

INFORMATIQUE

Programmes utilisés en Géophysique

par

G. PASCAL et R. GODIVIER

1

ORSTOM - Services Scientifiques Centraux

I N F O R M A T I Q U E

P R O G R A M M E S U T I L I S E S E N G E O P H Y S I Q U E

par

G. P A S C A L

Géophysicien de l'ORSTOM - Centre de NOUMEA

et

R. G O D I V I E R

Géophysicien de l'ORSTOM - Services Scientifiques Centraux

-oOo-

- 1 -

I N F O R M A T I Q U E

=====

PROGRAMMES UTILISES EN GEOPHYSIQUE

Depuis quelques années, l'ordinateur est devenu l'auxiliaire indispensable de la section Géophysique de l'O.R.S.T.O.M. et la plupart des chercheurs l'utilisent déjà ou ne tarderont pas à le faire. Il permet de donner une nouvelle orientation aux recherches par une exploitation plus poussée des données. En outre, il peut résoudre de manière plus précise et plus rapide les problèmes banals comme l'archivage des résultats, la détermination des constantes d'un appareil et des conditions optimales de fonctionnement. L'énumération des possibilités est loin d'être exhaustive.

Ce rapport n'a d'autre but que de dresser un catalogue des programmes opérationnels actuellement utilisés, en précisant pour chacun d'eux le but poursuivi et le mode d'emploi. Un bon nombre de ces programmes nous a été communiqué par les chercheurs de l'I.P.G. et a dû subir quelques retouches pour les adapter aux fichiers sur bandes magnétiques. La collaboration de M. TANTAWI s'est révélée très précieuse pour ce travail.

Certains programmes existent en version I B M 360-65 (I.N.A.G. à Meudon) et C D C 3600 (C.N.R.S. à Orsay). Meudon a, au moins provisoirement, été préféré à Orsay en raison des rencontres fructueuses avec les chercheurs de l'I.P.G. qui nous ont souvent aidé de leurs conseils ; des questions de distances et de tarifs horaires ont en outre joué en faveur de l'I.N.A.G. Nous mentionnons donc la version 3600 quand elle existe mais le mode d'emploi préconisé concerne exclusivement la version 360-65.

Ce catalogue sera complété ultérieurement, au fur et à mesure de la mise au point de nouveaux programmes.

1 - PROGRAMME P T T P E

1 - 1 - BUT.

Il permet de recopier sur bande magnétique des données enregistrées sur ruban perforé à 8 canaux. Peu après la mise en service d'un lecteur de ruban, M. VUILLEMAIN Ingénieur I B M , a bien voulu nous écrire ce programme en langage assembleur. Ultérieurement, un programme général de lecture a été mis au point par les techniciens de Meudon. Nous continuons d'utiliser P T T P E, mieux adapté à nos besoins.

1 - 2 - DISPOSITION des DONNEES.

1-2-1 - Sur le ruban

Chaque donnée se compose de 6 chiffres dont les deux premiers sont des zéros et se termine par un caractère "espace". Après le signe "espace" de la dernière donnée la lettre "A" marque la fin d'un ensemble de données. Il peut être suivi d'une ou plusieurs autres séries, chacune d'elles se terminant obligatoirement par la lettre "A". Une zone vierge peut être ménagée entre deux séries de données.

1-2-2 - Sur la bande

La disposition des informations sur la bande a été choisie de manière à faciliter :

- l'identification des données ;
- le comptage ;
- le repérage des erreurs éventuelles et leur correction.

Les blocs physiques comportent 770 caractères qui se répartissent en 10 blocs logiques de 77 caractères constitués comme suit :

- 6 premiers caractères : numéro du bloc ;
- 7e caractère : 1 chiffre indicatif
- 8e au 77e caractère : 10 données de 6 chiffres séparées par la lettre Z.

Chaque ensemble de données (composante sismique, magnétique ou magnéto tellurique par exemple) est précédé d'un bloc titre caractérisé par un numéro, un indicatif et 70 caractères alphanumériques quelconques.

Le premier bloc titre est déterminé par une carte qui s'ajoute au programme. Dans les 6 premières colonnes est perforé un nombre inférieur d'une unité au numéro du 1er bloc titre. On peut écrire le titre à partir de la colonne 8 ; les ensembles suivants seront précédés du même titre dont l'inscription est déclenchée par la lecture de la lettre "A". En fait, le titre est précisé ultérieurement au moment de "l'habillage" ou de la correction de la bande.

Si une série ne comprend pas un multiple entier de 77 caractères, le dernier bloc est complété par des 9, sinon, il y a un bloc entier de 9 à l'exception des 7 premiers caractères (numéro du bloc et indicatif).

Il est toujours possible de créer une bande magnétique en plusieurs fois et d'ajouter à la suite les données lues sur différents rubans. Il faut simplement préciser le numéro du 1er bloc. Si par exemple, lors d'une précédente lecture, le dernier bloc portait le numéro 2472; on mettra le même nombre dans la carte pour une nouvelle lecture et le 1er bloc (titre) enregistré portera le numéro 2473. S'il n'est pas nécessaire que les numéros de deux ensembles successifs se suivent, on a cependant intérêt à le faire et de toute façon, il n'est pas recommandé de donner le même numéro à deux blocs différents.

Le chiffre "indicatif" sert à repérer les erreurs du ruban.

Il s'agit exclusivement d'erreurs de logique :

- donnée trop courte ou trop longue
- caractère manquant (chiffre ou espace)
- erreur de parité.

Le programme impose à la machine d'enregistrer sur bande des données de longueur correcte, même si les données sur ruban sont erronées.

L'indicatif est 0 si le bloc enregistré sur bande est correct ;

L'indicatif est 1 si le bloc est incomplet ; dans ce cas, le bloc qui suit est un bloc titre.

L'indicatif est 2 si des caractères invalides ont été enregistrés sur le ruban, 4, si la longueur des données est incorrecte, obligeant la machine à exécuter un décalage.

On peut avoir des combinaisons de plusieurs indicatifs si plusieurs erreurs coexistent dans un même bloc, par exemple :

..../

- 3 (2 + 1) signifie caractères invalides et bloc incomplet ;
- 5 (4 + 1) signifie décalage et bloc incomplet ;
- 7 (4 + 2 + 1) signifie caractères invalides, décalage et bloc incomplet.

1 - 3 - CONTROLE des RESULTATS

Les données enregistrées sur bande sont également imprimées. En tête de chaque ligne de 10 données figure le numéro du bloc et l'indicatif. Tout autre indicatif que zéro ou 1 implique une erreur dans une ou plusieurs données de la ligne. On peut opérer ainsi un contrôle rapide par simple lecture des indicatifs.

2 - PROGRAMME C Ø R B 2

2 - 1 - BUT.

Les données enregistrées sur bande magnétique à l'aide du programme P T T P E peuvent faire l'objet d'un traitement sans autre manipulation préalable. En général, il n'en sera pas ainsi et il faudra modifier le fichier avant de l'utiliser soit qu'on veuille ajouter des titres, mentionner certaines caractéristiques telles que le pas d'échantillonnage, la valeur d'échelle etc., ou corriger certaines données erronées.

Il convient de remarquer qu'un fichier sur bande ne peut être modifié qu'en créant une nouvelle bande. Il s'agit donc de recopier la bande originale en effectuant simultanément, les corrections, les suppressions ou les additions éventuelles.

2 - 2 - MODE D'EMPLOI.

2-2-1- Cartes données.

1ère carte - sont perforées en calant à droite respectivement dans les colonnes 7, 14, 28, 35 (format 4 I 7) les données suivantes :

N1 = Nombre total de blocs "titres ou données" à corriger ou à ajouter, y compris la dernière qui indique la fin du travail.

N2 = Nombre d'"ensembles".

Un "ensemble" de blocs de la bande originale peut comprendre :

- un certain nombre de blocs à supprimer

- suivi de blocs à recopier ou à corriger dont les numéros se suivent. On peut aussi ajouter un ou plusieurs blocs.

Les blocs à supprimer doivent se trouver en tête d'un ensemble. On ne peut ajouter des blocs à la fin d'un ensemble. Tout bloc qui précède un bloc ajouté doit être obligatoirement corrigé.

MP = Numéro du premier bloc de la nouvelle bande

MD = Numéro du dernier bloc à recopier ou corriger de la bande originale.

2ème carte - On perforé les données suivantes calées à droite respectivement dans les colonnes 7, 14, 21 (format 3 I 7) :

NS (I_1) = Numéro du dernier bloc à supprimer du 1er ensemble (bande originale) On met Zéro (ou blanc) si aucun bloc n'est supprimé.

NA (I_1) = Numéro du premier bloc à recopier ou corriger du 1er ensemble

M1 (I_1) = Numéro du dernier bloc à recopier ou corriger du 1er ensemble.

3ème à (N2 + 1) ème carte -

On perforne comme pour la deuxième carte les données NS, NA, M1 relatives au 2é, 3é, ..., N2 ième ensemble.

(N2 + 2) ème carte - Carte des indices.

On perforne dans chaque colonne le chiffre 1 ou 2 selon que la carte "correction" correspondante est un bloc "titre" ou un bloc "données". Le numéro de la colonne est le numéro d'ordre de la carte (et non pas le numéro de bloc). Si le nombre de cartes "correction" dépasse 80, il faudra évidemment une deuxième et peut être une troisième carte des indices. Il est recommandé de vérifier soigneusement le numéro d'ordre des cartes "correction" faute de quoi la machine émettra un diagnostic de lecture d'un caractère illégal.

Cartes "correction" -

Chaque carte correspond à 1 bloc distinct et est ainsi perforée ;

colonnes 1 à 6 - Numéro du bloc erroné de la bande originale si le bloc est ajouté ou laissé en blanc.

colonne 7 - Zéro (ou blanc) ou 1 selon que le bloc qui suit est un bloc "données" ou "titre".

colonne 8 à 77 - Données corrigées à raison de 10 groupes de 6 chiffres séparés par 1 blanc ou titre quelconque en caractères alphanumériques.

Les cartes sont classées dans l'ordre croissant des numéros de blocs.

La dernière carte ne comprend qu'un numéro de bloc égal à MD + 1. Les colonnes 7 à 77 ne sont pas perforées. L'indice correspondant de la carte des indices est indifférent (1 ou 2).

2 - 2 - 2 - REMARQUES -

Toute erreur dans un bloc nécessite la correction du bloc entier. Les caractères corrects sont simplement recopiés dans la carte "correction".

Tout bloc titre doit être obligatoirement corrigé.

2 - 3 - CONTROLE des RESULTATS -

Les données enregistrées sur la nouvelle bande sont visualisées par une impression sur papier permettant une vérification.

3 - PROGRAMME L I R E B

Il s'agit d'un programme élémentaire destiné à visualiser les données enregistrées sur bande magnétique créée par P T T P E et corrigée ou non. On lit indifféremment des caractères numériques ou alphabétiques dans le format "A" et par conséquent, les données mises en mémoire par ce programme de lecture ne se prêtent pas au calcul.

0
0 0

4 - PROGRAMME S E I S M A

4 - 1 - BUT -

Le programme SEISMA permet de calculer les courbes d'amplification et de déphasage à partir des constantes du pendule et du galvanomètre. Il permet également de calculer la réponse théorique de l'appareil.

Il existe une version CDC 3600

4 - 2 - MODE D'EMPLOI -

3-2-1- Cartes données -

1ère carte - Paramètre du pendule

TPO = Période propre en secondes (FORMAT : E 10.6)
CP = Constante du pendule " "
BETA0 = Amortissement en circuit ouvert (FORMAT : E 10.6)
RIP = Résistance interne en ohms. " "
RED = Longueur réduite en centimètres " "
DAX = Distance, exprimée en centimètres, du centre de gravité à l'axe de rotation (FORMAT : E 10.6)
PDS = Masse en grammes (FORMAT E 10.6)

2è carte - Paramètre du galvanomètre - Même format que précédemment

TGO = Période propre en secondes
CG = Constante du galvanomètre
ALFA0 = Amortissement en circuit ouvert
RIG = Résistance interne en ohms
CING = Moment d'inertie
BRAS = Longueur du levier optique en centimètres.

3è carte - Caractéristiques du pont

REP = Résistance externe du pendule (FORMAT F 10.1)
REG = Résistance externe du galvanomètre (FORMAT F 10.1)

.../

4è carte - Caractéristiques de la courbe d'amplification (FORMAT 7 I 10)

- N = Nombre de points de sortie
- IFREK = On écrit 1 si la courbe est calculée en fonction de la fréquence,
0 si la période est la variable
- IVIT = 1 ou 0 selon qu'on désire ou non prendre la vitesse pour paramètre
- IACC = 1 ou 0 selon que l'on prend ou non l'accélération pour paramètre
(ces deux derniers cas sont peu utilisés, on adopte généralement IVIT= 0
et IACC= 0)
- IPUNCH = On perforé - 1 ou 0 selon que l'on désire ou non la courbe en car-
tes perforées.
- IMPULS = On prend - 1 ou 0 selon qu'on cherche ou non une réponse impul-
sionnelle
- JAMP = Paramètre non utilisé

5è carte - On perforé les deux paramètres suivants (FORMAT E 10. 6)

- TO = Fréquence ou période initiale
- DT = Pas d'échantillonnage en Hertz ou en secondes

4 - 2 - 2 - R2SULTATS -

Les valeurs de la courbe d'amplification sont imprimées, éventuellement per-
forées (pour utilisation avec TFOUR). Le graphique est également tracé.

.../

5 - PROGRAMME T F Ø U R B

5 - 1 - BUT -

Ce programme, écrit par M. JOBERT permet de calculer le spectre d'amplitude, les spectres d'énergie absolu et relative d'un séisme.

La version originale TFØUR, utilisable sur IBM 360-65 a été légèrement modifiée pour pouvoir exploiter les données enregistrées sur bande magnétique.

Il existe une version 3600 utilisable seulement avec des données sur cartes.

5 - 2 - MODE D'EMPLOI -

5-2-1- Cartes "données" -

1ère carte - On perfore les paramètres suivants :

- MØY (colonne 1 à 6) - Valeur de la ligne de base. On adopte généralement 0.
- M SØRT (colonne 12) - 1 ou 0 selon que l'on veut ou non imprimer les données.
- M SØRT 1 (colonne 18) - 1 si l'on veut imprimer les parties paires et impaires de la transformée de Fourier, sinon 0 (ou rien)
- M AUTØ (colonne 24) - 1 pour le calcul de la fonction d'autocorrélation, sinon 0.
- MAP (colonne 30) - 1 pour le calcul de la fonction d'autocorrélation, sinon 0.
- MUATØ (colonne 48) - { 0 = le 1er bloc est à traiter
 { Nombre = numéro du 1er bloc titre à traiter
 { 1 = fin des données
- MPA (colonne 54) - numéro du 1er bloc du fichier.

2è carte -

DELTAØ - C'est le pas d'échantillonnage exprimé en secondes et écrit dans le format E 10.6.

3è carte - Les paramètres suivants sont perforés :

NS (colonnes 1 à 6) = C'est le nombre de points à la sortie. Il est au plus égal à 100 quand on calcule le spectre d'énergie relative.

MTG (colonne 12) = 1 ou 0 que l'on désire ou non calculer la phase.

MRAIE (colonne 18) = 1 pour imprimer les maxima, sinon 0.

MRAC (colonne 24) = 1 pour l'impression du module de la transformée de Fourier, sinon 0.

JAPPA (colonnes 29 et 30) -

1 en colonne 30, si la courbe d'amplification est utilisée pour la première fois, sinon - 1

2 les valeurs de la courbe d'amplification sont multipliées par RAPP

JENER (colonne 36) = 1 pour obtenir le spectre d'énergie totale, sinon 0

JENREL (colonnes 41 et 42) = 1 pour obtenir le spectre d'énergie relative et le spectre d'énergie, - 1 pour le spectre d'énergie relative seul, sinon 0.

4è carte - Paramètres concernant le spectre, inscrits dans le format E 10.6

SIGMA 1 - Fréquence initiale exprimée en Hertz .

DELTA 5 - Pas de sortie exprimé en Hertz.

5è carte - Les paramètres suivants caractérisent la courbe d'amplification.

MZ (colonne 8 à 10) = Nombre de points (FORMAT I 10)

ZPAS = Pas d'échantillonnage (en Hertz) " E 10.6

SZ1 = Fréquence initiale en Hertz " E 10.6

RAPP = Valeur du coefficient signalé plus haut (FORMAT E 10.6)

La 5è carte est omise si le spectre précédent a été calculé avec la même courbe d'amplification (sauf si le coefficient est différent de 1).

6è cartes (et suivantes) - Courbe d'amplification obtenue à la sortie du programme SEISMA!

Ces cartes sont omises si le spectre précédent a été calculé avec la même courbe d'amplification!

7è carte - Vierge!

Si l'on désire calculer plusieurs spectres en un seul passage, le 1er spectre nécessite les 6 cartes mentionnées, suivies d'une 7è vierge; le spectre suivant 4 ou 6 cartes selon qu'on utilise ou non la même courbe d'amplification que pour le calcul du spectre précédent et ainsi de suite. Chaque paquet de 4 ou 6 cartes est suivi d'une carte vierge sauf le dernier qui se termine par 1 carte avec MUATØ = - 1 (colonnes 47 et 48).

Remarque : le pas de sortie du spectre doit être un multiple entier éventuellement ou égal à 1 de celui de la courbe d'amplification. Les fréquences initiales et finales du spectre doivent être comprises dans la bande de fréquences de la courbe d'amplification.

Les données des séismes et les titres sont lus dans une bande magnétique. Il convient donc de prévoir un dérouleur de bandes avec les cartes contrôle appropriées.

5 - 2 - 2 - RESULTATS -

Les options choisies permettent d'obtenir l'impression des données, des écarts à la moyenne; des parties paires et impaires de la transformée de Fourier et des spectres d'énergie.