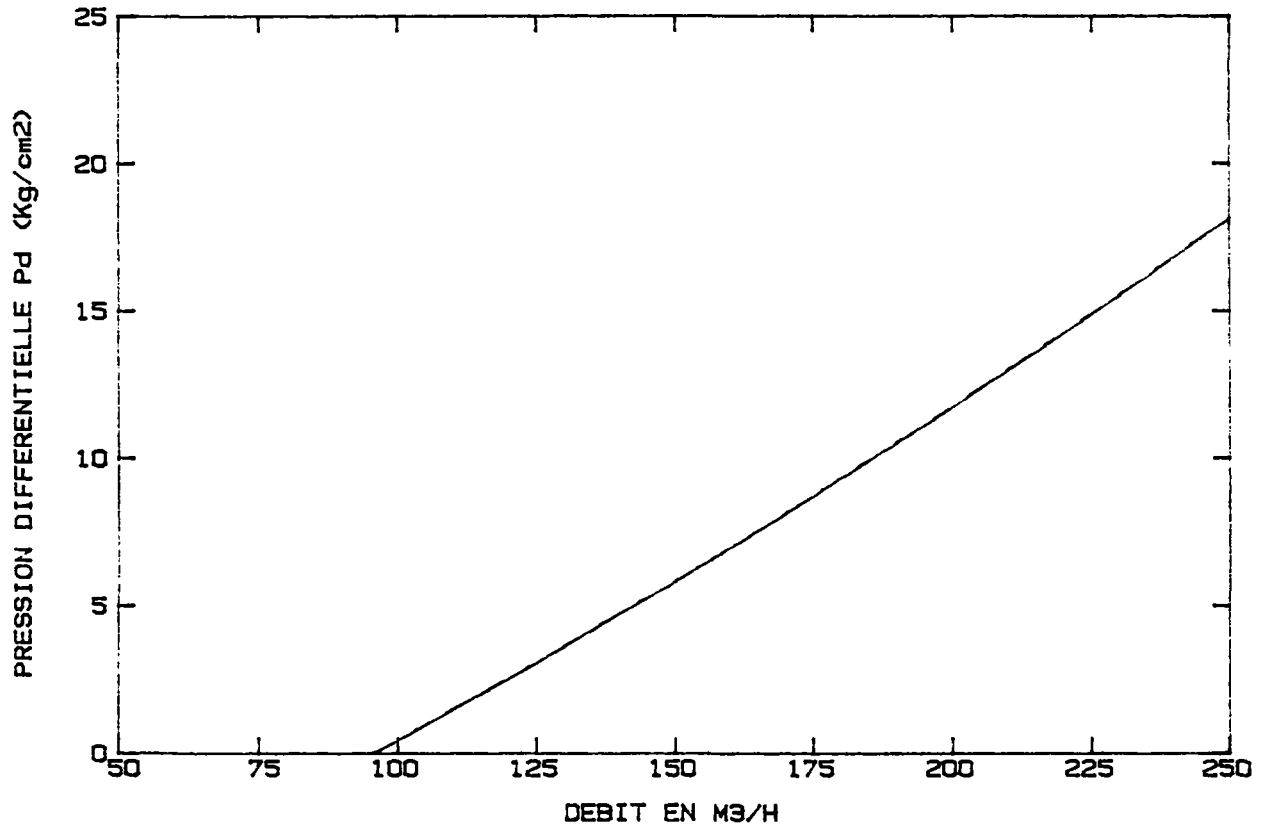
Estimations après 120.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	5.1	10.3	13.0	15.7	18.4	21.1	23.8	26.5	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.1	5.4	6.9	8.5	10.2	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	12.6	19.3	22.9	26.8	30.8	34.9	39.2	43.7	kg/cm2
Pe	25.	77.	115.	161.	215.	279.	353.	437.	kW

III.2.11 - Température d'injection : 40.00 C
Viscosité : .67 cp

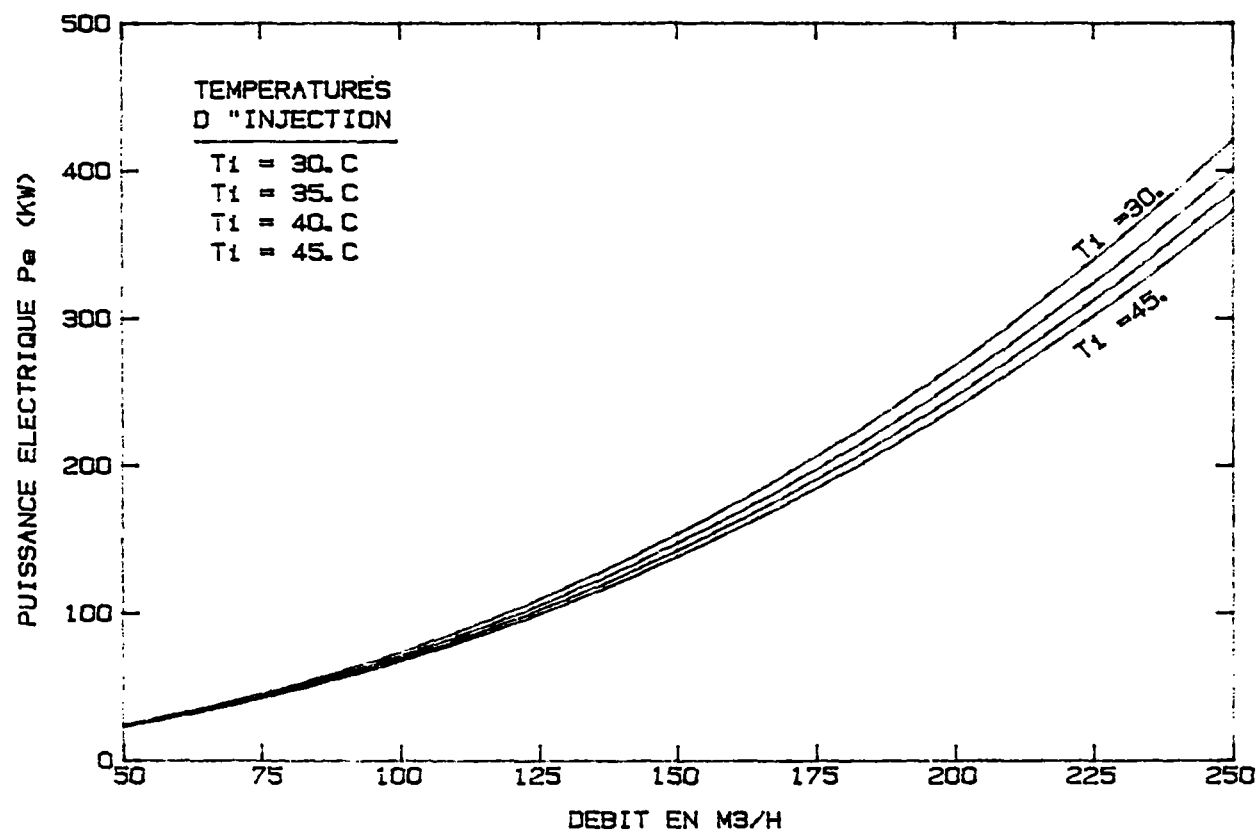
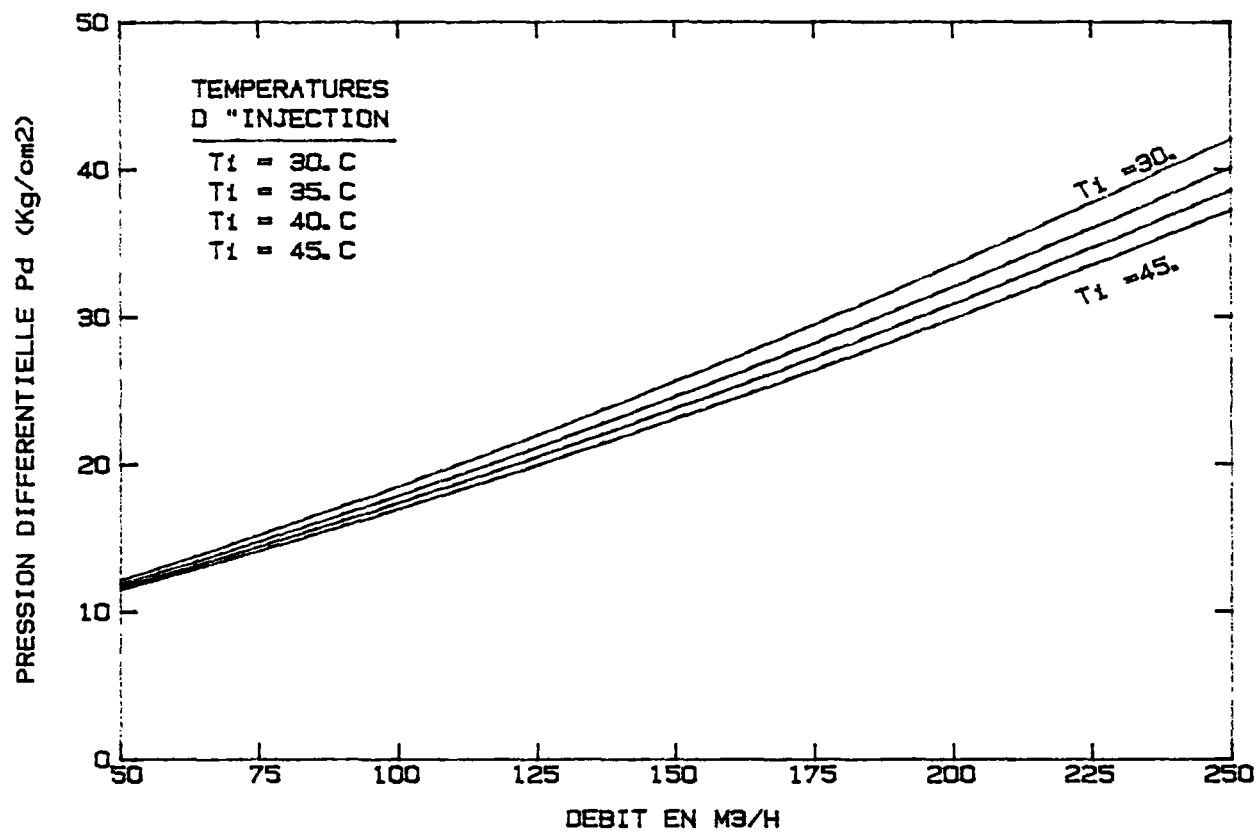
Estimations après 120.00 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	4.7	9.5	11.9	14.3	16.8	19.2	21.7	24.1	kg/cm2
dPc	.6	1.9	2.9	4.0	5.3	6.7	8.3	10.0	kg/cm2
dPap	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	kg/cm2
Pd	12.2	18.4	21.8	25.3	29.0	32.9	37.0	41.1	kg/cm2
Pe	24.	74.	109.	152.	203.	263.	333.	411.	kW



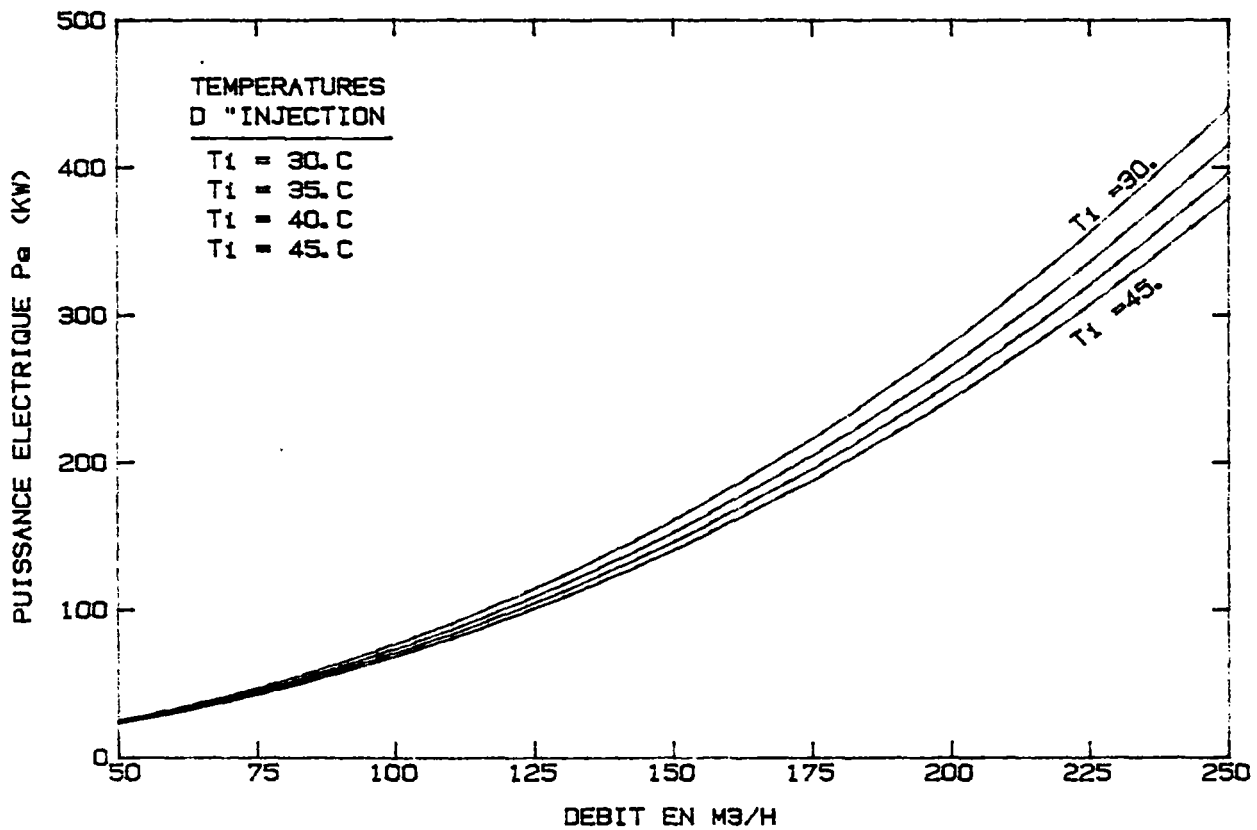
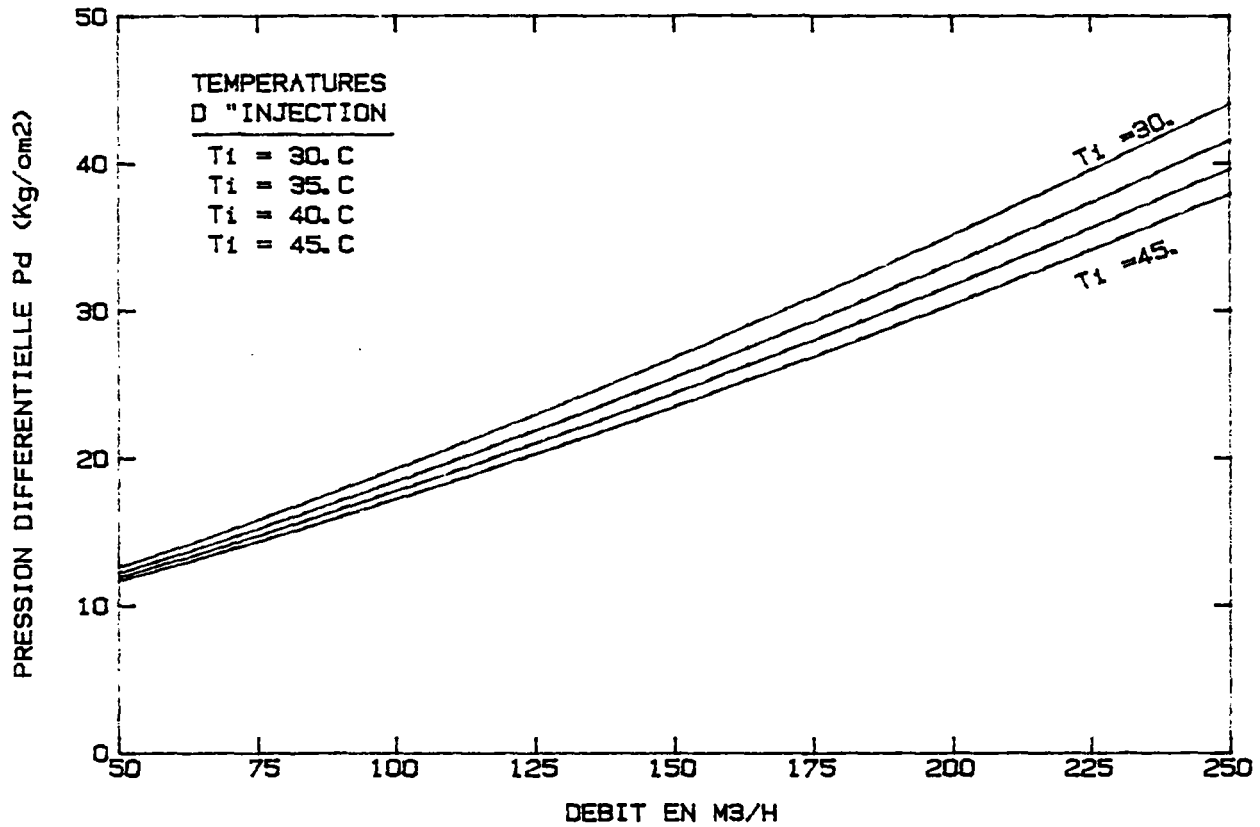
PRODUCTION : PREVISION D'EXPLOITATION A $t(\text{mois}) = 120.0$

FORAGE FOR5



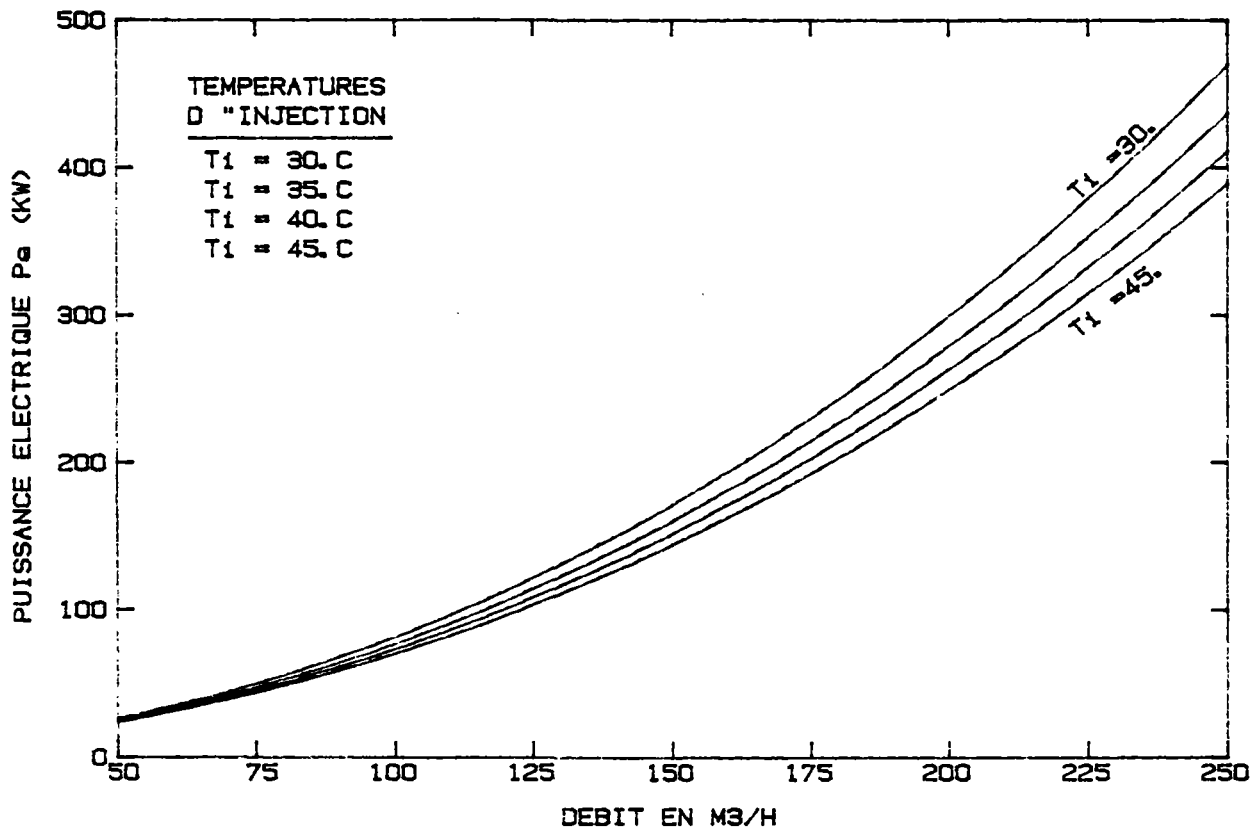
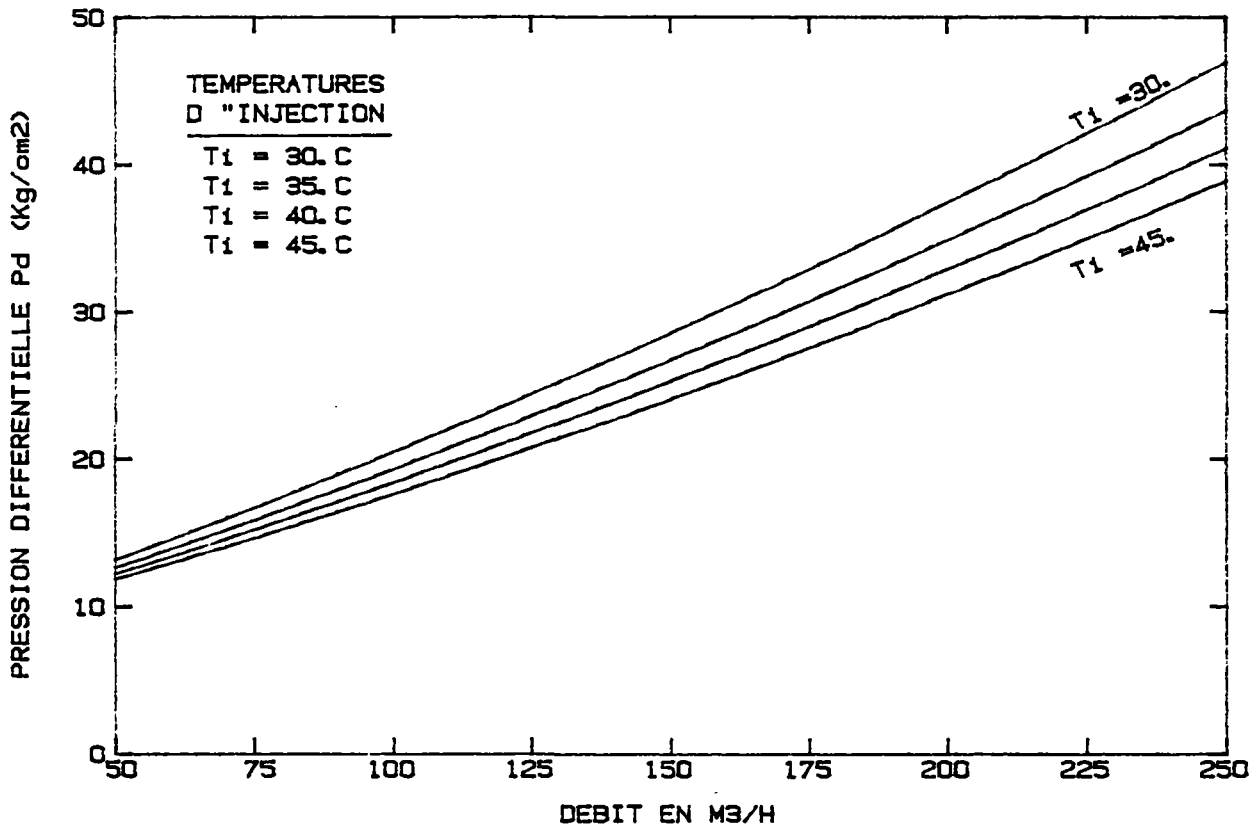
INJECTION : PREVISION D'EXPLOITATION A $t(\text{mois}) = 1.0$

FORAGE FOR6



INJECTION : PREVISION D"EXPLOITATION A t(mois) = 7.0

FORAGE FOR6



INJECTION : PREVISION D'EXPLOITATION A $t(\text{mois}) = 120.0$
FORAGE FOR6

10.4 - ANNEXE 4

- * Listings des logiciels utilisés
 - fichier ESSAIS-S
 - fichier PLOTEST-S
 - fichier PREVISS-S
- * Remarques complémentaires pour la modification des programmes

```

PROGRAM ESSAIS
C.....
C.....PRETRAITEMENT POUR INTERPRETATION DES ESSAIS
C.....SORTIE DU TABLEAU RESULTATS --> IMPRIMANTE
C.....CREATION DU FICHIER DESSIN : ESSTRA-S --> PLOTEST
C.....CREATION DU FICHIER SORTIE : ESSOUT-S --> IMPRIMANTE
C.....VERSION 1.0 DO 30/01/83
C.....AUTEUR : A. MENJOZ
C.....
      DIMENSION XP(300),XD(300),XV(1H(300)
1,0PAL(16),IPAL(16),DTB(8),IHB(8),DPB(8),PB(8)
      INTEGER*4 A(11),B(11),ITAB(30),IDA(8),IR,IRR,IPU,IPUN
1,1DRAW,IREP,IOP,LR,LI,LB,LF,ESC,N1,N2,N3,N4,FLAG
      DATA IRR,IPUN,IREP/1HR,1H,1H0/
      DATA LR,LI,LB,LF/1HR,1H,1H,1H/
      DATA ESC/27/,N1/54/,N2/48/,N3/53/,N4/52/
C.....
1000 FORMAT (2X,'DATE FIN DE PRODUCTION-I3.2I2 ?:')
1001 FORMAT (2X,'DATE FIN D INJECTION -I3.2I2 ?:')
1002 FORMAT (I3.1X,2I2,F8.3)
1003 FORMAT (I3.A1,2I2,F8.3)
1004 FORMAT (2X,'PRESSION PWFO-F8.3 ?:')
1006 FORMAT (F8.3)
1008 FORMAT (2X,'DUREE DE POMPAGE-I3.2I2 ?:')
1009 FORMAT (2X,'DUREE D INJECTION-I3.2I2 ?:')
1010 FORMAT (1X,I5,2X,I3,1H.,I2,1H.,I2,2X,F8.5,2X,F8.3,
      12X,F10.3,2X,F8.3)
1012 FORMAT (I3.A1,2I2,8X,F5.1)
1014 FORMAT (1H1)
1016 FORMAT (1X,
      1'no du',6X,'t',9X,'dt',8X,'dp',5X,'(tp+dt)/dt',6X,'p',1X,
      24X,' ou ',1X
      3'point (heures) (heures) (kg/cm2)',2X,'fonction S',2X,
      4'(kg/cm2)')
1022 FORMAT(/1X,58(1H-)/)
1024 FORMAT (1X,30A1//
      11X,'REMONTÉE DE PRESSION DU ',8A1//)
1026 FORMAT (1X,'DUREE DE PRODUCTION =' ,F8.3, ' Heures'
      1 1X,'Pwfo..... =' ,F8.3, ' Kg/cm2'////)
1027 FORMAT (1X,'DUREE D INJECTION =' ,F8.3, ' Heures'
      1 1X,'Pwfo..... =' ,F8.3, ' Kg/cm2')
1028 FORMAT (//)
1036 FORMAT (2X,'NOM DU FICHIER DES DONNEES :')
1038 FORMAT (11A1)
1042 FORMAT (30A1)
1046 FORMAT (2X,'DEPASSEMENT CAPACITE')
1048 FORMAT (2X,'OPTION DEBIT VARIABLE O/N ?')
1050 FORMAT (2X,'NB. PALIERS DE DEBIT-I3 ?:')
1052 FORMAT (2X,'DONNEES PALIER ',I3/2X,'DEBIT-F10.3 ?:')
1054 FORMAT (F10.3)
1056 FORMAT (2X,'DEBUT =' ,F10.3, ' FIN (F10.3) ? :')
1060 FORMAT (2X,'OPTION TYPE D'INTERPRETATION :')
      12X,'RABATTEMENT..R'/
      22X,'INJECTION....I'/
      32X,'BUILD UP.....B'/
      42X,'FALL OFF.....F'/
      52X,'CODE ?:')
1062 FORMAT (2X,'DATE DEBUT PRODUCTION-I3.2I2 ?:')
1063 FORMAT (2X,'DATE DEBUT INJECTION-I3.2I2 ?:')
1064 FORMAT (2X,'PRESSION PWSO-F8.3 ?:')
1066 FORMAT (1X,30A1/
      11X,'RABATTEMENT EN DEBIT DU ',8A1)
1068 FORMAT (1X,'Pwso = ' ,F8.3, ' kg/cm2')
1070 FORMAT (/1X,46(1H-)/)
1072 FORMAT (1X,
      1'no du',6X,'t',9X,'dt',8X,'dp',8X,'p',1X/
      21X,
      3'point',3X,'(Heures)',2X,'(Heures)',2X,'(kg/cm2)',2X,
      4'(kg/cm2)')
1074 FORMAT (1X,I5,2X,I3,1H.,I2,1H.,I2,2X,F8.5,2X,F8.3,
      12X,F8.3)
1080 FORMAT (1X,68A1)
1082 FORMAT (1X,30A1/
      11X,'TEST D'INJECTION DU ',8A1)
1086 FORMAT (1X,30A1/
      11X,'FALL OFF TEST DU ',8A1)
1088 FORMAT (1X,'DUREE D'INJECTION =' ,F8.3, ' Heures'
      1 1X,'Pwfo..... =' ,F8.3, ' KG/CM2')
1090 FORMAT (2X,'OPTION TRAITEMENT TEMPERATURE O/N ?:')
C.....
      CALL OPEN (6,'ESSTRA-S ',0)
      CALL OPEN (7,'ESSOUT-S ',0)
C.....
C.....DONNEES DE L'ESSAI
C.....
      NPMAX=300
      WRITE (1,1036)
      READ (1,1038) (B(I),I=1,11)
      ENCODE (A,1038) B
      CALL OPEN (9,A,0)
      WRITE (1,1090)
      READ (1,1042) FLAG
      WRITE (1,1060)
      READ (1,1042) IOPT
      IF (IOPT.EQ.LR) GO TO 60
      IF (IOPT.EQ.LI) GO TO 60
C.....BUILD UP ET FALL OFF
      IF (IOPT.EQ.LB) WRITE (1,1008)
      IF (IOPT.EQ.LF) WRITE (1,1009)
      READ (1,1002) IH1,IM1,IS1
      DPR=FLOAT(IH1)+(FLOAT(IM1)/60.)+(FLOAT(IS1)/3600.)
      IF (IOPT.EQ.LB) WRITE (1,1000)
      IF (IOPT.EQ.LF) WRITE (1,1001)
      READ (1,1002) IH2,IM2,IS2
      TP=FLOAT(IH2)+(FLOAT(IM2)/60.)+(FLOAT(IS2)/3600.)
      WRITE (1,1004)
      READ (1,1006) PWFO
      WRITE (1,1048)
      READ (1,1042) IP
      IF (IR.EQ.IRR) GO TO 40
      WRITE (1,1050)
      READ (1,1002) NBPAL
      IF (NBPAL.GT.15) GO TO 22
      NBPAL1=NBPAL+1
      TPAL(1)=0.
      0PAL(1)=0.
      DO 24 N=1,NBPAL
      N=N+1
      WRITE (1,1052) N
      READ (1,1054) 0PAL(N)
      WRITE (1,1056) TPAL(N)
      READ (1,1054) TPAL(N)
24 CONTINUE
      GO TO 40
C.....RABATTEMENT ET INJECTION
60 CONTINUE
      IF (IOPT.EQ.LR) WRITE (1,1062)
      IF (IOPT.EQ.LI) WRITE (1,1063)
      READ (1,1002) IH2,IM2,IS2
      TP=FLOAT(IH2)+(FLOAT(IM2)/60.)+(FLOAT(IS2)/3600.)
      WRITE (1,1064)

```

```

IF (IOPT.EQ.LR.OR.IOPT.EQ.LF) DP=-DP
DT=T-TP
VTH=0.
IF (IOPT.EQ.LI) GO TO 52
IF (IOPT.EQ.LF) GO TO 50
IF (IOPT.EQ.LR) GO TO 52
IF (IR.EQ.IRR) GO TO 50
DO 26 N=2,NBPAL1
M=N-1
VV=DPR+DT
VV=(VV-TPAL(N))/(VV-TPAL(N))
VV=ALOG10(VV)
VTH=VTH+VV*QPAL(N)/QPAL(NBPAL1)
26 CONTINUE
GO TO 52
50 VTH=(DPR+DT)/DT
C.....
C.....TRANSFERT BUFFER --> DISQUE
C.....
52 XVTH(ICC)=VTH
XP(ICC)=P
XDT(ICC)=DT
IF (IBUF.GE.7) GO TO 34
32 IBUF=IBUF+1
DTB(IBUF)=DT
THB(IBUF)=VTH
DPB(IBUF)=DP
PB(IBUF)=P
GO TO 36
34 IBUF=0
WRITE (6) (DTB(K),THB(K),DPB(K),PB(K),K=1,7)
GO TO 32
36 CONTINUE
C.....
C.....OUTPUT IMPRIMANTE
C.....
IF (IOPT.EQ.LB.OR.IOPT.EQ.LF)
1WRITE (7,1010) ICC,IH,IM,IS,DT,DP,VTH,P
IF (IOPT.EQ.LR.OR.IOPT.EQ.LI)
1WRITE (7,1074) ICC,IH,IM,IS,DT,DP,P
IF (IC.LE.50) GO TO 10
IF (IOPT.EQ.LB.OR.IOPT.EQ.LF) WRITE (7,1022)
IF (IOPT.EQ.LR.OR.IOPT.EQ.LI) WRITE (7,1070)
GO TO 8
22 CONTINUE
WRITE (1,1046)
STOP
12 CONTINUE
IF (IOPT.EQ.LB.OR.IOPT.EQ.LF) WRITE (7,1022)
IF (IOPT.EQ.LR.OR.IOPT.EQ.LI) WRITE (7,1070)
WRITE (7,1014)
C.....
C.....TRANSFERT DERNIER BUFFER --> DISQUE
C.....
IF (IBUF.EQ.7) GO TO 30
IBUF1=IBUF+1
DO 38 I=IBUF1,7
DTB(I)=0.
THB(I)=0.
DPB(I)=0.
PB(I)=0.
38 CONTINUE
WRITE (6) (DTB(K),THB(K),DPB(K),PB(K),K=1,7)
30 CONTINUE
ENDFILE 6
ENDFILE 9
----
```



```

READ (1,1006) PMF0
40 CONTINUE
C.....
C.....IDENTIFICATION ESSAI
C.....
READ (9,1042) (ITAB(J),J=1,30)
READ (9,1042) (IDAT(K),K=1,8)
ICC=0
IC=0
WRITE (7,1014)
WRITE (7,1028)
IF (IOPT.NE.LB) GO TO 62
WRITE (7,1024) (ITAB(J),J=1,30),(IDAT(K),K=1,8)
WRITE (7,1026) DPR,PMF0
GO TO 64
62 IF (IOPT.NE.LR) GO TO 80
WRITE (7,1066) (ITAB(J),J=1,30),(IDAT(K),K=1,8)
WRITE (7,1068) PMF0
GO TO 64
80 IF (IOPT.NE.LI) GO TO 82
WRITE (7,1082) (ITAB(J),J=1,30),(IDAT(K),K=1,8)
WRITE (7,1068) PMF0
GO TO 64
82 IF (IOPT.NE.LF) GO TO 84
WRITE (7,1086) (ITAB(J),J=1,30),(IDAT(K),K=1,8)
WRITE (7,1088) DPR,PMF0
GO TO 64
84 STOP ERCODE
C.....
C.....LECTURE DATA
C.....
64 CONTINUE
IC=12
IDEC=0
TDEC=0.
IBUF=0
GO TO 9
8 CONTINUE
IC=0
WRITE (7,1014)
9 IF (IOPT.EQ.LR) GO TO 66
IF (IOPT.EQ.LI) GO TO 66
WRITE (7,1022)
WRITE (7,1016)
WRITE (7,1022)
GO TO 68
66 CONTINUE
WRITE (7,1070)
WRITE (7,1072)
WRITE (7,1070)
68 CONTINUE
IC=IC+7
10 CONTINUE
IF (FLAG.NE.IREP) READ (9,1003) IH,IPU,IM,IS,P
IF (FLAG.EQ.IREP) READ (9,1012) IH,IPU,IM,IS,P
IF (IPU.NE.IPUN) GO TO 12
IC=IC+1
ICC=ICC+1
IF (ICC.GT.NPMAX) GO TO 22
T=FLOAT(IH)+(FLOAT(IM)/60.)+(FLOAT(IS)/3600.)
IF (IDEC.GT.0) GO TO 11
IF (T.GE.TP) GO TO 11
IDEC=1
TDEC=TDEC
11 T=T+TDEC
DP=P-PMF0
STOP
END
```

```

PROGRAM PLOTEST
C.....
C.....TRACE DES COURBES POUR INTERPRETATION DES ESSAIS
C.....UTILISE FICHIER ESSTRA-S CREE PAR ESSAIS-S
C.....VERSION POUR TRACEUR HP7470 ET MICRAL 210
C.....INTERFACAGE : MODE HARDWARE HANDSHAKING
C.....NECESSITE ROUTINE ECRV24 ( AVEC TEST DTR. PIN 20 )
C.....VERSION 1.0 DU 30/01/83
C.....AUTEUR : A. MENJOZ
C.....
      INTEGER DXG,DXD,DYB,DYH,DXH,DYH,YAD,YAF,XAD,XAF
      INTEGER*1 LIB(80),ITERM,IBLAN,ETX,ESC,IBUF(80)
      DIMENSION DT(8),TH(8),DP(8),P(8)
      DATA ESC,ETX,ITERM,IBLAN/27,3,1H$,1H /
C.....
C.....SET HARDWARE HANDSHAKING MODE
C.....
      ENCODE (IBUF,900) ESC
      900 FORMAT (A1,',( )')
      CALL ECRV24 (IBUF,3,0)
C.....
C.....SELECTION DU TRACE
C.....
      10 CONTINUE
      WRITE (1,1010)
1010 FORMAT (1X,'OPTION TRACE CODE'/
1      1X,'-----'/
2      1X,'LOG-LOG          1 '/
3      1X,'HORNER Q.CONST  2 '/
4      1X,'SEMI-LOG(MDH)   3 '/
5      1X,'FIN              4 '/
6      1X,'HORNER Q.VAR.    5 '/
7      1X,'ABAQUE SPE       6 '/
8      1X,'-----'/
9      1X,'CODE CHOISI ?:')
      READ (1,1012) ICOD
1012 FORMAT (I1)
      IF (ICOD.EQ.4) GO TO 210
      IF (ICOD.NE.6) GO TO 70
C.....
C.....GRILLE FIXE - ABAQUE SPE
C.....
      NINC=1
      NBMX=3
      DXH=3060
      LX=9180
      XAD=810
      XAF=9990
      NBMX=2
      DYH=3060
      LY=6120
      YAD=580
      YAF=6700
      INB=10
      GO TO 72
C.....
C.....PARAMETRES GRILLE
C.....
      70 CONTINUE
      WRITE (1,1014)
1014 FORMAT (1X,'DONNEES GRILLE'/
11X,'NB. MODULES SUR X-I1 ?:')
      READ (1,1012) NBMX
      WRITE (1,1016)
1016 FORMAT (1X,'LONG.MODULE X EN MM-IS ?:')

```

```

      READ (1,1017) DXH
1017 FORMAT (I3)
      WRITE (1,1018)
1018 FORMAT (1X,'NB. MODULES SUR Y ?:')
      READ (1,1012) NBMX
      WRITE (1,1020)
1020 FORMAT (1X,'LONG. MODULE Y EN MM-IS ?:')
      READ (1,1017) DYM
C.....
C.....PARAMETRES TRACE DES POINTS
C.....
      72 CONTINUE
      WRITE (1,1022)
1022 FORMAT (1X,'DONNEES TRACE DES POINTS'/
11X,'VALEUR MINI SUR X-E10.3 ?:')
      READ (1,1024) UMINX
1024 FORMAT (E10.3)
      WRITE (1,1026)
1026 FORMAT (1X,'VALEUR MINI SUR Y-E10.3 ?:')
      READ (1,1024) UMINY
      IF (ICOD.EQ.6) GO TO 74
      IF (ICOD.NE.1) WRITE (1,1028)
1028 FORMAT (1X,'VALEUR D'UN MODULE Y-E10.3 ?:')
      IF (ICOD.NE.1) READ (1,1024) DY
      IF (ICOD.EQ.5) WRITE (1,1032)
1032 FORMAT (1X,'VALEUR D'UN MODULE X-E10.3 ?:')
      IF (ICOD.EQ.5) READ (1,1024) DX
C.....
C.....PARAMETRES DE LA GRILLE
C.....
      LX=NBMX*DXH*40
      DXD=15*40
      DXG=10000-LX-DXD
      XAD=250+DXG
      XAF=XAD+LX
      LY=NBMX*DYM*40
      DYH=5*40
      DYB=7200-LY-DYH
      YAD=279+DYB
      YAF=YAD+LY
      INB=10
      XHLM=INB*NBMX
      NINC=40
C.....
C.....INITIALISATION TRACEUR
C.....
      74 CONTINUE
      WRITE (1,1030)
1030 FORMAT (1X,'CONTROLE ETAT TRACEUR (RET OU T ET RETURN)')
      PAUSE ETAT
      ENCODE (IBUF,100)
100 FORMAT ('IN:LT:SP1')
      CALL ECRV24 (IBUF,9,0)
C.....
C.....TRACE GRILLE
C.....AXE X LOG.
C.....
      NBL=NBMX+1
      IF (ICOD.EQ.5) GO TO 60
      XX=ALOG10(UMINX)
      IF (XX.GE.0.) XX=XX+0.5
      IF (XX.LT.0.) XX=XX-0.5
      INE=INT(XX)-1
      DO 20 I=1,NBL
      IC=XAD+(I-1)*DXH*NINC
      INE=INE+1

```

```

ICX1=IC-120
ICY1=YAD-240
ICX2=ICX1+240
ICY2=ICY1+120
ENCODE (IBUF,102) ICX1,ICY1,INE,ETX
102 FORMAT ('D11.0:SID.2.0.3:PU:PA'.I6,'.',I6,':LB'.I2,A1.
1':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,43.0)
ENCODE (IBUF,103) ICX2,ICY2,INE,ETX
103 FORMAT ('D11.0:SID.15.0.2:PU:PA'.I6,'.',I6,':LB'.I2,A1.
1':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,44.0)
ENCODE (IBUF,104) IC,YAD,IC,YAF
104 FORMAT ('PU:PA'.I6,'.',I6,':PD:PA'.I6,'.',I6,':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
IF (I.EQ.NBL) GO TO 21
DO 20 J=2,10
XX=FLOAT(J)
X=ALOG10(XX)
X=X*DXM*FLOAT(NINC)
IC1=IC+INT(X)
ENCODE (IBUF,104) IC1,YAD,IC1,YAF
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
20 CONTINUE
GO TO 21
C.....
C.....AXE X LINEAIRE
C.....
60 CONTINUE
XNE=UMINX-DX
DO 62 I=1,NBL
IC=XAD+(I-1)*DXM*40
XNE=XNE+DX
ICX1=IC-240
ICY1=YAD-160
ENCODE (IBUF,118) ICX1,ICY1,XNE,ETX
118 FORMAT ('D11.0:SID.2.0.3:PU:PA'.I6,'.',I6,':LB'.F4.1,A1.
1':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,45.0)
ENCODE (IBUF,104) IC,YAD,IC,YAF
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
62 CONTINUE
C.....
21 CONTINUE
IF (ICOD.EQ.6) GO TO 78
IF (ICOD.NE.1) GO TO 42
C.....
C.....AXE Y LOG-LOG ET SPE
C.....
78 NBL=NBMY+1
XX=ALOG10(UMINY)
IF (XX.GE.0.) XX=XX+0.5
IF (XX.LT.0.) XX=XX-0.5
INE=INT(XX)-1
DO 22 I=1,NBL
IC=YAD+(I-1)*DYM*NINC
INE=INE+1
ICX1=XAD-440
ICY1=IC-60
ICX2=ICX1+240
ICY2=ICY1+120
ENCODE (IBUF,102) ICX1,ICY1,INE,ETX
CALL ECRV24 (IBUF,43.0)
ENCODE (IBUF,103) ICX2,ICY2,INE,ETX
CALL ECRV24 (IBUF,44.0)
ENCODE (IBUF,104) XAD,IC,XAF,IC
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
IF (I.EQ.NBL) GO TO 23
DO 22 J=2,10
XX=FLOAT(J)
X=DYM*ALOG10(XX)*FLOAT(NINC)
IC1=IC+INT(X)
ENCODE (IBUF,104) XAD,IC1,XAF,IC1
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
22 CONTINUE
23 CONTINUE
IF (ICOD.EQ.6) GO TO 82
GO TO 28
C.....
C.....AXE Y HORNER OU MDH
C.....
42 ININY=INT(UMINY)
IDY=INT(DY)
INE=ININY-IDY
NBL=NBMY+1
DO 44 I=1,NBL
IC=YAD+(I-1)*DYM*40
INE=INE+IDY
ICX1=XAD-440
ICY1=IC-60
ENCODE (IBUF,116) ICX1,ICY1,INE,ETX
116 FORMAT ('D11.0:SID.2.0.3:PU:PA'.I6,'.',I6,':LB'.I3,A1
1':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,44.0)
ENCODE (IBUF,104) XAD,IC,XAF,IC
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
44 CONTINUE
C.....
C.....LIBELLE AXE Y
C.....
28 WRITE (1,1000)
1000 FORMAT (1X,'LIBELLE AXE Y (50 CAR. MAX.) ?:/
11X,50(1H*)/)
READ (1,1002) (LIB(K),K=1,70)
1002 FORMAT (71A1)
ENCODE (IBUF,108)
108 FORMAT ('D10.1:SID.2.0.3')
CALL ECRV24 (IBUF,15.0)
ILX=ICX1-280
J=71
30 J=J-1
IF (LIB(J).EQ.IBLAN) GO TO 30
IF (J.LE.50) GO TO 24
WRITE (1,1004)
1004 FORMAT (1X,'LIBELLE TROP LONG'/)
GO TO 28
24 X=(FLOAT(LY)-120.*FLOAT(J))/2.
ILY=YAD+INT(X)
ENCODE (IBUF,110) ILX,ILY,(LIB(K),K=1,50),ETX
110 FORMAT ('PU:PA'.I6,'.',I6,':LB'.51A1,':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,75.0)
C.....
C.....LIBELLES AXE X
C.....
INC=0
DO 34 N=1,3
32 WRITE (1,1008) N
1008 FORMAT (1X,'LIBELLE'.I2,' AXE X (70 CAR. MAX.) ?:/
11X,70(1H*)/)
READ (1,1002) (LIB(I),I=1,71)
ENCODE (IBUF,109)
109 FORMAT ('D11.0:SID.2.0.3')

```

```

CALL ECRV24 (IBUF,15,0)
ILY=279+520-INC
J=71
35 J=J-1
IF (LIB(J).EQ.IBLAN) GO TO 35
IF (J.LE.70) GO TO 33
WRITE (1,1004)
GO TO 32
33 X=(FLOAT(LX)-120.*FLOAT(J))/2.
ILX=XAD+INT(X)
ENCODE (IBUF,112) ILX,ILY
112 FORMAT ('PU:PA',I6,'.',',',I6)
CALL ECRV24 (IBUF,18,0)
ENCODE (IBUF,113) (LIB(K),K=1,70),ETX
113 FORMAT ('LB',71A1)
CALL ECRV24 (IBUF,73,0)
INC=INC+160
34 CONTINUE
C.....
C.....TRACE DES POINTS
C.....
82 CONTINUE
CALL OPEN (6,'ESSTRA-S ',0)
REWIND 6
38 CONTINUE
READ (6,END=200) (DT(I),TH(I),DP(I),P(I),I=1,7)
DO 40 K=1,7
IF (DT(K).EQ.0.) GO TO 200
GO TO (50,52,54,210,58,50),ICOD
C.....
C.....LOG-LOG ET SPE
C.....
50 CONTINUE
X=DT(K)/UMINX
IF (X.LT.1.) GO TO 56
X=DXM*ALOG10(X)*FLOAT(NINC)
IX=XAD+INT(X)
IF (IX.GT.XAF) GO TO 56
Y=DP(K)/UMINY
IF (Y.LT.1.) GO TO 56
Y=DYM*ALOG10(Y)*FLOAT(NINC)
IY=YAD+INT(Y)
IF (IY.GT.YAF) GO TO 56
ENCODE (IBUF,114) IX,IY
114 FORMAT ('PU:PA',I6,'.',',',I6,';PD:PU')
CALL ECRV24 (IBUF,24,0)
GO TO 56
C.....
C.....HORNER DEBIT CONSTANT
C.....
52 X=TH(K)
IF (X.GT.XHLIM) GO TO 56
X=DXM*ALOG10(X)*40.
IX=XAD+INT(X)
Y=P(K)-UMINY
IF (Y.LT.0.) GO TO 56
Y=DYM*Y*40./DY
IY=YAD+INT(Y)
IF (IY.GT.YAF) GO TO 56
ENCODE (IBUF,114) IX,IY
CALL ECRV24 (IBUF,24,0)
GO TO 56
C.....
C.....SEMI-LOG
C.....
54 X=DT(K)/UMINX
IF (X.LT.1.) GO TO 56
X=DXM*ALOG10(X)*40.
IX=XAD+INT(X)
Y=P(K)-UMINY
IF (Y.LT.0.) GO TO 56
Y=DYM*Y*40./DY
IY=YAD+INT(Y)
IF (IY.GT.YAF) GO TO 56
ENCODE (IBUF,114) IX,IY
CALL ECRV24 (IBUF,24,0)
GO TO 56
C.....
C.....HORNER DEBIT VARIABLE
C.....
58 X=TH(K)-UMINX
IF (X.LT.0.) GO TO 56
X=X*DXM*40./DX
IX=XAD+INT(X)
IF (IX.GT.XAF) GO TO 56
Y=P(K)-UMINY
IF (Y.LT.0.) GO TO 56
Y=DYM*Y*40./DY
IY=YAD+INT(Y)
IF (IY.GT.YAF) GO TO 56
ENCODE (IBUF,114) IX,IY
CALL ECRV24 (IBUF,24,0)
56 CONTINUE
40 CONTINUE
GO TO 38
200 CONTINUE
ENDFILE 6
GO TO 10
C.....
C.....FIN DE PROCESSUS
C.....
210 CONTINUE
STOP
END

```

PROGRAM PREVIS

```

C.....
C.....CALCUL DES PREVISIONS D'EXPLOITATION D'UN DOUBLET
C.....ESTIMATION DES PRESSIONS D'EXPLOITATION ET DES
C.....PUISSANCES ELECTRIQUES CONSOMMEES
C.....VERSION 1.0 DU 30/01/83
C.....AUTEUR : A. MENJOZ
C.....
  DIMENSION Q(39),PH(31),PC(31),Q1(39),PD(31),PE(31)
  1,NBQ(2),PMAX(3),TTI(9),TMU(9),TPA(9)
  INTEGER*1 ICOD,IR,IDE,IBUF(80),ESC,III,LIBFP(6),LIBFI(6)
  DATA Q/50.,100.,125.,150.,175.,200.,225.,250./
  DATA PI/3.1415927/
  DATA ICOD/1H0/
  DATA PMAX/25.,50.,75./
  DATA NBQ/8,31/,ESC/27/
C.....
C.....LECTURE DONNEES
C.....
  WRITE (1,2046)
  READ (1,1052) IVERS
  WRITE (1,1000)
  WRITE (1,1001)
  READ (1,1003) (LIBFI(I),I=1,6)
  WRITE (1,1004)
  READ (1,1022) XKP
  XKI=XKP
  IF (IVERS.NE.1) WRITE (1,1005)
  IF (IVERS.NE.1) READ (1,1022) XKI
  WRITE (1,1006)
  READ (1,1022) HF
  HI=HF
  HP=HP*100.
  IF (IVERS.NE.1) WRITE (1,1007)
  IF (IVERS.NE.1) READ (1,1022) HI
  WRITE (1,1008)
  READ (1,1022) UD
  WRITE (1,1010)
  READ (1,1022) D
  D=D*100.
  WRITE (1,1012)
  READ (1,1022) RWP
  WRITE (1,1014)
  READ (1,1022) S
  RWA=RWP*EXP(-S)
  WRITE (1,1016)
  READ (1,1022) PHI
  WRITE (1,1018)
  READ (1,1002) CI
  WRITE (1,1050)
  READ (1,2022) III
  IF (III.EQ.ICOD) GO TO 20
  WRITE (1,1054)
  READ (1,1056) (Q(I),I=1,8)
20 CONTINUE
  WRITE (1,1020)
  READ (1,1022) DITP
  DITP=DITP*10.
  WRITE (1,1024)
  READ (1,1022) XLTP
  XLTP=XLTP/1000.
  WRITE (1,1026)
  READ (1,1022) XLP
  XLP=XLP/1000.
  WRITE (1,1028)

```

```

  READ (1,1022) PAP
  WRITE (1,2000)
  WRITE (1,1001)
  READ (1,1003) (LIBFI(I),I=1,6)
  WRITE (1,2006)
  READ (1,1022) RWI
  WRITE (1,2008)
  READ (1,1022) SI
  RWI=RWI*EXP(-SI)
  WRITE (1,2010)
  READ (1,1022) DITI
  DITI=DITI*10.
  WRITE (1,2012)
  READ (1,1022) XLTi
  XLTi=XLTi/1000.
  WRITE (1,2014)
  READ (1,1022) XLI
  XLI=XLI/1000.

```

```

C.....
  WRITE (1,2036)
  READ (1,2022) IDE
  IDES=1
  IF (IDE.NE.ICOD) GO TO 1
  IDES=2
  ENCODE (IBUF,1060) ESC
  CALL ECRV24 (IBUF,3,0)
  DQ=(Q(8)-Q(1))/30.
  Q(9)=Q(1)
  DO 5 I=1,30
  J=9+I
  5 Q(J)=Q(9)+I*DQ
  1 CONTINUE

```

```

C.....
  CALL OPEN (6,'PROUT-S',0)

```

```

C.....
  WRITE (6,1044)
  WRITE (6,2024)
  H1=HP/100.
  D1=D/100.
  DITP1=DITP/10.
  XLTP1=XLTP*1000.
  XLP1=XLP*1000.
  WRITE (6,2026) XKP,H1,UD,D1,RWP,S,PHI,CI,DITP1,XLTP1,XLP1,PAP
  1,IVERS

```

```

C.....
  WRITE (6,2028)
  DITI1=DITI/10.
  XLTi1=XLTi*1000.
  XLI1=XLI*1000.
  RWI1=RWI*EXP(SI)
  WRITE (6,2030) XKI,HI,RWI1,SI,DITI1,XLTi1,XLI1
  IPAG=0
  IRC=1
  FACQ=1.E6/3600.

```

```

C.....
C.....PUITS DE PRODUCTION

```

```

C.....
  3 CONTINUE
  IRC=IRC+1
  WRITE (1,1000)
  WRITE (1,2042)
  READ (1,1022) TS

```

```

C.....
  IF (IDES.EQ.1) GO TO 58
  WRITE (1,1062)
  PAUSE ETAT

```

```

      ENCODE (IBUF,1064)
      CALL ECRV24 (IBUF,9.0)
58 CONTINUE
C.....
      T1=TS*2.6298E+6
      YP=UD*FACQ/(4.*XKP*HP*PI)
      XP=PHI*UD*CT/(4.*XKP)
      GO TO (30,32,34).IVERS
30 XK=XKP
      H=HP
      GO TO 36
32 XK=XKI
      H=HI*100.
      GO TO 36
34 XK=(XKP+XKI)/2.
      H=(HP+HI*100.)/2.
36 YI=UD*FACQ/(4.*XK*H*PI)
      XI=PHI*UD*CT/(4.*XK)
      PC1=1.057E+7*(UD**0.21)
      XTP=XP*RWA*RWA/T1
      XTI=XI*D*D/T1
      DO 7 L=1,IDES
      NBQC=NBQ(L)
      DO 4 I=1,NBQC
      J=I+(L-1)*8
      XMP=Y*Q(J)
      XMI=YI*Q(J)
      PH(I)=(XMP*E1(XTP)-XMI*E1(XTI))/0.9678
      PC(I)=PC1*(Q(J)**1.79)/(DITP**4.79)
      PC(I)=PC(I)*XLTP
      DD=20.*RWP
      QQ=Q(J)/2.
      PC(I)=PC(I)+PC1*XLTP*(QQ**1.79)/(DD**4.79)
      PD(I)=PH(I)+PC(I)-PAP
      PE(I)=PD(I)*Q(J)*0.04
4 CONTINUE
C.....
      IF (L.EQ.2) GO TO 9
      IF (IDES.EQ.1) GO TO 56
      PN=0.
      DO 52 LL=1,3
      IF (PD(8).LE.PMAX(LL)) GO TO 54
52 CONTINUE
54 PX=PMAX(LL)
      CALL CADRE (Q(1),Q(8),PN,PX,1,TS,LIBFP(1))
56 CONTINUE
      IPAG=IPAG+1
      J=-4
      DO 6 K=1,2
      J=J+5
      IF (IRC.EQ.0) WRITE (J,1048)
      WRITE (J,1046) IPAG
      WRITE (J,2040) TS
      WRITE (J,1030)
      WRITE (J,1032) (Q(I),I=1,8)
      WRITE (J,1030)
      WRITE (J,1034) (PH(I),I=1,8)
      WRITE (J,1036) (PC(I),I=1,8)
      WRITE (J,1038) PAP,PAP,PAP,PAP,PAP,PAP,PAP,PAP
      WRITE (J,1030)
      WRITE (J,1040) (PD(I),I=1,8)
      WRITE (J,1030)
      WRITE (J,1042) (PE(I),I=1,8)
      WRITE (J,1030)
6 CONTINUE
      GO TO 7

```

```

9 CONTINUE
      CALL COURBE (PD(1),PE(1),0.,1.0)
7 CONTINUE
      WRITE (1,2044)
      READ (1,2022) IDE
      IF (IDE.EQ.ICOD) GO TO 3
      WRITE (6,1044)
C.....
C.....PUITS D'INJECTION
C.....
      IPAG=0
      WRITE (1,2000)
      WRITE (1,1066)
      READ (1,1052) NBT
      WRITE (1,1068)
      READ (1,1070) (TTI(I),I=1,NBT)
      WRITE (1,1072)
      READ (1,1074) (THU(I),I=1,NBT)
      WRITE (1,1076)
      READ (1,1078) (TPA(I),I=1,NBT)
8 CONTINUE
      WRITE (1,2042)
      READ (1,1022) TS
C.....
      IF (IDES.EQ.1) GO TO 60
      WRITE (1,1062)
      PAUSE ETAT
      ENCODE (IBUF,1064)
      CALL ECRV24 (IBUF,9.0)
60 CONTINUE
C.....
      DO 13 ICOUR=1,NBT
      PA=TPA(ICOUR)
      TIN=TTI(ICOUR)
      UI=THU(ICOUR)
      IPAG=IPAG+1
C.....
      T1=TS*2.6298E+6
      GO TO (40,42,44).IVERS
40 X1=YI
      X2=XI
      GO TO 44
42 X1=YI*XKI*HI*100./(XKP*HP)
      X2=XI*XKI/XKP
44 CONTINUE
      X3=UI*FACQ/(4.*PI*XKI*HI*100.)
      X4=PHI*UI*CT/(4.*XKI)
      PC2=1.057E+7*(UI**0.21)
      GAM=PHI+(1.-PHI)*0.5
      G1=PHI*UD*CT/(XKI*GAM*HI*100.)
      RU=UI/UD
      RUI=1./RU
      XTI=X4*RUI*RUI/T1
      XTP=X2*D*D/T1
      DO 13 L=1,IDES
      NBQC=NBQ(L)
      DO 10 I=1,NBQC
      J=I+(L-1)*8
      XMI=X3*Q(J)
      XM=X1*Q(J)
      PH(I)=XMI*E1(XTI)-XM*E1(XTP)
      G=G1*Q(J)*FACQ
      FACS=(ALOG(G)-1.9538)*(1.-RUI)
      FACS=FACS-ALOG(RUI)
      FACS=FACS*XMI
      PH(I)=PH(I)+FACS

```



```

PH(I)=PH(I)/0.9678
PC(I)=PC2*(Q(J)**1.79)/(DITI**4.79)
PC(I)=PC(I)*XLT1
DD=20.*RWI1
QQ=Q(J)/2.
PC(I)=PC(I)+PC2*XLI*(QQ**1.79)/(DD**4.79)
PD(I)=PH(I)+PC(I)+PA
PE(I)=PD(I)*Q(J)*0.04
10 CONTINUE
C.....
IF (L.EQ.2) GO TO 62
IF (IDES.EQ.1.OR.ICOUR.G1.1) GO TO 68
PN=0.
DO 64 LL=1,3
IF (PD(8).LE.PMAX(LL)) GO TO 66
64 CONTINUE
66 PX=PMAX(LL)
CALL CADRE (Q(1).Q(8).PN.PX.2.TS.LIBFI(1))
68 CONTINUE
C.....
J=-4
DO 12 K=1,2
J=J+5
IF (IPAG.EQ.1) WRITE (J,2032)
WRITE (J,2018) IPAG.TIN.UI
WRITE (J,2040) TS
WRITE (J,1030)
WRITE (J,1032) (Q(I).I=1,8)
WRITE (J,1030)
WRITE (J,1034) (PH(I).I=1,8)
WRITE (J,1036) (PC(I).I=1,8)
WRITE (J,1038) PA.PA.PA.PA.PA.PA.PA.PA
WRITE (J,1030)
WRITE (J,1040) (PD(I).I=1,8)
WRITE (J,1030)
WRITE (J,1042) (PE(I).I=1,8)
WRITE (J,1030)
12 CONTINUE
GO TO 13
62 CONTINUE
IZ=1
IF (ICOUR.EQ.1) IZ=2
IF (ICOUR.NE.NBT) GO TO 63
IZ=2
TIN=-TIN
63 CONTINUE
CALL COURBE (PD(1).PE(1).TIN.IZ.ICOUR)
13 CONTINUE
C.....
WRITE (1,2020)
READ (1,2022) IR
IF (IR.EQ.ICOD) GO TO 8
ENDFILE 6
C.....
1000 FORMAT (2X,'DONNEES POUR PRODUCTION'/)
1001 FORMAT (2X,'SIGLE DU FORAGE-6A1 ?:')
1002 FORMAT (E10.3)
1003 FORMAT (6A1)
1004 FORMAT (2X,'XKP-D-F10.3 =')
1005 FORMAT (2X,'XKI-D-F10.3 =')
1006 FORMAT (2X,'HP-M-F10.3 =')
1007 FORMAT (2X,'HI-M-F10.3 =')
1008 FORMAT (2X,'UO-CP-F10.3 =')
1010 FORMAT (2X,'D-M-F10.3 =')
1012 FORMAT (2X,'RW-CN-F10.3 =')
1014 FORMAT (2X,'S-F10.3 =')
1016 FORMAT (2X,'PHI-DEC.-F10.3 =')
1018 FORMAT (2X,'CT-ATM-1-E10.3 =')
1020 FORMAT (2X,'TUBAGE-DITP-CN-F10.3 =')
1022 FORMAT (F10.3)
1024 FORMAT (2X,'TUBAGE-XLTP-M-F10.3 =')
1026 FORMAT (2X,'LONG.PRODUCTION-XLP-M-F10.3 =')
1028 FORMAT (2X,'PAP-KG/CM2-F10.3 =')
1030 FORMAT (/1X,66(1H-))
1032 FORMAT (/3X,'Q'.8(F7.0).2X,'m3/h')
1034 FORMAT (/1X,'dPh'.1X,8(F5.1,2X),'kg/cm2')
1036 FORMAT (/1X,'dPc'.1X,8(F5.1,2X),'kg/cm2')
1038 FORMAT (/1X,'dPap'.8(F5.1,2X),'kg/cm2')
1040 FORMAT (/2X,'Pd'.1X,8(F5.1,2X),'kg/cm2')
1042 FORMAT (/2X,'Pe'.1X,8(F5.0,2X),'kW')
1044 FORMAT (1H1)
1046 FORMAT (1X,'III.1.'.I1.' - Puits de PRODUCTION'/11X,19('-')//)
1048 FORMAT (1X,'III - BILAN DES PRESSIONS ET PUISSANCE ',
1'ELECTRIQUES'/7X,44('-')//)
1050 FORMAT (2X,'GAMME DE DEBIT:50.100.125.150.175.200.225.250'/
12X,'CONFIRMATION O/N ?:')
1052 FORMAT (I1)
1054 FORMAT (1X,'GAMME CHOISIE - 8 VALEURS - 8F4.0 ?:')
1056 FORMAT (8F4.0)
1060 FORMAT (A1,'.')
1062 FORMAT (1X,'CONTROLE ETAT TRACEUR (RET OU T ET RET)')
1064 FORMAT ('IN:LT:SP1')
1066 FORMAT (1X,'HB.TEMP.INJECTION - MAX=9 (I1) ?:')
1068 FORMAT (1X,'LISTE TEMPERATURES (9F4.0) ?:/
11X,'(VALEURS CROISSANTES)'/)
1070 FORMAT (9F4.0)
1072 FORMAT (1X,'LISTE VISCOSITES (9F5.2) ?:/)
1074 FORMAT (9F5.2)
1076 FORMAT (1X,'LISTE PRES.ART.POT. (9F5.1) ?:/)
1078 FORMAT (9F5.1)
2000 FORMAT (2X,'DONNEES INJECTION'/)
2002 FORMAT (2X,'T. INJECTION-F10.3 =')
2004 FORMAT (2X,'UI-CP-F10.3 =')
2006 FORMAT (2X,'RWI-CN-F10.3 =')
2008 FORMAT (2X,'S-F10.3 =')
2010 FORMAT (2X,'TUBAGE-DITI-CN-F10.3 =')
2012 FORMAT (2X,'TUBAGE-XLTI-M-F10.3 =')
2014 FORMAT (2X,'LONG.INJECTION-XLI-M-F10.3 =')
2016 FORMAT (2X,'PA-KG/CM2-F10.3 =')
2018 FORMAT (1X,'III.2.'.I2.' -',
12X,'Temperature d'injection :'.F5.2.' C'/
212X,'Viscosite :'.F5.2.' cp'/)
2020 FORMAT (2X,'AUTRES TEMPS O/N ?:')
2022 FORMAT (A1)
2024 FORMAT (2X,'DONNEES Puits de PRODUCTION :'/2X,27('-')//)
2026 FORMAT (2X,'PERMEABILITE INTRINSEQUE.....:'.F10.3.' D'/
1 2X,'HAUTEUR PRODUCTIVE CUMULEE.....:'.F10.3.' m'/
2 2X,'VISCOSITE DU FLUIDE RESERVOIR.....:'.F10.3.' cp'/
3 2X,'DISTANCE ENTRE Puits.....:'.F10.3.' m'/
4 2X,'RAYON Puits de PRODUCTION.....:'.F10.3.' cm'/
5 2X,'SKIN DE PRODUCTION.....:'.F10.3.'
6 2X,'POROSITE.....:'.F10.3.'
7 2X,'COMPRESSIBILITE TOTALE.....:'.E10.3.' atm-1'/
8 2X,'DIAMETRE INTERIEUR TUBAGE.....:'.F10.3.' cm'/
9 2X,'LONGUEUR TUBAGE DE PRODUCTION.....:'.F10.3.' m'/
1 2X,'LONGUEUR PRODUCTION RESERVOIR.....:'.F10.3.' m'/
2 2X,'PRESSION ARTESIEENNE POTENTIELLE.....:'.F10.3.' kg/cm2'/
3 2X,'OPTION CALCUL INTERFERENCE.....:'.I10(//)
2028 FORMAT (2X,'DONNEES Puits D'INJECTION :'/2X,25('-')//)
2030 FORMAT (2X,'PERMEABILITE INTRINSEQUE.....:'.F10.3.' D'/
7 2X,'HAUTEUR PRODUCTIVE CUMULEE.....:'.F10.3.' m'/
1 2X,'RAYON Puits D'INJECTION.....:'.F10.3.' cm'/

```

```

2      2X,'SKIN INJECTION.....':F10.3/
3      2X,'DIAMETRE INTERIEUR TUBAGE.....':F10.3,' cm'/
4      2X,'LONGUEUR TUBAGE.....':F10.3,' m'/
5      2X,'LONGUEUR INJECTION RESERVOIR.....':F10.3,' m')
2032 FORMAT (1X,'III.2 - Puits d'INJECTION'/9X.17(' ')/)
2036 FORMAT (2X,'OPTION TRACE DES COURBES 0/N ?:')
2038 FORMAT (I2)
2040 FORMAT (6X,'Estimations apres ',F6.2,' mois d'exploitation',
1' a debit constant.')
2042 FORMAT (2X,'DATE EN MOIS-F10.3 ?:')
2044 FORMAT (2X,'AUTRE DATE DE SORTIE 0/N ?:')
2046 FORMAT (2X,'SELECTION DU MODE DE CALCUL DE L'INTERFERENCE :'/
12X,'* Hors interference, le comportement propre de l'ouvrage'/
22X,' est toujours calcule avec les caracteristiques specifi-'/
32X,' ques fournies.'/
42X,'* Pour le calcul de l'interference de l'autre puits.'/
52X,' 3 options :'/
62X,' - option 1 : k et h sont identiques'/
72X,' - option 2 : k et h sont distinctes et donnees'/
82X,' - option 3 : k et h sont une moyenne des valeurs donnees'/
92X,'* OPTION CHOISIE ?:')
STOP
END
#####
FUNCTION E1(U)
  DIMENSION A(6),B(3),C(3)
C.....
C.....FONCTION EXPONENTIELLE INTEGRALE
C.....
DATA A/-.57721566..99999193,-.24991055..05519968,-.976004E-2,
1.107857E-2/
DATA B/.250621,2.334733,1./
DATA C/1.681534,3.330657,1./
IF (U.GT.1.) GO TO 12
C.....U INFERIEUR A 1
E1=A(1)-ALOG(U)
X=1.
DO 10 I=2,6
X=X*U
10 E1=E1+A(I)*X
RETURN
C.....U SUPERIEUR A 1
12 XN=B(1)
XD=C(1)
X=1.
DO 14 I=2,3
X=X*U
XN=XN+B(I)*X
14 XD=XD+C(I)*X
E1=XN/XD
E1=E1/(U*EXP(U))
RETURN
END
#####
SUBROUTINE CADRE (QN,QX,PN,PX,ICOD,TEMPS,LIBF)
C.....
C.....TRACE DES CADRES
C.....
DIMENSION ZL1(4),ZL2(9),ZL3(7),DP(2),IDP(2),IPN(2),ZL4(3),
1ZL5(3),ZL6(9),ZL7(2),ZL8(3),ZL9(3)
INTEGER*1 IBUF(80),ETX,LIBF(6)
COMMON/ETI1/IXN,IXX,IDC,IYN,IYX,PDN,ECHPD,PEN,ECHPE
DATA ETX/3/
DATA ZL1/'DEBI','T EN',' M3/','H '/
DATA ZL2/'PRES','SION',' DIF','FERE','NTIE','LLE ','Pd (' ,
1'Kg/c','m2) '/

```

```

DATA ZL3/'PUIS','SANC','E EL','ECTR','IQUE','Pe ','(KW)'/
DATA IDC,ID1,ID2,ID3,ID4/4600,360.425.740.600/
DATA IYL1,IYL2,IYL4,IYL5/3494.599.1649.3449/
DATA IXN,IXX,IYN,IYX/-4150,-150.1079.7079/
DATA ZL4,ZL5/'INJE','CTIO','N ':'','PROD','UCTI','OH ':'/
DATA ZL6/' PRE','VISI','ON D','EXP','LOIT','ATIO','N A ','
1't(mo','is)='/'
DATA ZL7/'FORA','GE '/'
DATA ZL8/'TEMP','ERAT','URES'/
DATA ZL9/'D 'I','NJEC','TION'/

```

C.....

```

PDH=PN
DQ=(QX-QN)
IQN=INT(QN)
IDQ=25
IQX=INT(QX)
X=FLOAT(IDQ)
Y=(DQ/X)+0.5
NTIK=INT(Y)+1
Y=150.*X*40./DQ
IDY=INT(Y)
DP(1)=(PX-PN)/5.
IPN(1)=INT(PN)
IDP(1)=INT(DP(1))
IDX=800
DP(2)=(QX*PX-QN*PN)*0.04/5.
IDP(2)=INT(DP(2))
PEN=QN*PN*0.04
IPN(2)=INT(PEN)
ECHPD=4000./((PX-PN)
ECHPE=4000./((QX*PX*0.04-PEN)

```

C.....

```

DO 100 IC=1.2
IXNC=IXN+IDC*IC
IXXC=IXX+IDC*IC
ENCODE (IBUF,1000) IXNC,IYX,IXXC,IYX,IXXC,IYN
1000 FORMAT ('PU:PA'.I6,'.',I6,':PD:PA'.I6,'.',I6,'.',I6,'.',I6)
CALL ECRV24 (IBUF,51.0)
ENCODE (IBUF,1002) IXNC,IYN,IXNC,IYX
1002 FORMAT ('PA'.I6,'.',I6,'.',I6,'.',I6,':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,32.0)

```

C.....

```

ENCODE (IBUF,1004)
1004 FORMAT ('DI-1.0:SID.15.0.2')
CALL ECRV24 (IBUF,17.0)
GO TO (2.4).IC
2 IX=IXXC-ID2
ENCODE (IBUF,1006) IX,IYL2
1006 FORMAT ('PU:PA'.I6,'.',I6)
CALL ECRV24 (IBUF,18.0)
ENCODE (IBUF,1008) (ZL2(I),I=1.9).ETX
1008 FORMAT ('LB'.9A4,A1)
CALL ECRV24 (IBUF,39.0)
GO TO 6
4 IX=IXXC-ID3
ENCODE (IBUF,1006) IX,IYL2
CALL ECRV24 (IBUF,18.0)
ENCODE (IBUF,1010) (ZL3(I),I=1.7).ETX
1010 FORMAT ('LB'.7A4,A1)
CALL ECRV24 (IBUF,31.0)
6 CONTINUE

```

C.....

```

ENCODE (IBUF,1012)
1012 FORMAT ('DIO.1:SID.15.0.2')
CALL ECRV24 (IBUF,16.0)
JTY=0

```

```

JX=1200
JY=-135
DO 10 IA=1.2
ITX=80
IF (IA.EQ.2) ITX=-80
IX=IXNC
IF (IA.EQ.2) IX=IXXC
DO 8 IT=1,NTIK
IY=IYN+(IT-1)*IDY
IF (IY.GT.IYX) IY=IYX
ENCODE (IBUF,1014) IX,IY,ITX,ITY
1014 FORMAT ('PU:PA'.I6,'.',I6,':PD:PR'.I6,'.',I6,':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
IF (IA.EQ.1) GO TO 8
IQ=IQN+(IT-1)*IDQ
IF (IQ.GT.IQX) IQ=IQX
ENCODE (IBUF,1016) JX,JY,IQ,ETX
1016 FORMAT ('PR'.I6,'.',I6,':LB'.I3,A1)
CALL ECRV24 (IBUF,22.0)
8 CONTINUE
10 CONTINUE

```

C.....

```

IX=IXXC+ID1
ENCODE (IBUF,1006) IX,IYL1
CALL ECRV24 (IBUF,18.0)
ENCODE (IBUF,1018) (ZL1(I),I=1.4).ETX
1018 FORMAT ('LB'.4A4,A1)
CALL ECRV24 (IBUF,19.0)

```

C.....

```

IF (ICOD.NE.2) GO TO 11
IX=IXNC+400
IY=IYN+400
ENCODE (IBUF,1006) IX,IY
CALL ECRV24 (IBUF,18.0)
ENCODE (IBUF,1024) (ZL8(I),I=1.3).ETX
1024 FORMAT ('LB'.3A4,A1)
CALL ECRV24 (IBUF,15.0)
IX=IX+160
ENCODE (IBUF,1006) IX,IY
CALL ECRV24 (IBUF,18.0)
ENCODE (IBUF,1024) (ZL9(I),I=1.3).ETX
CALL ECRV24 (IBUF,15.0)
IX=IX+80
IYY=IY+1080
ENCODE (IBUF,1026) IX,IY,IX,IYY
1026 FORMAT ('PU:PA'.I6,'.',I6,':PD:PA'.I6,'.',I6,':PU')
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)

```

C.....

```

11 CONTINUE
ITX=0
JX=40
JY=-390
DO 14 IA=1.2
ITY=-80
IF (IA.EQ.2) ITY=80
IY=IYX
IF (IA.EQ.2) IY=IYN
DO 12 IT=1.6
IX=IXXC-(IT-1)*IDX
ENCODE (IBUF,1014) IX,IY,ITX,ITY
CALL ECRV24 (IBUF,40.0)
IF (IA.EQ.1) GO TO 12
IP=IPN(IC)+(IT-1)*IDP(IC)
ENCODE (IBUF,1016) JX,JY,IP,ETX
CALL ECRV24 (IBUF,22.0)
12 CONTINUE

```

```

14 CONTINUE
  IF (IC.EQ.1) GO TO 100
C.....
  IX=IXXC+ID4
  ENCODE (IBUF,1006) IX,IYL4
  CALL ECRV24 (IBUF,18.0)
  IF (ICOD.EQ.1) ENCODE (IBUF,1020) ZL5,ZL6,TEMPS,ETX
1020 FORMAT ('LB',3A4.9A4.F6.1.A1)
  IF (ICOD.EQ.2) ENCODE (IBUF,1020) ZL4,ZL6,TEMPS,ETX
  CALL ECRV24 (IBUF,57.0)
  IX=IX+240
  ENCODE (IBUF,1006) IX,IYL5
  CALL ECRV24 (IBUF,18.0)
  ENCODE (IBUF,1022) ZL7,LIBF,ETX
1022 FORMAT ('LB',2A4.6A1.A1)
  CALL ECRV24 (IBUF,17.0)
  100 CONTINUE
  RETURN
  END
C#####
  SUBROUTINE COURBE (PH,PE,TE,ICOD,ICOUR)
C.....
C.....TRACE DES COURBES
C.....
  DIMENSION PH(31),PE(31)
  INTEGER*1 IBUF(80),ETX,IUN
  COMMON/ETI1/IXN,IXX,IDC,IYN,IYX,PN,ECHPD,PEN,ECHPE
  DATA ETX/3/
  DATA XLIB/'Ti' = '/.IUN/'C'/
C.....
  IFL=0
  IF (TE.GE.0.) GO TO 8
  IFL=1
  TE=-TE
  8 CONTINUE
  DO 100 IC=1,2
    IXNC=IXN+IDC*IC
    IXXC=IXX+IDC*IC
    ENCODE (IBUF,1008) IXNC,IYN,IXXC,IYX
1008 FORMAT ('IW',I6,'.',I6,'.',I6,'.',I6)
    CALL ECRV24 (IBUF,29.0)
    DO 80 IP=1,31
      IY=(IP-1)*200
      IY=IYN+IY
      IF (IP.EQ.27) IYD=IY
      IF (IP.EQ.31) IYF=IY
      GO TO (10,12),IC
    10 X=(PH(IP)-PN)*ECHPD
      GO TO 14
    12 X=(PE(IP)-PEN)*ECHPE
    14 IX=IXXC-INT(X)
      IF (IP.GT.1) GO TO 16
      ENCODE (IBUF,1000) IX,IY
1000 FORMAT ('PU:PA',I6,'.',I6,'':PD')
      CALL ECRV24 (IBUF,21.0)
      GO TO 18
    16 ENCODE (IBUF,1002) IX,IY
1002 FORMAT ('PA',I6,'.',I6)
      CALL ECRV24 (IBUF,15.0)
    18 IF (IP.EQ.27) IXD=IX
      IF (IP.EQ.31) IXF=IX
    80 CONTINUE
      IF (ICOD.EQ.1) GO TO 98
      RUN=IXF-IXD
      RIS=IYF-IYD
      ZZ=RUN*RUN+RIS*RIS

```

```

ZZ=SQRT(ZZ)
RUN=RUN/ZZ
RIS=RIS/ZZ
  ENCODE (IBUF,1004) RUN,RIS
1004 FORMAT ('DI',F5.2,'.',F5.2,'':SIO,15.0.2')
  CALL ECRV24 (IBUF,24.0)
  IX=IXD-40
  IF (IFL.EQ.1) IX=IXD+200
  ENCODE (IBUF,1006) IX,IYD,XLIB,TE,ETX
1006 FORMAT ('PU:PA',I6,'.',I6,'':LB',A4.F3.0.A1)
  CALL ECRV24 (IBUF,29.0)
  98 CONTINUE
C.....
  IF (TE.EQ.0.) GO TO 99
  ENCODE (IBUF,1012)
1012 FORMAT ('DIO,1')
  CALL ECRV24 (IBUF,5.0)
  IX=IXNC+640+ICOUR*160
  IY=IYN+490
  ENCODE (IBUF,1014) IX,IY,XLIB,TE,IUN,ETX
1014 FORMAT ('PU:PA',I6,'.',I6,'':LB',A4.F4.0.2A1)
  CALL ECRV24 (IBUF,31.0)
  99 CONTINUE
C.....
  ENCODE (IBUF,1010)
  CALL ECRV24 (IBUF,2.0)
  100 CONTINUE
1010 FORMAT ('IW')
  RETURN
  END

```

Remarques complémentaires pour la modification des programmes

Les programmes sont disponibles sous la forme d'objets exécutables. Dans le cas de modifications des logiciels, ceux-ci doivent être "compilés" puis "linkés" avec les routines système nécessaires (bibliothèque FORTRAN et module d'interfaçage du traceur).

a/ Cas du programme ESSAIS

```
--▶ F80,ESSAIS-S
--▶ L80
* ESSAIS
* FORLIB/S,ESSAIS/N/E
```

b/ Cas du programme PLOTEST

```
--▶ F80,PLOTEST-S
--▶ L80
* PLOTEST
* ASV242
* FORLIB/S,PLOTEST/N/E
```

c/ Cas du programme PREVISS

```
--▶ F80,PREVISS-S
--▶ L80
* PREVISS
* ASV242
* FORLIB/S,PREVISS/N/E
```