

SISOND : UNE CONCEPTION DE L'INFORMATIQUE MISE AU SERVICE DE L'USAGER

(Daniel CARDON)

RESUME - SISOND est partie d'un ensemble de deux systèmes créés pour gérer respectivement les données de sondage neutronique et les données biologiques d'une expérimentation menée au Nicaragua. SISOND a été préféré dans cet exposé en raison de sa plus grande généralité mais les deux systèmes présentent une communauté de conception et des facilités identiques. Plus qu'un exposé sur les possibilités de SISOND, ce travail se veut une réflexion sur la conception de l'informatique au service du chercheur. Cette réflexion s'est placée au niveau de l'analyse du système. Elle a abouti à la recherche d'un certain nombre de priorités qui à leur tour ont induit la méthode de réalisation. Le plan de l'exposé suit ce cheminement.

En introduction est expliquée cette conception de l'informatique, en fonction d'elle, dans la première partie, est analysé le problème particulier des mesures neutroniques, dans la seconde on passe à la réalisation pratique, en conclusion le système est examiné de façon critique tant dans sa conception que dans sa réalisation. En s'appuyant sur une description rapide du système, on s'est, dans ce résumé, limité à mentionner les particularités les plus originales de SISOND avec dans chaque cas l'objectif poursuivi, et à exposer brièvement l'insuffisance la plus notoire rencontrée.

Trois éléments interviennent dans les mesures de sonde à neutrons :

- la sonde que l'on ramène à une sonde standard par des calibrages réguliers ;
- le site qui, à humidité égale, conditionne la réponse d'une sonde standard, et exige donc un étalonnage ;
- l'humidité volumique qui est le paramètre recherché.

Ces trois éléments se retrouvent dans SISOND mais seul le traitement réservé aux mesures d'humidité est considéré ici. SISOND prend en charge les mesures d'humidité avec la sonde de la collecte à l'exploitation. Une unité permet la description une fois pour toutes de chaque expérimentation, une seconde la création pour chaque collecte de données d'un registre dans le fichier adéquat et l'impression des feuilles de collecte correspondantes, et une troisième l'informatisation ou la modification des données de terrain (la critique étant effectuée à l'aide d'une unité graphique). Une dernière unité permet alors de créer, pour chaque tube étudié, un fichier d'humidités volumiques à partir des données critiquées. L'exploitation ultérieure de ces données se fait ensuite sous LOTUS (un logiciel du commerce).

Une qualité indispensable à tout travail scientifique est la rigueur, possible seulement avec des données saines. A tous les niveaux SISOND favorise cette rigueur. Le programme de critique graphique est rapide d'emploi et performant mais seule les données absurdes ont le droit d'être supprimées. La possibilité

INTRODUCTION

Originellement ce travail a été réalisé pour répondre à un besoin particu-

Il s'agit bien sûr d'une distinction un peu artificielle car la même personne peut très bien remplir les trois rôles, mais elle est bien pratique dans l'analyse des problèmes, et nous la retrouverons dans tout ce qui va suivre.

Enfin, sur le plan informatique, aucun travail n'étant parfait, il faut être non seulement prêt à corriger un certain nombre d'erreurs mais même à effectuer des modifications importantes de fond. Ce travail doit éventuellement pouvoir être exécuté par une tierce personne. Deux autres qualités doivent donc également être recherchées la maintenabilité et la lisibilité des programmes.

Le premier chapitre de ce travail a été consacré à l'analyse du problème de l'utilisation de la sonde à neutrons. Dans le second on expose les solutions adoptées pour résoudre ce problème techniquement en conformité avec les exigences exprimées antérieurement. Dans le troisième on montre comment SISONND fonctionne pratiquement.

1. ANALYSE DU PROBLEME

Dans une expérimentation avec sonde à neutrons interviennent trois éléments : l'instrument de mesures, le milieu et le dispositif expérimental. Dans le premier paragraphe on analysera le rôle de chacun d'eux, ensuite on explicitera la conception de l'expérimentation sur laquelle SISONND a été bâti.

1.1. Les éléments intervenant dans une expérimentation neutronique

1.1.1. La sonde à neutrons

La sonde à neutrons permet la mesure non destructive de la quantité d'hydrogène présente dans le sol, soit en pratique la quantité d'eau. Elle se compose principalement d'une source de neutrons rapides, d'un compteur de neutrons thermalisés et d'une électronique associée. La réponse de la sonde à des conditions données dépend de ces trois éléments et de sa géométrie, c'est à dire de la façon dont ils sont assemblés.

Pour tester une sonde on la place dans des conditions de référence et on effectue pendant des périodes de temps déterminées des comptages neutroniques. Ces conditions de référence sont le plus souvent un baril d'eau et parfois la sonde dans sa protection verrouillée.

Par construction la réponse de la sonde dans l'eau est voisine de 1000 ou d'un autre multiple de 10, et, pour exploiter les données, on les ramène généralement à celles d'une sonde idéale comptant 1000 dans l'eau. Cette réponse peut subir des dérives dans le temps, des calibrages périodiques sont donc recommandés et sont indispensables après toute intervention. Comme tout instrument contenant des composants électroniques, la sonde présente une certaine sensibilité aux variations de température. Il est possible de compenser ces variations en utilisant la protection de la sonde comme référence au moment du calibrage, puis sur le terrain au moment des mesures. Cette dernière méthode est controversée à cause de la variabilité des mesures sonde dans la protection et donc peu utilisée.

1.1.2. Le sol

Le sol est considéré ici comme partie fixe ou substrat. La partie variable, celle qu'on mesure, est étudiée avec le dispositif expérimental. Le phénomène de thermalisation des neutrons dans le sol est "perturbé" par un phénomène annexe : l'absorption, variable avec les éléments rencontrés. La plupart joue un rôle tout à fait négligeable, mais certains, même en faible quantité, influent notablement sur la mesure. L'exploitation des résultats d'une expérimentation ne pourra donc se faire qu'après étalonnage du sol.

Deux types d'étalonnage se pratiquent généralement : l'étalonnage empirique et l'étalonnage chimique. Le premier, assez grossier, a l'avantage de pouvoir être réalisé facilement et rapidement. Le second, plus précis, implique une analyse du sol. Une conséquence de cette précision est que l'étalonnage varie avec la géométrie de la sonde. Par conséquent, dans une même expérimentation, à chaque type de sonde doit correspondre un étalonnage.

1.1.3. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est composé d'un certain nombre de tubes verticaux destinés à recevoir la sonde (la possibilité de tubes horizontaux n'a pas été retenue dans SISONND). Les mesures sont effectuées à un certain nombre de niveaux qui peut varier d'un tube à l'autre et suivant un nombre de répétitions également variable.

1.2. Conception de l'expérimentation avec sonde à neutrons

Tout d'abord pourquoi se rattacher à une conception particulière alors qu'on voulait donner à SISONND la plus grande généralité possible ?

Un système informatique est une réalisation concrète qui ne peut donc s'appuyer que sur des éléments concrets. Pour garder à SISONND une grande généralité, on a essayé de définir l'expérimentation la plus ample possible de façon à englober la plupart des expérimentations réelles.

Une expérimentation se déroule en trois temps : la phase initiale ou installation, l'expérimentation proprement dite et la phase finale ou destruction du site. Ces trois phases seront successivement examinées, mais auparavant il convient de dire quelques mots des opérations de routine qui se réalisent régulièrement durant toute la conduite de l'expérimentation.

1.2.1. Opérations de routine

Une expérimentation est conduite avec une ou plusieurs sondes à neutrons. La sonde est un instrument délicat. En prévision d'une panne toujours possible, avant tout premier usage ou après toute réparation, il convient, sous peine de perdre tout le travail effectué, de calibrer chaque sonde.

1.2.2. Phase d'installation (voir figure 1)

Au cours de la phase d'installation, on recueille les échantillons de terre prélevés à la tarière lors de la mise en place des tubes et on note avec soin les

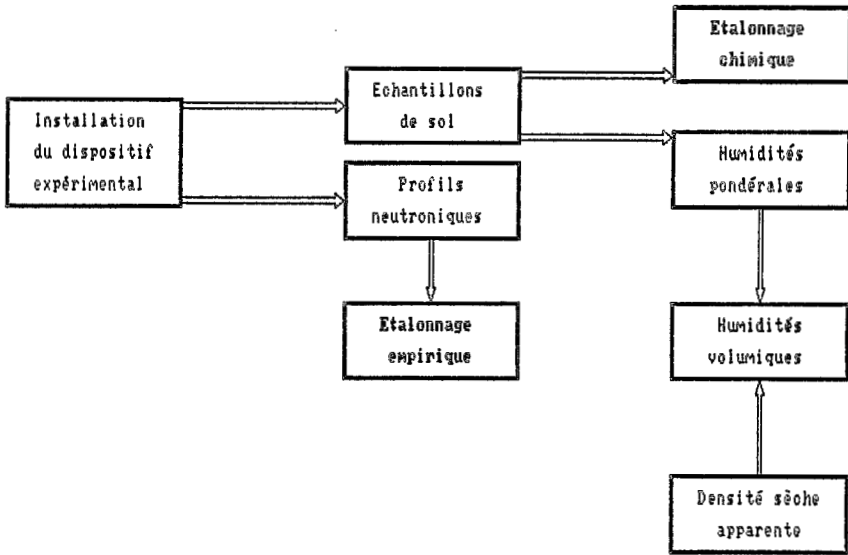


Fig.1 Installation du dispositif expérimental

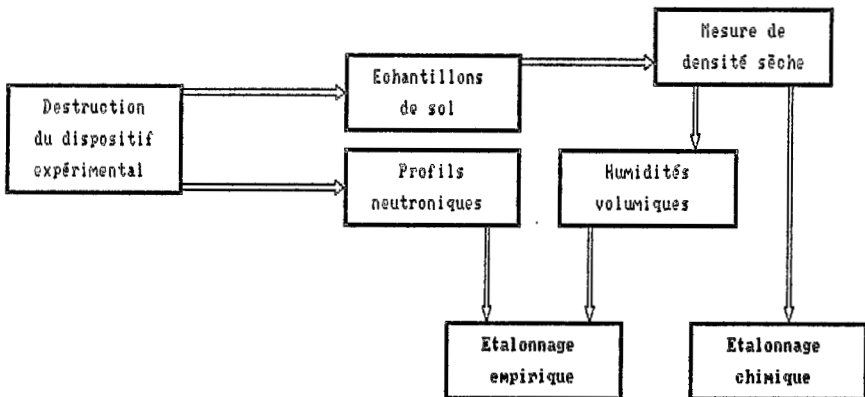


Fig.2 Destruction du dispositif expérimental

Les échantillons de terre pesés, séchés et pesés à nouveau donnent l'humidité pondérale. Par estimation de la densité sèche apparente ou par sa mesure dans un site voisin, il est alors facile de passer aux valeurs d'humidité volumique. La comparaison avec les mesures de sonde fournit un premier étalonnage empirique.

Les échantillons de terre séchés sont ensuite envoyés dans un centre spécialisé, pour être analysés en vue de l'étalonnage chimique de la sonde. Il est à noter que pour utiliser cet étalonnage il faut également disposer des mesures de densité sèche apparente.

1.2.3. *Expérimentation proprement dite*

En routine, et suivant un protocole expérimental invariable, sont effectuées les mesures neutroniques. On les ramène ensuite aux valeurs qui auraient été obtenues avec une sonde comptant 1000 dans l'eau (valeurs normalisées). Pour passer aux humidités volumiques il faut alors disposer de valeurs d'étalonnage. Au début on se sert de l'étalonnage empirique, puis on utilise les valeurs de l'étalonnage chimique.

1.2.4. *Destruction du site (voir figure 2)*

Dans une certaine mesure, c'est une réplique de l'installation mais en inversant l'ordre des opérations et en beaucoup plus précis. On réalise une dernière série de profils neutroniques. Ensuite on profite de la destruction du site pour prélever autour des tubes des échantillons de terre suivant la méthode des cylindres. Ceci permet de mesurer la densité sèche apparente. D'autre part la terre retirée correspond cette fois réellement au volume exploré par la sonde. Le reste des opérations se déroule comme pour l'installation.

2. PRESENTATION DE SISOND EN FONCTION DES OBJECTIFS RECHERCHES

On fera tout d'abord une présentation succincte de SISOND et ensuite on verra les solutions techniques adoptées pour tenter de réaliser les objectifs présentés en introduction.

2.1. Présentation succincte de SISOND

2.1.1. *Les programmes de SISOND*

SISOND, dans sa version actuelle, comprend dix programmes répartis de la façon suivante :

- deux programmes informatiques (BACKUP et installation) ;
- six programmes de gestion de données brutes ;
- deux programmes d'exploitation de données.

Sauf pour le BACKUP, ces programmes nécessitent d'informations pour pouvoir fonctionner. Celles-ci sont communiquées au travers de un ou plusieurs écrans comportant chacun un certain nombre de champs à documenter.

On retrouve dans les données brutes les trois éléments présents dans toute expérimentation neutronique. Un programme est consacré à la gestion des caractéristiques de sonde et au calibrage périodique, et un autre à la gestion des coefficients d'étalonnage du sol de chaque expérimentation. Les quatre derniers gèrent les données relatives aux expérimentations elles-mêmes. Ils remplissent les fonctions suivantes :

- gestion des protocoles expérimentaux ;
- création de registres dans les fichiers de données et impression des feuilles de collecte ;
- informatisation ou correction des données brutes ;
- critique graphique.

Le premier des deux programmes d'exploitation transforme les données brutes en données moyennes normalisées. Autrement dit il calcule les valeurs qu'on aurait obtenues avec une sonde comptant 1000 dans l'eau et, s'il y a plusieurs répétitions, il en fait la moyenne. Le second programme transforme les valeurs précédentes en humidités volumiques à raison d'un fichier par tube de sondage neutronique. Dans l'état actuel de SISOND les études s'achèvent en important ces derniers fichiers dans un logiciel du commerce qui dans notre cas est LOTUS 1-2-3.

2.1.2. Les fichiers de données de SISOND

- LES FICHIERS D'ENTREE

Ce sont tous les fichiers de données brutes auxquels il faut ajouter un fichier de description de sonde et un fichier de description de protocoles expérimentaux. A chaque sonde correspondent un fichier de données de calibrage et un fichier de coefficients d'étalonnage du sol. Pour chaque expérimentation il y a deux fichiers. Le premier est réservé aux éventuelles mesures de référence avant et après expérimentation et aux commentaires. Le second permet de stocker les données brutes de terrain. Tout ces fichiers sont susceptibles de modifications dans n'importe quel registre. Ils sont donc à accès direct.

Pour les fichiers de données de terrain, il fallait trouver un dénominateur commun à toutes les expérimentations afin de l'utiliser comme registre. Ce dénominateur est la répétition-tube. Pour des raisons d'occupation de l'espace-disque, on a limité le nombre de niveaux de mesures par tube à 22. Chaque registre comporte donc l'espace nécessaire au stockage d'une répétition de ces 22 données, et un certain nombre d'informations complémentaires destinées à faciliter la gestion du fichier. Pour des raisons similaires, dans les fichiers de coefficients d'étalonnage, chaque registre correspond aux coefficients relatifs à un seul tube.

Pour tous les fichiers comportant des mesures neutroniques (données de terrain, calibrage), il est possible de donner un avis qualitatif sur la donnée sous forme d'un code de une lettre. Dans ce cas il faudra donc entendre par donnée l'ensemble valeur de la mesure et code associé.

Les fichiers de données normalisées ont été construits comme des fichiers de données de terrain dans une expérimentation ne comportant qu'une seule répétition. Ils sont donc regroupés avec les fichiers d'entrée.

- LES FICHIERS DE SORTIE

Le fichier de sortie ou fichier de données élaborées (par opposition aux données brutes) constitue la première étape de l'exploitation des données. Chaque tube de sondage possède son individualité et doit être étudié séparément. Du point de vue de l'utilisateur des données ce n'est plus l'expérimentation dans son ensemble qui importe, mais les données d'humidité volumique obtenues dans chaque tube pris séparément. Il y a donc un fichier par tube. D'autre part ces fichiers doivent pouvoir être importés par des logiciels du commerce ou être lus dans des programmes conçus par l'utilisateur, indépendamment du langage de programmation. Pour toutes ces raisons les fichiers de sortie sont des fichiers séquentiels de caractères ASCII (type TEXTE).

2.2. La rigueur et la souplesse dans l'utilisation de SISOND

On montre comment ces deux directrices ont été respectées simultanément lors de l'établissement du protocole de mesures, de la conduite de l'expérimentation et de l'exploitation des résultats.

SISOND accepte jusque 20 tubes de mesures par expérimentation. Par tube il peut y avoir jusque 9 répétitions et entre 2 et 22 niveaux de mesure. Les protocoles de mesures sont indépendants d'un tube à l'autre. Par conséquent SISOND permet de suivre à peu près toutes les expérimentations possibles avec sonde à neutrons. Par contre, une fois le protocole expérimental établi, c'est l'ordinateur qui imprime les feuilles de collecte et, à moins de prendre des libertés avec les indications qui y figurent, l'observateur est tenu de respecter de façon rigoureuse le plan de collecte. Une erreur expérimentale est cependant toujours possible et il a été laissé une possibilité de "récupérer" les données collectées à des niveaux incorrects. Cette facilité de changer pour une collecte certains niveaux de mesure est soumise à une restriction importante : seul le responsable de l'expérimentation peut l'utiliser. Une fois les données informatisées, le programme calcule alors par interpolation les valeurs des comptages neutroniques aux niveaux prévus dans le protocole de mesures.

Si l'ordinateur comporte une carte graphique HERCULES ou IBM, un programme graphique très puissant permet de repérer les anomalies dans la valeur des comptages neutroniques. Quand il s'agit d'une erreur de digitation elle est évidemment corrigée. Lorsque la donnée elle-même est en cause plusieurs attitudes sont possibles. Si elle est absurde elle est supprimée, mais si elle est simplement douteuse on n'a plus le droit de le faire. SISOND, dans ce cas, permet néanmoins à l'utilisateur de donner son opinion en utilisant le code associé à chaque donnée (par exemple "D" pour douteuse). Ensuite, lorsqu'on crée un fichier de travail (données normalisées ou données élaborées), ce code permet à volonté de les éliminer ou non, sans pour autant les retirer du fichier de données brutes.

Au niveau de l'exploitation des résultats, la forme donnée aux fichiers d'humidité relative autorise la plus grande souplesse. En particulier elle permet d'envisager des études non-prévues originellement en créant un programme adéquat ou en les traitant dans un logiciel du commerce.

2.3. Sécurité et simplicité dans l'utilisation de SISOND

2.3.1. SISOND et la sécurité

La sécurité a été considérée à trois niveaux : la réduction des causes d'erreurs et possibilité de confusion, le contrôle des données communiquées au système et la sauvegarde du travail effectué.

Chaque fois qu'il était possible, les informations à communiquer au système ont été ramenées à des réponses sans ambiguïté, type oui ou non (O/N) ou encore une croix en face de l'option choisie. Lors de la création de fichiers de données normalisées ou de données élaborées, l'utilisateur a le choix entre un certain nombre d'options : codes des données éliminées, dates des registres initial et terminal de la période d'étude, etc.. Chaque fois qu'un tel fichier est créé, le système permet l'impression d'un rapport comportant tous les détails utiles (noms de fichiers, options, etc...) et en particulier la date de création. Un tel rapport peut également être imprimé lors de l'informatisation de coefficients d'étalonnage, ceux-ci pouvant être amené à évoluer avec l'information disponible.

Lors de la documentation d'un écran, l'utilisateur doit communiquer au système un certain nombre de données pour permettre au programme appelé de fonctionner. Chacune de ces données est vérifiée et en cas de nécessité (appel d'un fichier inexistant, ambiguïté sur la tâche à exécuter etc...) apparaît un message explicatif d'erreur. Tant que l'écran n'a pas été documenté correctement le programme refuse de passer à la tâche suivante. Dans certain cas également le système envoie un message d'avertissement sans pour autant arrêter le processus (création d'un fichier dont le nom existe déjà, etc.).

Si au cours d'une session de travail un ou plusieurs fichiers de données brutes ont été modifiés, le système impose leur sauvegarde dans la disquette BACKUP avant de le quitter. Inversement si le système a été quitté de façon bru-

ment dans des menus de bas de page, au fur et à mesure de leur nécessité. Ces menus ont été normalisés au niveau de SISOND et, autant que faire se peut, utilisent à la fois les commandes de WORDSTAR et les indications des touches fonctions du pavé numérique du micro-ordinateur.

Au niveau de l'informatisation des données, le système ayant généré les feuilles de collecte, c'est l'image exacte de ces feuilles qui apparaît sur l'écran. Les champs à documenter sont parcourus dans le même ordre que lors de la collecte. Moyennant quoi l'informatisation des données peut être confiée à l'observateur de terrain. Son travail s'en trouve valorisé, et cela décharge d'autant le responsable scientifique. Mais comment faire coïncider cette dernière facilité avec les impératifs de sécurité. La curiosité aidant, l'observateur peut être tenté de s'intéresser à d'autres tâches que la sienne. Une fausse manoeuvre est vite faite. Un registre créé de façon intempestive peut faire perdre un temps précieux. Pour cela toutes les tâches présentant un risque sont protégées par un mot de passe connu du seul responsable de l'expérimentation.

3. FONCTIONNEMENT PRATIQUE DE SISOND

On considère d'abord ce fonctionnement vu sous l'angle de chacun des trois utilisateurs possibles, ensuite on montre comment SISOND suit pas à pas les étapes de la réalisation d'une expérimentation neutronique.

3.1. SISOND vu par chacun des utilisateurs possibles

Le point de vue de chaque utilisateur est illustré par un diagramme de flux de données. Chaque diagramme est divisé verticalement en trois zones. La partie gauche est réservée à l'utilisateur, la partie centrale aux programmes et la partie de droite aux produits, tant ceux nécessaires à l'utilisation du programme qu'à ceux résultant de son fonctionnement. Chaque programme s'inscrit dans un rectangle dont la partie supérieure donne le numéro et la partie inférieure son rôle dans le système. Lorsqu'un produit est nécessaire à son fonctionnement, il est relié à la partie supérieure du rectangle. S'il en est issu il est relié à la partie inférieure. Deux types de produit, représentés différemment, sont considérés : les sorties imprimantes et les fichiers de données appelés FO, F1, F2, etc..

Remarque : Pour simplifier l'écriture, on a donné le même nom FO aux fichiers de données de calibrage et de description de sonde, et appelé F2 les deux fichiers de données brutes.

3.1.1. Point de vue du responsable de l'expérimentation (figure 3)

Il a un accès protégé par un mot de passe dans quatre programmes.

Le programme n° 0 est à lui seul un véritable sous-système, chargé de la gestion de tout ce qui concerne les sondes à neutrons, c'est à dire leurs caractéristiques et le calibrage périodique. Chaque fois qu'une nouvelle sonde est utilisée ou qu'un incident se produit avec une sonde en service, le fichier de caractéris-

SISOND

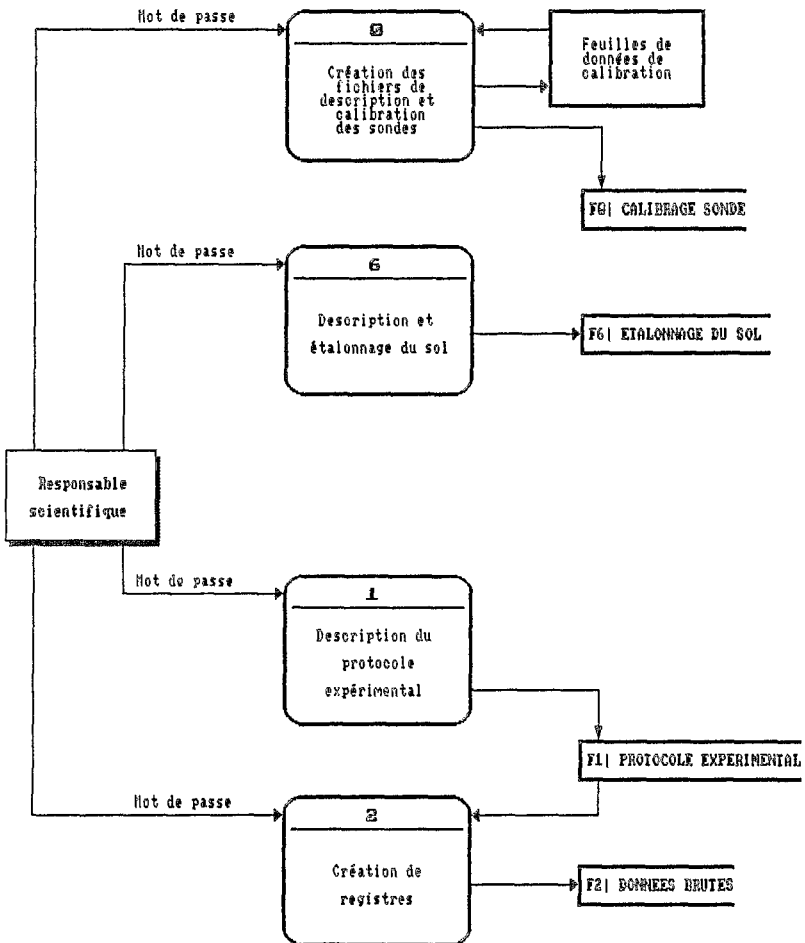


Fig.3 Diagramme de flot de données de SISOND

Point de vue du responsable de l'expérimentation

tiques de sonde est modifié en conséquence. Chaque fois qu'une sonde est calibrée on crée un registre dans le fichier de calibrage adéquat, on imprime la feuille de collecte correspondante et, quand le travail est terminé, on grave les résultats des mesures.

Le programme n° 6 permet, pour une expérimentation donnée, l'écriture des coefficients d'étalonnage du sol (étalonnage empirique ou chimique). L'utilisateur indique le nom de l'expérience, le type d'étalonnage, et s'il s'agit d'un étalonnage unique pour tous les tubes. Il informatise ensuite ces coefficients horizon par horizon en donnant les limites de chacun d'eux. Le programme calcule et grave les coefficients par niveau de mesure.

Dans le programme n° 1 sont décrites les expérimentations, c'est à dire que pour les numéros d'expérimentation choisis sont communiqués : la date initiale, le nombre de tubes, le nom de l'expérimentation, puis, par tube, le nombre de répétitions et les niveaux de mesure. Ces informations sont ensuite stockées dans le fichier de description de protocoles expérimentaux.

En utilisant les données du fichier n° 1, la partie protégée du programme n° 2 permet de créer un registre de données brutes, à une date donnée, avec une sonde donnée, dans le fichier choisi.

3.1.2. Point de vue de l'observateur de terrain (figure 4)

Une fois un registre créé, le responsable des mesures de terrain utilise le programme n° 2 pour imprimer la feuille de collecte. Après documentation de celle-ci, les informations qui y figurent sont informatisées à l'aide du programme n° 3. Les données brutes sont alors soumises au programme graphique de critique. Par comparaison des répétitions on détecte les anomalies. Il s'en suit une correction éventuelle à l'aide du programme n° 3.

3.1.3. Point de vue de l'utilisateur des données (figure 5)

A partir des données brutes, l'utilisateur des données crée avec le programme N° 4 un fichier de données normalisées. Pour cela il dispose d'un certain nombre d'options. En particulier il peut éliminer les données correspondant à certains codes, utiliser ou non les mesures sonde dans la protection comme référence, etc...

Le programme n° 7 lui permet alors de transformer les données normalisées en données d'humidité volumique. Comme précédemment il a le choix entre un certain nombre d'options qui sont ici le type d'étalonnage, le nom des fichiers créés, le *directory* dans lequel ils sont gravés, etc..

Les données élaborées sont ensuite importées dans un logiciel du commerce ou un programme de sa composition pour achever le traitement.

3.2. Utilisation de SISOND dans la réalisation d'une expérimentation

On suppose que la première installation a été effectuée donc que les unités et *directory* de travail et de BACKUP sont documentés, et la disquette BACKUP créée. On considère l'expérimentation-type du paragraphe (1-2) et on suit pas à pas les opérations effectuées dans SISOND pour sa réalisation.

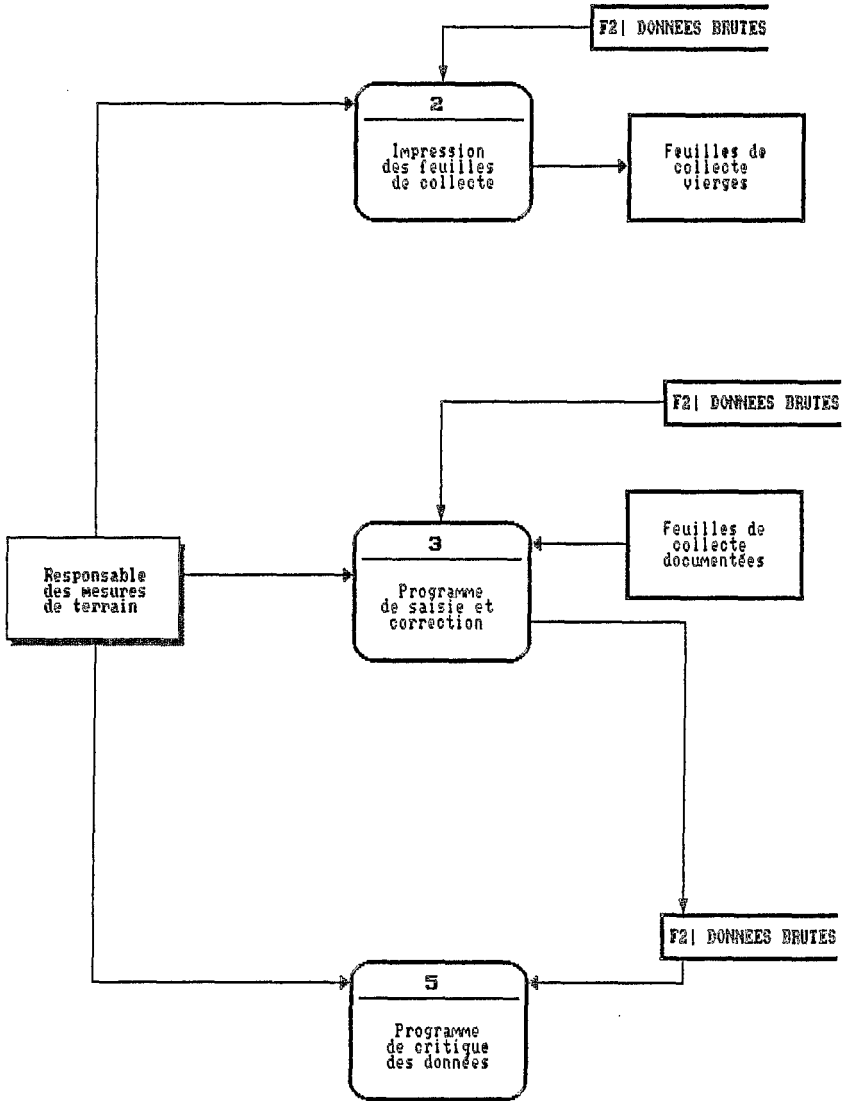


Fig.4 Diagramme de flot de données de SISOND

Point de vue de l'observateur de terrain

SISOND

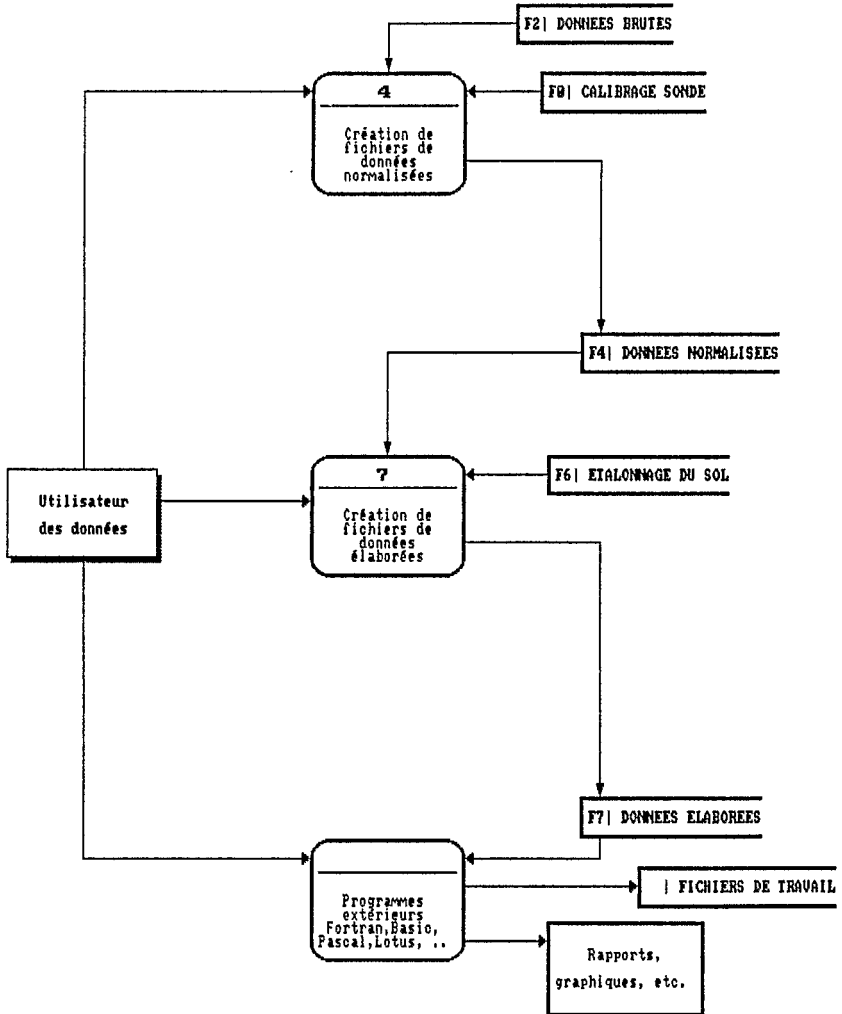


Fig.5 Diagramme de flot de données de SISOND

Point de vue de l'utilisateur des données

3.2.1. Opérations de routine

A l'aide du programme n° 0 on définit les différentes sondes disponibles et on prévoit un calibrage initial. Cette première opération est indispensable car une sécurité dans le programme n° 2 empêche de définir une collecte de données avec une sonde qui n'est pas calibrée.

3.2.2. Phase d'installation

Avec le programme n° 1 on définit le protocole de mesure du premier calibrage empirique.

Avec le programme n° 2 on crée les registres correspondant à une collecte de données et on imprime la feuille de collecte.

Avec le programme n° 3 on informatise les données brutes.

Avec le programme n° 5 ces données sont critiquées en comparant les répétitions.

Avec le programme n° 3 on corrige les données.

Avec le programme n° 4, en spécifiant qu'il s'agit d'un étalonnage empirique, on crée un fichier de données normalisées importables par tout type de programme extérieur au système.

Après calcul des coefficients d'étalonnage, on les informatise avec le programme n° 6.

Il est à noter que, vu de SISOND, la phase de destruction du site est tout à fait identique à la phase d'installation.

3.2.3. Expérimentation proprement dite

Avec le programme n° 1 on définit le protocole de mesure.

Par collecte de données on répète la séquence suivante du paragraphe précédent : programme n° 2, programme n° 3, programme n° 5, programme n° 3.

Pour exploiter les données on réalise les opérations suivantes :

- avec le programme n° 4 on crée un fichier de données normalisées ;
- avec le programme n° 5 on critique les données normalisées en observant l'évolution chronologique de chaque tube ou en les comparant entre eux ;

- avec le programme n° 3 on corrige les données normalisées ;

- avec le programme n° 7 on crée les fichiers d'humidité relative.

Bien sûr quand parviennent les résultats de l'étalonnage chimique ils sont informatisés à l'aide du programme n° 6.

CONCLUSION

SISOND a été testé durant tout un cycle de culture et s'est révélé un instrument de travail particulièrement précieux par le côté complet de sa gestion et par sa souplesse d'utilisation des données. Par exemple, au cours d'une même journée, il permet l'impression des feuilles de collecte et, une fois le travail de ter-

rain effectué, l'informatisation et la vérification des données. Ce traitement en temps presque réel présente de nombreux avantages, entre autres il permet de détecter, alors qu'il en est encore temps, les erreurs de manipulation. Il faut cependant admettre qu'un certain nombre d'imperfections ont du être éliminées, ce qui paraît normal avec un système de près de 40 000 instructions, mais, par

conservation de SISOND, ceci n'a pas entraîné de surcoût de travail important.