

NEPTUNE : UN SYSTEME POUR LA CONSTITUTION ET L'EXPLOITATION DE BASES DE DONNEES SUR L'ENVIRONNEMENT

(Anne-Marie AUBRY, Cossi-Jean HOUNDAGBA, Jean-François
RICHARD & Patrick SECHET).

RESUME - Initialement conçu pour être appliqué aux données de sols collectées par les pédologues, le système Neptune est un ensemble de programmes opérationnels depuis 1980, sur gros système (CIRCE, CNRS - ORSAY), développé au centre ORSTOM de Bondy par Anne-Marie AUBRY avec le concours de Raymond VAN DEN DRIESSCHE.

Ce système a été exploité par C.-J. HOUNDAGBA pour l'analyse des paysages du Bénin. Ce travail a été à l'origine de la thèse "Analyse typologique des paysages d'Abomey-Zagnanado (Bénin) : exploitation d'un système de programmes PL1 NEPTUNE". La terminologie utilisée est basée sur la méthode d'appréhension du milieu naturel adoptée et enseignée par des chercheurs de différentes universités africaines et que J.-F. RICHARD, qui en est l'un des principaux concepteurs, expose dans sa thèse "Le paysage, un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux". Enfin, et c'est encore sur des données factuelles situées géographiquement, mais décrites avec une terminologie n'ayant rien de commun avec les deux précédentes, que le système a été exploité dans un but didactique, de façon à expliquer les différentes phases de mise en place d'une application et les exploitations.

Les fonctionnalités que propose NEPTUNE sont celles liées à la capitalisation de l'information traitée : saisie, validation et mise à jour, d'une part, édition sélective des enregistrements stockés et possibilités d'interrogation, d'autre part. Des possibilités d'inventaire de l'information contenue sont également disponibles sous diverses formes, notamment graphiques, et facilitent une vision synoptique de l'état de la base de données.

Neptune présente la caractéristique de traiter de façon efficace les données descriptives non quantitatives, en utilisant la notion de glossaire (ensemble de tables de codification encore appelé nomenclature) qui permet de valider ce type de donnée à la saisie. Il permet à ses utilisateurs de définir librement les tables à utiliser avant la création de la base, puis de remplir, mettre à jour, consulter et éditer toutes ces tables au cours de l'exploitation du système tant pour la constitution que pour l'exploitation de la base de données.

La réalisation de ce travail repose sur une représentation des données de l'environnement selon un modèle hiérarchique à deux niveaux (hoplexol - élément diagnostique, par exemple). Ce modèle hérité de la conception originale est simple et présente l'avantage de pouvoir s'adapter à de nombreux objets d'étude, en offrant les fonctions de base du traitement des données moyennant seulement une définition appropriée du glossaire.

Pour répondre à un projet proposé par une équipe de géographes physiiciens, de "*gestion de l'environnement biophysique ouest - africain*", on se propose de réaliser une nouvelle version de Neptune susceptible d'apporter un outil de traitement décentralisé des données géographiques collectées sur le terrain. Celle-ci sera opérationnelle sur micro-ordinateur PC-compatible, portable et autonome, et implémentera un modèle hiérarchique étendu à plusieurs niveaux, qui correspond à une représentation de l'environnement établie par ces géographes.

INTRODUCTION

Au début des années 1970, une équipe ORSTOM dirigée par Raymond VAN DEN DRIESSCHE développait un ensemble de programmes informatiques destinés à la constitution et à la gestion d'une base de données pédologiques. Un tel système, baptisé Poséidon, était spécialement mis au point pour permettre l'administration des données descriptives de profils de sols et s'appuyait sur l'utilisation des glossaires de pédologie (ORSTOM 1969 ; Informatique et Biosphère 1971).

Opérationnel sur gros système, Poséidon a dû évoluer en fonction de changements de matériels (Univac, IBM), de langages (Fortran, PL/1) et de la réalisation de fonctions complémentaires. La dernière version, appelée Neptune, est implantée sur le CIRCE à Orsay depuis 1980 (AUBRY et alii, 1984).

En 1981, une équipe de géographes en quête d'un outil informatique pour manipuler les résultats de la description des paysages s'est intéressée à ce logiciel. L'adaptation faite a permis d'utiliser le système dans un autre contexte, en montrant son indépendance par rapport au domaine d'application, moyennant la satisfaction de ses hypothèses de base.

Les utilisations qui ont été faites depuis 1984 sur des fichiers en vraie grandeur, par les géographes en Afrique de l'Ouest, conduisent à suggérer la réalisation d'une nouvelle version, opérationnelle sur micro-ordinateur portable.

La première partie de cet exposé décrit brièvement les caractéristiques essentielles du système existant, en insistant sur les aspects qui ont permis de le ré-exploiter dans une autre situation que celle à laquelle il avait été initialement destiné. Le chapitre suivant est consacré à la présentation de ses applications dans le cadre d'études géographiques, et sert d'illustration pour l'utilisation du système. Le texte se termine par la description sommaire du projet de réalisation d'un nouveau logiciel, sur micro-ordinateur, issu de l'expérience acquise grâce à Neptune, et élaboré pour répondre aux demandes des géographes africains.

1. DESCRIPTION DE NEPTUNE

1.1. Généralités

Le système NEPTUNE est destiné à traiter les données obtenues par un observateur lors de la description de l'objet qu'il souhaite représenter sur support magnétique. Il possède la particularité d'autoriser son utilisateur à employer les mots et expressions d'une terminologie proche du langage naturel (terminologie usuelle), qu'il a lui-même définie et qu'il peut enrichir comme il le désire, sans nécessiter l'apprentissage de termes étrangers à sa propre discipline.

Le logiciel n'est pas lié à une discipline particulière, mais il implémente un modèle hiérarchique à deux niveaux, c'est à dire qu'il permet de représenter des données structurées selon une hiérarchie père-fils (par exemple profil-horizon, hoplexol-élément diagnostique, etc.). Dans ce modèle, la sous-unité (deuxième niveau) est, à l'intérieur de l'unité (premier niveau), un sous-ensemble identifiable de variables, dont on rencontre plusieurs occurrences (AUBRY 1987). Le nombre de sous-unités par unité et le nombre de variables de chacun des niveaux varient selon les applications.

1.2 Fonctionnement général

Les données que le système manipule sont soit qualitatives (avec ou sans relation d'ordre), soit encore quantitatives entières.

A partir de la réflexion sur la structure des informations qu'on veut représenter (étape de conception), on constitue d'abord un répertoire (encore appelé nomenclature, glossaire, catalogue ou lexiques) dans un module qui est indépendant de la banque elle-même, et qui contient la *description des données* (au sens SGBD). C'est en se référant à ce répertoire que le système reconnaîtra, vérifiera et stockera les données qui lui sont fournies.

Le système est modulaire, constitué de trois ensembles en interaction :

- le répertoire, ou un des répertoires équivalents ;
- les programmes en binaire exécutable ;
- les données elles-mêmes.

C'est sur les données et sur le répertoire que l'utilisateur agit. D'abord, c'est lui-même qui constitue le répertoire, fichier séquentiel où il décrit ses données et ce qu'il souhaite entrer dans la base. Quant au fichier des données, c'est le système qui se charge de le formater et d'y enregistrer les codes, de façon transparente pour l'utilisateur, en se servant en même temps du répertoire qui lui est désigné et des données saisies par l'utilisateur dans le langage usuel choisi. Cette saisie opère sans ordre imposé ni format : le point est utilisé comme séparateur de données et il n'y a pas d'autres contraintes d'écriture (voir figure 1).

1.3. Entrée des données

Les données sont introduites avec deux clés logiques correspondant à la structure unité et sous-unité. Ces clés sont deux variables entières choisies par l'utilisateur et identifient respectivement l'unité à l'intérieur de la banque et, relativement à cette unité, le numéro de la sous-unité.

Neptune

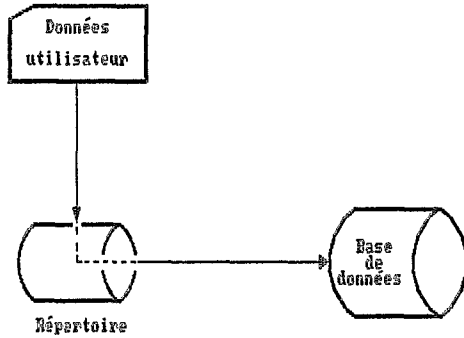


Fig. 1a Schéma d'entrée des données

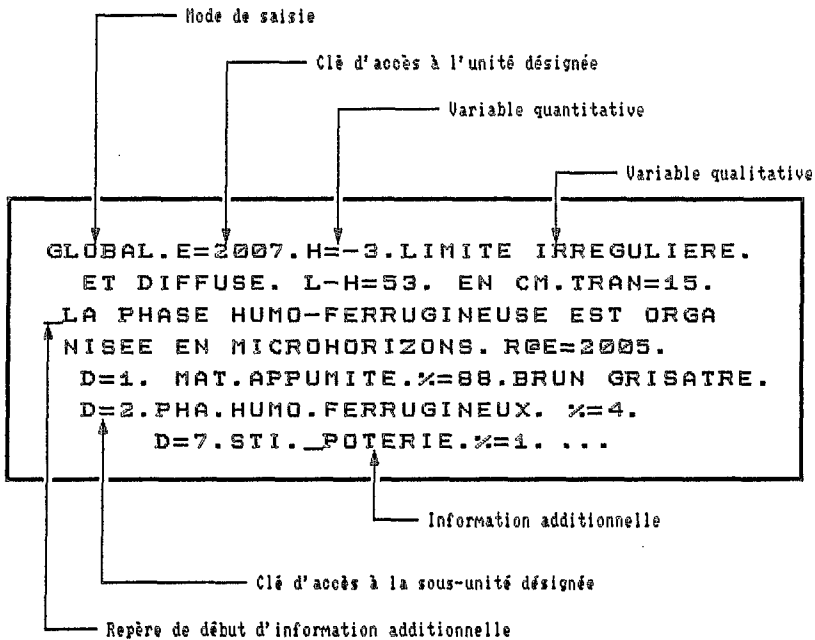


Fig. 1b Exemple de données à l'entrée

Le schéma d'introduction des données est ainsi le suivant :

- clé logique de l'unité ;
- données de l'unité dans un ordre quelconque ;
- information additionnelle éventuelle ;
- ensuite, clé logique de sous-unité, données correspondantes et information additionnelle éventuelle, autant de fois qu'il y a de sous-unités, le nombre maximal en ayant été fixé lors de la définition de la base (étape de spécification).

Il est à noter que si on entre plusieurs données valides pour une variable, c'est la dernière qui est enregistrée. D'autre part, on n'entre que les données effectivement présentes.

Enfin, toutes ces données, clés comprises, sont saisies sans format imposé.

1.4. Validation des données

La validation des données saisies est réalisée automatiquement par le système, par comparaison avec le répertoire auquel on fait référence. Il vérifie en particulier que les données appartiennent bien aux domaines de "valeurs" qui sont précisées dans le répertoire et il *annote* en sortie les données non reconnues.

1.5. Mises à jour

Pour faire les mises à jour, on peut agir à la fois sur le répertoire et sur les données.

Le répertoire est mis à jour en y ajoutant les données qu'ensuite il reconnaîtra. Les variables quantitatives y ont leurs bornes : celles-ci peuvent être modifiées. Les variables qualitatives y ont toutes leurs valeurs admissibles, exprimées sous forme de chaînes de caractères : ces listes peuvent être enrichies de synonymes et de termes supplémentaires.

Pour les données il y a deux modes de correction : un mode "local" qui permet de modifier une seule donnée si l'on veut, un mode "global" qui permet de remplacer toutes les données d'une unité et de ses sous-unités. Dans le mode local, on saisit uniquement la donnée correcte introduite par sa clé d'unité, et de sous-unité quand c'est le cas. On peut utiliser les deux modes conjointement au cours du même traitement.

Il n'y a pas de langage de manipulation à apprendre pour entrer et mettre à jour les données. Il suffit de connaître les mots-clés (global et local) qui introduisent le mode de saisie, et le vocabulaire du répertoire.

1.6. Interrogation

Il n'y a pas non plus à connaître un langage spécial pour interroger la banque. L'expression de sélection ne fait appel qu'à la terminologie usuelle répertoriée, aux opérateurs relationnels stricts (<, >, =) et aux opérateurs logiques *et*, *ou*, *non* (&, !, ^). De plus, on peut utiliser les parenthèses pour condenser son écriture et modifier les règles de priorité des opérateurs, en accord avec les règles de l'Algèbre de Boole. Enfin celle-ci est écrite sans format.

L'expression booléenne élémentaire est de la forme $A > B$, $A < B$ ou $A = B$, où, dans le cas le plus général, A est une variable du répertoire et B est une donnée (constante chaîne) ou une constante entière. L'utilisation des opérateurs booléens (&, | et ^) sur ces opérands (les expressions booléennes élémentaires) permet, avec les règles de priorité classique et les parenthèses, de formuler toutes les questions.

Exemple, on pourrait rencontrer l'expression booléenne élémentaire : "RADICAL PRIMAIRE = STRUCTICHRON", pour sélectionner les hoplexols (unités) dont au moins un des éléments diagnostiques (sous-unités) est un structichron (valeur de la variable *radical primaire*). En rajoutant "& AUTEUR = HOUNDAGBA", on extrait seulement ceux décrits par Cossi-Jean Houndagba.

L'interrogation fournit un double résultat :

- une sortie imprimée contenant, dans l'ordre croissant, les numéros des enregistrements (unités) qui répondent à la question posée ;
- un fichier de ces mêmes enregistrements, présentant les mêmes caractéristiques physiques et logiques que le fichier principal. Celui-ci permet ainsi de poursuivre les opérations de recherche de façon répétée ("nested search").

1.7. Impression/édition

Au cours de tous ces traitements, ce qui est entré au clavier est imprimé tel quel, sauf dans le cas où, pour mettre en évidence l'anomalie détectée, Neptune remplace le point terminal de la donnée par un point d'interrogation. On peut bien sûr éditer le fichier, avec mise en page, totalement ou de manière sélective, en donnant une liste des numéros d'unités.

1.8. Autres exploitations

Le système fournit également un synopsis compact de quantité d'information stockée (voir figure 2) et, d'autre part, les fréquences d'utilisation des données.

Par ailleurs, les fichiers séquentiels obtenus à partir de la banque peuvent être traités par les logiciels statistiques du centre de calcul (Circe) où elle est implantée.

2. EXPERIENCE D'UTILISATION

On a exploité ce logiciel, implanté sur le centre de calcul du CNRS (Circe) à Orsay, pour traiter les descriptions typologiques de paysages dans le cadre de travaux de recherche de plusieurs géographes en Côte d'Ivoire, au Bénin et Sénégal.

La terminologie conçue dans cette méthode d'appréhension du milieu naturel a été aménagée pour l'utilisation de Neptune, ce qui a conduit les géographes de l'équipe à faire des recherches sur le vocabulaire d'analyse typologique des paysages dans le sens d'une rigueur appropriée au traitement informa-

tique, sans rien abandonner de leurs principes. Ainsi, les concepts de diagnostics typologiques développés par J.F. RICHARD dans sa thèse (RICHARD 1985), qui ont été repris lors de l'étude des paysages du Bénin, réalisée par C.J. HOUNDAGBA, sont à la base de la structuration des fichiers.

Pour l'analyse des paysages de la région d'Abomey-Zagnanado (HOUNDAGBA 1984), au Bénin, les descriptions relevées sur le terrain étaient consignées dans des carnets de terrain, tandis que des expériences plus récentes au Sénégal (missions 1986-87) utilisaient une saisie directe sur micro-ordinateur autonome portable. Dans tous les cas ces données étaient ensuite transférées, sans traitement préalable, sur le site central. Les traitements eux-même (corrections des données, mises à jour des répertoires, interrogations et extractions sélectives) se faisaient naturellement sur le centre de calcul.

La structure hiérarchique arborescente à deux niveaux (structure père-enfants) a permis de traiter l'unité HOPEXOL définie par 300 variables. 800 caractères d'information additionnelle libre, mais restituable, donc pouvant servir de base par exemple à des mises à jour des répertoires, forment une zone purement textuelle qui complète l'enregistrement.

Chaque hoplexol peut contenir jusqu'à 20 ELEMENTS DIAGNOSTIQUES (sous-unités), chacun d'entre eux pouvant être renseigné à l'aide de 35 variables (et une zone de 20 caractères d'information additionnelle libre).

Les deux niveaux permettent de traiter les strates perçues en un point où le chercheur fait un relevé (strates de végétation dans l'atmosphère et couches dans le sol), avec, pour chaque strate, les éléments diagnostiques qu'il y reconnaît.

On peut fournir quelques valeurs indicatives dans le cas concret du fichier Sénégal : le répertoire contient 2 000 valeurs de variables qualitatives et une chaîne de 35 000 caractères, représentant les textes correspondants. Le fichier des données contient 741 enregistrements de 3 800 octets, avec près de 20 000 informations élémentaires, obtenus par transfert de 3 285 images-cartes fournies par le micro-ordinateur de saisie sur le terrain. Le fichier Bénin, quant à lui, occupe actuellement 1 450 enregistrements.

Le répertoire est mis à jour progressivement, au fur et à mesure que se constitue le fichier. Cette facilité permet au chercheur d'insérer des termes nouveaux dans le cadre d'une terminologie susceptible d'évoluer.

Naturellement l'expert ne saisit que les données qu'il observe, hoplexol par hoplexol, et à l'intérieur de l'hoplexol, élément diagnostique par élément diagnostique. Il les introduit respectivement par des clés numériques qu'il donne au système sous forme d'un entier associé au libellé qu'il a choisi, comme pour n'importe quelle variable au moment de la constitution du vocabulaire structuré de référence. De plus l'ordre de saisie n'a pas d'importance et, en outre, si on saisit plusieurs données pour la même variable c'est la dernière valide qui est stockée dans la banque.

Tout ceci offre une certaine souplesse pour la saisie sur le terrain, surtout en utilisant un moyen informatique dès cette étape : la démonstration en a été faite lors de l'expérience la plus récente, notamment au cours des deux missions au Sénégal. En effet, on a noté les avantages suivants liés au système de saisie informatisée sur le terrain :

- gain de temps puisqu'il n'y a pas retranscription d'un carnet de terrain pour la saisie sur support magnétique ;
- pas d'erreurs inhérentes aux transcriptions.

En outre, il n'y a pas d'erreur non plus qui résulte d'un codage quelconque, que la validation soit faite par le logiciel qui identifie les expressions comme admissibles par rapport à un vocabulaire qu'on lui a donné par ailleurs, ou faite à l'aide d'une saisie conversationnelle par menu explicite.

Actuellement l'enseignement de la méthode d'appréhension du milieu naturel, dont J.F.RICHARD est un des principaux concepteurs, se fait dans plusieurs universités africaines francophones et une vingtaine de chercheurs de cette "école" l'enseignent et l'utilisent sur le terrain en Afrique. Cette méthode a pour but une meilleure connaissance du milieu naturel avec toutes les applications que cette connaissance draine avec elle. L'apport de l'utilisation de Neptune a permis dès à présent de cerner quelques problèmes liés à l'utilisation de l'informatique et de mieux définir certaines parties du vocabulaire de description.

3. PROJET MICRONEPTUNE

C'est grâce à cette expérience que les demandes de nos partenaires (y compris celles qui ont déjà été formulées officiellement) de réaliser un système répondant mieux à leurs contraintes matérielles et logistiques - à l'heure de la microinformatisation et de la banalisation de matériels portables et néanmoins puissants - se sont tournées vers notre équipe.

Compte tenu de ce que Neptune était opérationnel sur gros système et malgré la réalisation d'une interface-terrain permettant la saisie *in situ*, l'intérêt de concevoir et mettre au point un système complet et autonome sur micro-ordinateur est apparu évident, ne serait-ce qu'en vue d'une diffusion plus ample et du transfert d'une technologie adéquate pour les pays en développement. Un tel logiciel permettra en effet aux chercheurs intéressés d'être totalement indépendants et de garder la maîtrise de leurs données, tout en maintenant la cohérence scientifique garantie par l'utilisation d'une méthode commune de description.

De plus, l'expérience acquise par l'exploitation de NEPTUNE et de son interface-terrain, a aussi conduit les géographes de l'équipe à mieux identifier les informations à recueillir *in situ*, par rapport à ce qui peut être obtenu par l'étude des documents disponibles (rapports, documents cartographiques, etc.).

On se propose donc de réaliser un logiciel sur micro-ordinateur capable de supporter la saisie, la validation et l'exploitation de l'information que l'on peut recueillir sur l'organisation des milieux et l'état des ressources naturelles, selon l'approche typologique à laquelle ont adhéré les scientifiques participants au "Séminaire sur la dégradation des paysages ouest-africains", qui s'est tenu à Dakar en novembre 1988 (MBOU & RICHARD, 1988).

A l'occasion de la réalisation de ce travail, une nouvelle réflexion approfondie sera menée sur la structuration des informations à représenter, sur la définition des attributs caractéristiques de chaque entité et sur les relations existantes entre ces dernières.

Les fonctionnalités essentielles de ce logiciel seront disponibles sur matériel autonome portable, de façon à permettre la saisie et la validation des données sur le terrain ainsi que des ressources minimales d'interrogation sur un fichier de "campagne". Des fonctionnalités complémentaires seront implémentées pour permettre la constitution et la gestion de bases de données composées de plusieurs fichiers de campagne créés par utilisation de glossaires compatibles.

Le logiciel sera opérationnel sur micro-ordinateur compatible IBM-PC portable autonome, avec au moins 512K de mémoire centrale et deux unités de mémoire externe intégrées. On cherchera à rendre le logiciel aussi convivial et fiable que possible, compte tenu toutefois du public scientifique visé, des conditions particulières d'utilisation et de l'aspect pédagogique que l'on souhaite donner au projet.

Les traitements sur micro-ordinateur donnent l'autonomie et l'indépendance, en l'absence desquelles le chercheur sur le terrain se voit privé du moyen de contribuer efficacement à l'ensemble des recherches sur les paysages. Indépendamment de la seule nécessité d'un matériel peu coûteux, il est essentiel de ne pas avoir à différer les traitements ni à se déplacer dans un centre de calcul avec les problèmes d'accès (à l'endroit où se trouve le matériel, mais aussi au matériel lui-même) que cela comporte, (quand ce n'est pas en Métropole).

Cette décentralisation doit donner des chances égales à chaque chercheur, où qu'il travaille, et quelles que soient ses possibilités financières, d'apporter à des études régionales les connaissances qu'il acquiert au moyen des interrogations qu'il pourra multiplier sur ses données. C'est en effet à partir de ces interrogations que le chercheur découvre, confirme ou infirme des règles d'interaction entre les objets manipulés, qui pourront ultérieurement servir à la construction de "bases de connaissances". Sans cette décentralisation, il serait matériellement et physiquement exclu de ce processus, et ce malgré toute la bonne volonté scientifique et politique des confrères des pays développés.

CONCLUSION

Le logiciel Neptune constitue un outil de recherche présentant divers avantages pour les sciences de l'environnement :

- il s'agit d'abord d'une aide à la constitution d'une terminologie descriptive pour structure arborescente à deux niveaux. Il permet de constituer cette terminologie par approches successives, régies par des choix rigoureux ;
- il aide à l'apprentissage de cette terminologie, dans le cadre de formation et d'enseignement (annotation et rejet de ce qui n'est pas conforme).

Comme outil opérationnel de constitution de bases de données, il présente en outre une certaine convivialité, grâce :

- à sa facilité d'utilisation sur le terrain, due à la souplesse de la saisie, sans codes et sans format ;
- aux mises à jour locales, d'une donnée, pour une unité et sous-unité identifiées, en rentrant simplement la donnée ;

- au fractionnement à volonté de la saisie-stockage, avec les modes de saisie global/local alternés ;
- aux interrogations faciles à exprimer et aux extractions rapides ;
- à l'absence générale de langage de manipulation, de format, de formalisme et à l'emploi d'un minimum de paramètres dans les procédures.

Ce système est de plus particulièrement bien adapté à une recherche en évolution, où l'on peut proposer la création de nouveaux diagnostics qui peuvent venir compléter les listes.

En résumé, on peut rappeler les caractéristiques essentielles du système : entrée des données en un langage proche du langage naturel, défini par les utilisateurs, sans format et sans ordre obligatoire ; mises à jour globales ou locales alternées à volonté, interrogations ne faisant intervenir aucun langage de manipulation, car n'utilisant que les opérateurs relationnels simples et les trois opérateurs logiques appliqués aux variables et données du vocabulaire de référence, avec une écriture elle aussi en format libre.

De plus le système est indépendant de la terminologie choisie. Il décharge l'utilisateur d'une codification fastidieuse et de l'apprentissage d'un langage de commande le plus souvent lié à un SGBD, quel qu'il soit. L'utilisateur doit essentiellement définir la terminologie utilisée dans son domaine scientifique, qui est enregistrée dans le répertoire et sert de référence pour tous les traitements.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- AUBRY, A.-M. et al. *From POSEIDON to NEPTUNE - Software for environmental surveys*. In : Burrough P.A. et Bie S.W. (Ed.). *Soil information systems technology*, Bolkesjo, pp. 41-45, 1984.
- AUBRY, A.-M. *NEPTUNE, logiciel de traitement de données descriptives : mise en place et traitement d'une application*. ORSTOM, Bondy, 1987.
- DRME/ORSTOM. *Poseidon : rapport final de convention*. 400p. 1975. (diffusion restreinte).
- HOUNDAGBA, C.J. *Analyse typologique des paysages d'Abomey- Zagnanado (République Populaire du Bénin). Exploitation d'un système PL1 NEPTUNE*. Thèse de 3ème cycle, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 280p, 1984.
- Informatique et Biosphère. Glossaire de pédologie : description de l'environnement en vue du traitement informatique*. Informatique & Biosphère ed., 1971.
- ISSS Working group meeting on soil information systems. *Data input and data structure*. pp. 17-21, Wageningen (Hollande) 1975.
- ISSS Working group meeting on soil information systems. *Poseidon*. pp. 68-70, Druzba (Bulgarie) 1977.
- MBOW, L.S. & RICHARD, J.F. *Gestion de l'environnement biophysique ouest-africain. Compte-rendu du Séminaire sur la dégradation des paysages ouest-africains*. Dakar, Nov. 1988.
- ORSTOM. *Glossaire de pédologie : description des horizons en vue du traitement informatique*. ORSTOM, Init. & Doc. Tech. n° 13, 1969.

RICHARD, J.-F. *Le paysage, un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux*. Thèse de Docteur d'Etat, Université de Paris-VII, 1985. 210p. + fascicule hors-texte (68p.). ORSTOM, Paris 1989.

	0	1	2	3	4	5	
	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	

1 C	I					I	C 50
2 C\$	I					I	C\$ 50
3 S\$	I					I	S\$ 50
4 E	I					I	E 44
5 C%	I					I	C% 29
6 R\$	I					I	R\$ 50
7 P	I					I	P 43
8 P%	I					I	P% 38
9 PKM	I					I	PKM 41
1 F	I	111111111111211111111111112211111222221112112111111				I	F 61
2 EMB	I					I	EMB 0
3 C50	I					I	C50 0
4 C215	I					I	C215 0
5 C600	I					I	C600 0
6 C601	I					I	C601 0
7 DHC5	I		1			I	DHC5 1
8 DHC6	I					I	DHC6 0
9 DASH	I				1 1	I	DASH 2
10 DSH8	I					I	DSH8 0
11 TWIN	I	1	111			I	TWIN 4
...							
65 B707	I	111	1 111	1 1111	1111 . 1	1 111	B707 20
66 B720	I		1 1	1	1	I	B720 4
67 B727	I	11 1111	1 1	1 1 1	11 11 1 1	1 111	B727 19
68 B737	I	111 111111	11 1 1 11	1 11 1 2 1		1111	B737 24
69 B747	I	1 1 1	11 1	22 1 21		1 111	B747 16
70 B757	I					I	B757 0
71 B767	I	1	1			I	B767 2

	0	1	2	3	4	5	
	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	1234567890	
	1111	111	111111	1 11111	11 11111	1111111111	1011111011
	83241801081145109090222053582001452450062700103943						

548

Fig. 2 : Fac-simile d'un extrait de sortie de "synopsis 1".

Chaque ligne correspond à une variable et chaque colonne à un enregistrement. Pour le niveau unité, la présence d'une donnée est représentée par un point à l'intersection de la ligne et de la colonne qui lui correspondent. Pour le niveau de sous-unité c'est la fréquence d'apparition qui est représentée.