N° 437

Dactyl - 2 ex

Sc. N. 73/72 A I

Sc N 73/72 A 1

THESE

Présentée à

L'UNIVERSITE DE NANCY I

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR DE SPECIALITE
(Informatique géologique)

par

HERVE HAVARD

CONSTITUTION D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE SUR ORDINATEUR

Soutenue publiquement, le 12 Juin 1973
devant la commission d'examen

JURY

Monsieur le Professeur BLAZY, Président
Monsieur le Professeur LEGRAS, Examinateur
Monsieur le Professeur ARNOULD, Examinateur
Monsieur LEYMARIE , Rapporteur
Monsieur PANET , Invité

D 095 097979 5

N° 437

Sc.N. 73/72 AI

T H E S E

Présentée à

L'UNIVERSITE DE NANCY I

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR DE SPECIALITE
(Informatique géologique)

par

H E R V E H A V A R D

CONSTITUTION D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE SUR ORDINATEUR

Soutenue publiquement, le 12 Juin 1973
devant la commission d'examen

JURY

Monsieur le Professeur BLAZY, Président
Monsieur le Professeur LEGRAS, Examinateur
Monsieur le Professeur ARNOULD, Examinateur
Monsieur LEYMARIE , Rapporteur
Monsieur PANET , Invité

AVANT-PROPOS

Je remercie Monsieur le Professeur BLAZY, Directeur de l'Ecole Nationale supérieure de Géologie qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

Je remercie Monsieur le Professeur LEGRAS, Professeur à l'Université de Nancy I pour les précieux conseils qu'il m'a donnés au cours de ce travail et également pour son aide déterminante pour la réalisation des programmes évoqués dans ce travail.

Je remercie Monsieur le Professeur ARNOULD, Professeur à l'Ecole des Mines de Paris et à l'Ecole des Ponts-et-Chaussées, Conseiller Scientifique du Laboratoire Central des Ponts-et-Chaussées, pour ses précieux conseils et l'intérêt qu'il a bien voulu prendre à ce travail.

Je remercie Monsieur LEYMARIE, Ingénieur du CNRS, dont les conseils et l'accueil ont largement contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie Monsieur PANET, Chef du Département Géotechnique du Laboratoire Central des Ponts-et-Chaussées, d'avoir bien voulu s'intéresser à ce travail et me conseiller utilement.

Je remercie Monsieur STRICHER, Directeur du Laboratoire Régional de l'Equipement de Nancy, qui a permis le démarrage de ce travail y portant un intérêt dont je lui suis très reconnaissant.

Je remercie Monsieur RAT, Chef de la Section Géologie Prospection du Laboratoire Central des Ponts-et-Chaussées, pour le soutien constant qu'il a bien voulu m'apporter dans cette recherche et la confianc dont il m'a honoré.

Je remercie Monsieur PRIMEL du Laboratoire Central des Ponts-et-Chaussées d'avoir contribué à ce travail par les dotations attribuées.

Je remercie Madame MIGNOT, pour sa collaboration en informatique et pour l'important travail dont cette thèse lui est redevable.

Je remercie Monsieur PERROT, du Laboratoire de l'Equipement de Nancy, pour l'aide très efficace qu'il m'a apporté au début de de cette recherche.

Je remercie les personnes citées dans la bibliographie pour leur excellent accueil et la spontanéité avec laquelle elles ont accepté de me faire partager leur compétence.

Je remercie mes collègues qui ont parfois accepté un surcroît de travail pour me permettre de réaliser ce mémoire.

Je remercie également Madame AUBIN, Messieurs COLAS, ZANON et LESCASSE qui ont frappé, dessiné et mis en page ce document.

++++++++++

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1

I - STOCKAGE DE DONNEES BRUTES 4

II - STOCKAGE SUR ORDINATEUR 7

III - QUELQUES DEFINITIONS 8

I - L'INFORMATION 10

I - 1 - OBJET GEOLOGIQUE 10

a - Géologie et géotechnique dans le Génie Civil 11

α - LES MOYENS UTILISES EN RECONNAISSANCE DE GENIE CIVIL 11

β - PROBLEME D'ECHANTILLONNAGE 12

b - De l'objet géologique à son image 12

α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES 14

β - INFORMATIONS SUBJECTIVES 14

γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES 16

δ - INFORMATIONS OBJECTIVES GLOBALES 16

c - L'objet géologique à travers sont image 16

I - 2 - LA FORME DES INFORMATIONS 17

a - Analyse sémantique 17

b - Codage et dictionnaires 18

c - Structuration des informations élémentaires 18

I - 3 - LE CONTENU DES INFORMATIONS 19

a - Sondages carottés et à la tarière 19

α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES 20

1) Finalité de l'étude, références administratives 20

2) Repérage spatial et temporel 20

3) Méthodes utilisées 22

β - INFORMATIONS SUBJECTIVES 24

1) L'objet géologique et son échantillon 24

2) Le descripteur 27

3) L'image réelle décodée 30

a) omissions 31

b) distorsions par les acquits du descripteur 31

4) L'image stockée 34

γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES 35

δ - INFORMATIONS OBJECTIVES GLOBALES 36

b - Ballastières et carrières 38

α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES 38

1) Finalité de l'étude - références administratives 38

2) Repérage spatial et temporel 39

3) Méthodes utilisées 41

β - INFORMATIONS SUBJECTIVES 41

γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES ET GLOBALES. 42

c - Affleurements non exploités, limite de carte géologique Bibliographie 42

d - Sismique réfraction 43

α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES 43

1) Finalité de l'étude - références administratives 43

2) Repérage spatial et temporel 43

3) Méthodes utilisées 44

β - INFORMATIONS SUBJECTIVES 44

γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES 44

δ - INFORMATIONS OBJECTIVES GLOBALES 44

e - Informations interprétées 46

I - 4 - CONCLUSION 46

II - GESTIONS AUTOMATISEE DES INFORMATIONS 48

II - 1 - INTRODUCTION 48
a - Matériel et réalisation des programmes 48
b - Banques de données 48
c - Vers un cahier des charges 49

II - 2 - TRAVAIL REALISE 51
a - Organisation du fichier 52
b - Montée de fichier 56
α - LECTURE DES DONNEES 57
β - TRAITEMENT DES ERREURS 58
γ - ECRITURE DE L'ENREGISTREMENT 58
c - L'extraction 60
α - SELECTION DES SONDAGES 65
β - SELECTION DES EPAISSEURS 66
γ - SELECTION DES GRANULOMETRIES 68
d - Conclusion 69

II - 3 - TRAVAIL EN COURS 70
a - Organisation du fichier 70
α - ELABORATION DE LA STRUCTURE (cas du fichier étudié) 72
β - ASPECT THEORIQUE DE LA GENERALISATION AU NIVEAU DE L'INFORMATION 74
A) Information et information élémentaire ... 75
B) Définition de l'information 76
C) Quelques propriétés de l'information 77
D) Qualité de l'information 79
E) Quantité d'information 81
F) Classifications 84
γ - ASPECT THEORIQUE DE LA GENERALISATION AU NIVEAU DE LA STRUCTURATION DES INFORMATIONS 85

b - Montée de fichier 87
α - SUPPORT D'ENTREE DES INFORMATIONS DU FICHIER MAITRE 87
β - FICHIER STRUCTURE 89
γ - STRUCTURE INTERNE DU FICHIER MAITRE 90
δ - TESTS D'ERREURS..... 92
1) Erreurs d'ordre 93
2) Erreurs de pertinence 93
3) Erreurs d'orthographe 93
4) Erreurs pertinentes 93
c - Extraction et interrogation 94
d - Conclusion 96
II - 4 CONCLUSION 97

III - TRAVAIL MATERIEL 99

III - 1 - TRAVAIL REALISE 99
a - Rédaction des bordereaux 99
b - Vérification des bordereaux - Mise sur bande 102
c - Exploitation du fichier 102
d - Conclusion 103

III - 2 - GESTION DU FICHIER A CREER 103
a - Collecte des données 103
1) Données acquises au Laboratoire 103
2) Données acquises en dehors du Laboratoire. 105
b - Rédaction des bordereaux 105
c - Vérification des bordereaux - Mise sur bande 106
d - Exploitation du fichier 106

CONCLUSION 107

BIBLIOGRAPHIE 110

INTRODUCTION

L'objet du travail réalisé est la constitution d'un système d'informations géologiques et géotechniques en Génie Civil.

Ces informations sont le plus souvent acquises par sondage ou par affleurements. Or les sondages coûtent cher (de l'ordre de 200 Frs le mètre linéaire), et leur exécution est lente (généralement moins de 10 mètres linéaires par jour et par machine en carottage). Donc, ce sont des informations onéreuses qui en sont extraites. D'autre part, le nombre de sondages en cours, croit continuellement donc la masse d'informations, si bien que pour un site quelconque, la probabilité d'y rencontrer des sondages déjà réalisés (ou réalisés dans le voisinage) est de plus en plus importante. Toutes ces raisons conduisent logiquement à envisager de ne plus perdre ces informations.

Il y a deux façons de sauvegarder l'information. On peut la stocker telle quelle en se créant le nombre maximum de clés d'accès (repérage sur une carte topographique, repérage suivant le type de formations traversées, repérage suivant les techniques utilisées...) pour extraire facilement des informations susceptibles d'améliorer rapidement et à peu de frais notre connaissance du site. Ce stockage peut se faire plus ou moins simplement par piles de dossiers indexés (par exemple avec le système selecto) ou de façon plus évoluée par microfilmage.

L'autre façon de stocker l'information est de l'entrer en mémoire sur ordinateur. Dans ce cas, la manipulation des informations est aveugle et il faut donc prévoir toutes les possibilités avant d'adopter une forme définitive. Ce système a l'avantage de permettre un traitement rapide et complexe des informations stockées.

Il existe également un système mixte consistant à utiliser un stockage des données brutes (documents originaux non dépouillés) pour l'ensemble des informations et un stockage sur ordinateur non systématique d'informations filtrées.

C'est cette dernière solution qui nous a paru la plus intéressante.

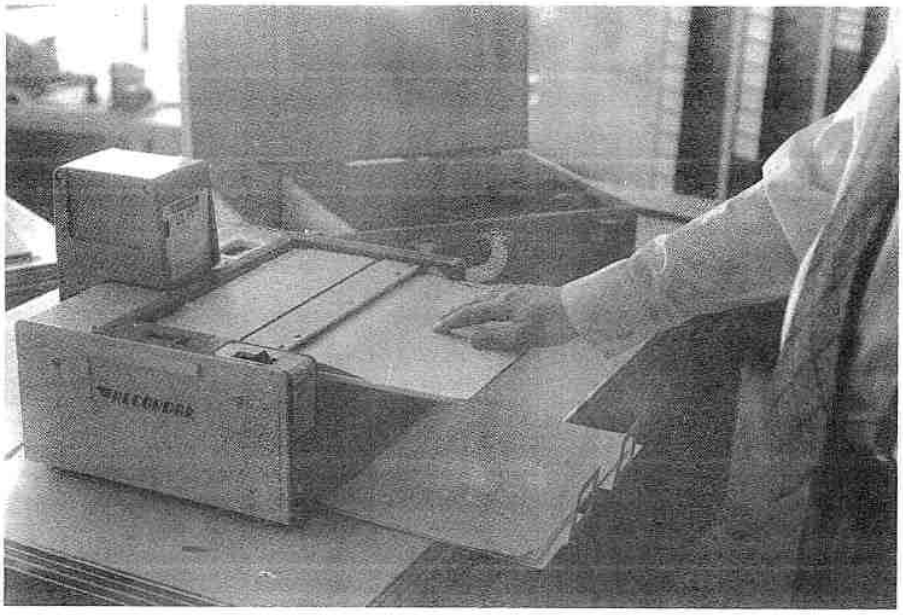


Photo 1 - Caméra à défilement continu pour microfilmage.

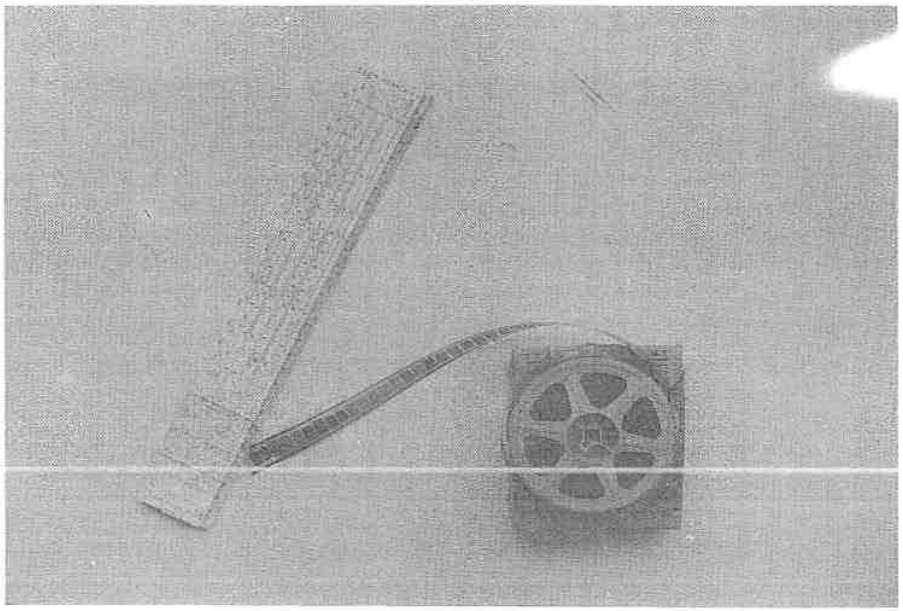


Photo 2 - Microfilm de 16 mm en bobine (30 m de long).

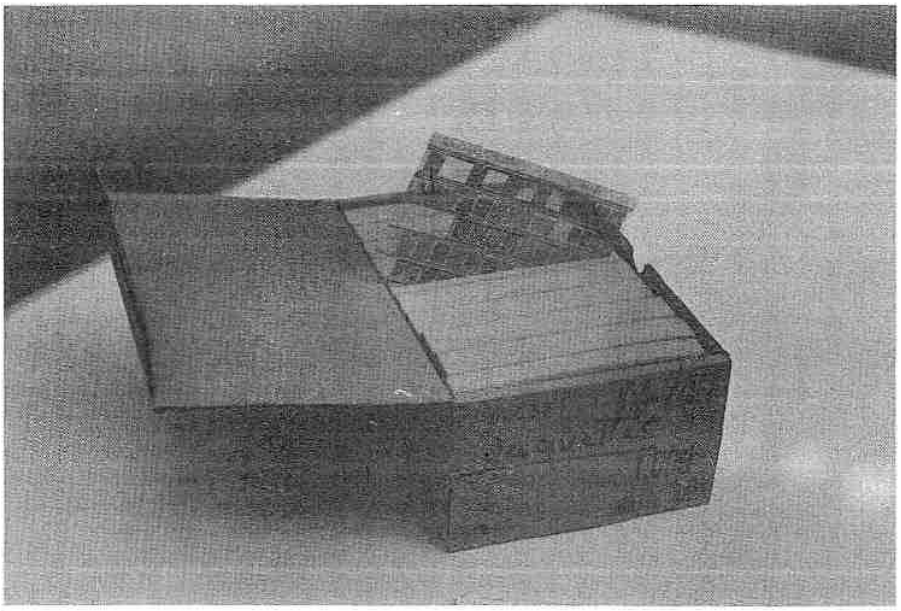


Photo 3 - Une boîte contenant 1000 jaquettes. Une jaquette peut contenir 10 à 20 sondages.

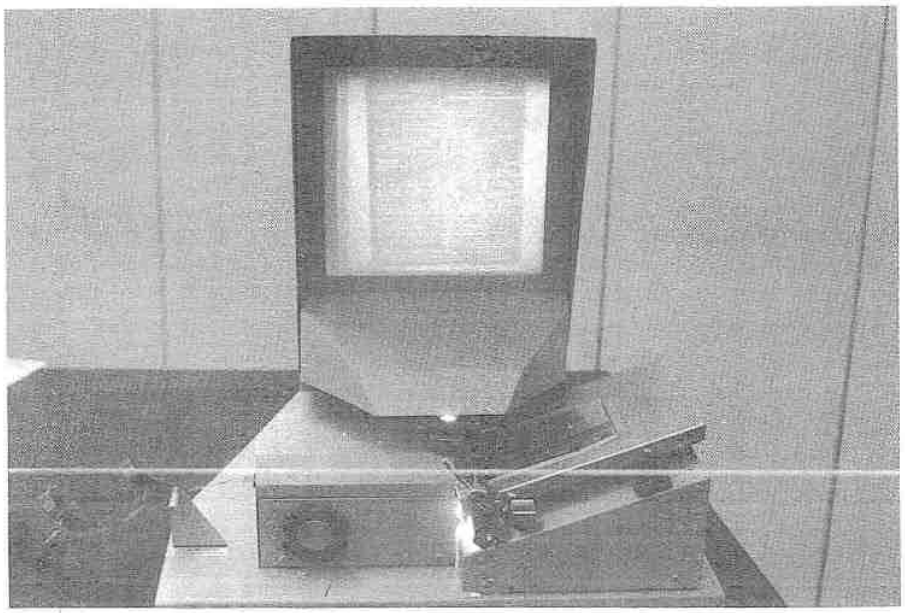


Photo 4 - Lecteur-monteur permettant montage de microfilms en jaquette en visualisant l'opération.

1 - STOCKAGE DES DONNEES BRUTES /

Les coupes de sondages ou d'affleurements sont stockées sur microfilms pour la gestion desquel le Laboratoire Régional de l'Equipement de Nancy a fait l'acquisition d'une chaine complète.

1 - a - Collecte des données

Celle-ci se fait à l'aide d'une caméra portable (cf : photo 1) à défilement continu dans laquelle les documents à microfilmer sont passés. Ce passage se fait à la cadence d'environ une page (21x29,7 par seconde, d'où l'avantage d'effectuer cette collecte très rapidement ce qui est appréciable lorsque l'on se trouve à l'extérieur du Laboratoir

L'inconvénient principal est la limite du format, dans une dimension, à 30 cm. Pour pallier à cet inconvénient, il est donc nécessaire de réaliser des assemblages plus ou moins astucieux.

1 - b - Stockage des données

Le document obtenu est un film en noir et blanc de 16 mm et d'environ 30 mètres de long, soit près de 3 000 vues.

La bobine obtenue est de faible dimension (cf. photo 2) d'où l'intérêt au point de vue volume de stockage. Cette bobine peut être conservée telle quelle et indexée.

On peut également, mais cela nécessite plus de main d'oeuvre, assembler les microfilms en jaquettes, ce qui permet un accès plus rapide de l'information (jaquettes stockées dans des boites : cf. photo 3) et une exploration rapide. Ce travail se fait à l'aide d'un lecteur-monteur (cf : photo 4).

Le repérage des objets géologiques décrits est identique à celui mis au point par le Laboratoire Régional de l'Equipement d'Aix-en-Provence. Il consiste à pointer sur une carte au 1/25 000, les différents "points" d'observation. A chaque point est donné un numéro d'ordre. cf photo 5). Sur le microfilm ou la jaquette, on reporte les coordonnées de la carte IGN(cf. le quadrillage français par les cartes IGN), le 8° de

Photo 5 - Carte au 1/25.000 avec emplacements des sondages.

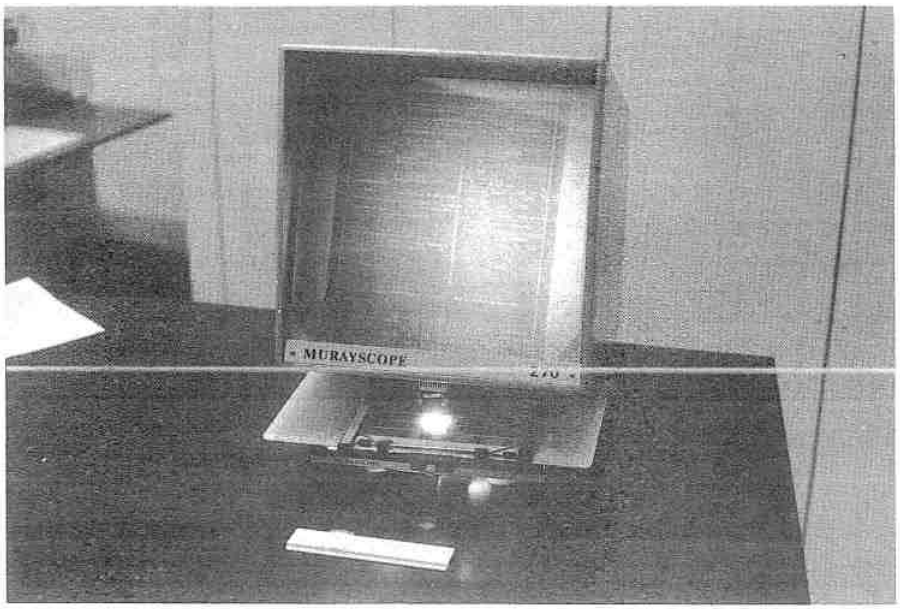


Photo 6 - Lecteur simple permettant l'exploration des jaquettes ou des bobines de microfilms 16 mm.

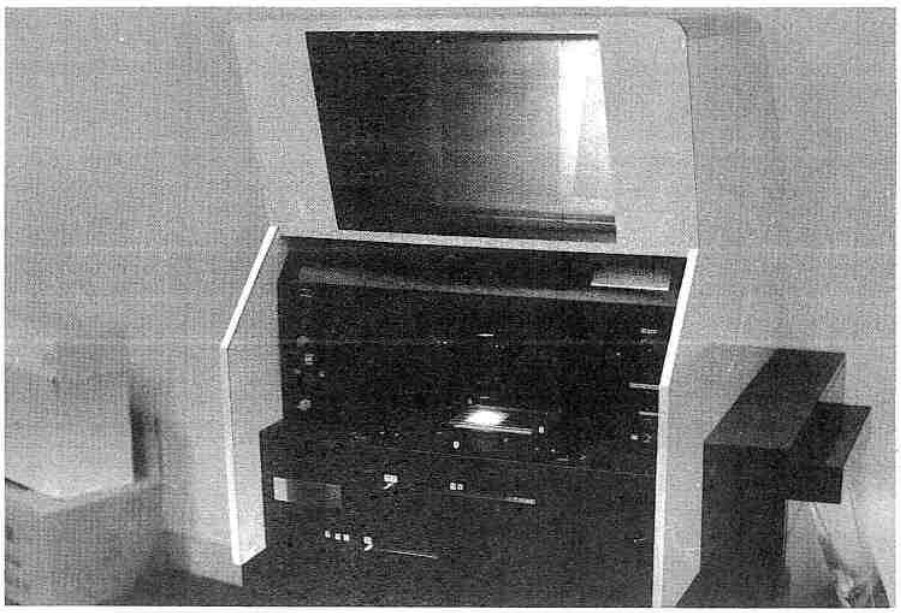


Photo 7 - Lecteur-reproducteur permettant la reproduction des clichés désirés.

la carte où se trouve l'observation et le numéro d'ordre marqué sur la carte (exemple : 33.14.7.0022 est le 22e point d'observation du huitième n° 7 de la carte IGN 33.14.). Ce numéro d'ordre sera le même que le numéro de classement utilisé sur ordinateur.

1 - c - Lecture simple des données

Cette lecture se fait à l'aide d'un lecteur-simple (cf. photo 6) permettant soit le défilement continu de la bobine pour sa lecture, soit l'utilisation d'une platine à mouvements suivant deux directions orthogonales pour l'exploration des jaquettes. L'avantage de cet appareil est son faible encombrement et surtout son prix modique. L'inconvénient est une optique médiocre nécessitant des microfilms de bonne qualité.

1 - d - Lecture et reproduction des données

Il peut arriver que certaines vues intéressantes du microfilm soient nécessaire à quelqu'un d'une façon permanente, du moins fréquente et qu'il ne dispose pas d'un lecteur simple. Dans ce cas, il est indispensable de pouvoir reproduire cette vue. C'est l'utilisation du lecteur-reproducteur (cf. photo 7) qui fournit un document en 21x29,7 ou formats différents suivant appareils.

1 - e - Conclusion

Cette chaîne assez onéreuse peut également être utilisée pour d'autres fins. Elle permet une consultation rapide et bon marché de la documentation dont on dispose. Elle permet également, et c'est aussi très important, une saisie des données rapide, exhaustive et sans erreur de transcription possible.

2 - STOCKAGE SUR ORDINATEUR /

Ce travail est beaucoup plus délicat. Il nous est apparu utile de commencer par une expérience aussi évoluée que possible pour se rapprocher de la forme que nous envisagions en définitive. Ce travail a débuté en pratique en Mai 1971. Nous avons alors élaboré un système d'informations en réalisant un jeu d'essai de 98 sondages et affleurements. Un programme a été écrit pour la montée du fichier et des essais de traitement ont été réalisés.

A l'issue de ce travail et en tirant les conclusions, nous avons élaboré le système qui sera décrit dans ce rapport et que nous envisageons comme définitif sous réserve bien sûr de modifications de détails en cours d'exploitation, modifications qui semblent inévitable et que nous avons prévues.

Ce travail a été réalisé au Laboratoire Régional de l'Equipement de Nancy dans une fiche-programme financée par la Direction des Routes, sous le contrôle du Laboratoire Central des Ponts-et-Chaussées dans la cadre des recherches sur les granulats. C'est la raison pour laquelle les essais ont été réalisés sur des sondages et affleurements du lit majeur de la Moselle et que les essais de sol actuellement prévus (non limitatifs) sont très orientés vers l'utilisation des granulats. Cependant, il a paru intéressant de conserver au fichier son caractère général de fichier appliqué aux problèmes de Génie Civil et c'est ce que nous avons fait.

Dans cette étude, nous verrons successivement les problèmes posés par l'information géologique et la façon dont nous les avons résolus, les problèmes posés par l'informatique et la solution que nous avons été conduits à adopter. Enfin, nous envisagerons l'aspect matériel de ce travail.

3 - QUELQUES DEFINITIONS /

ARTICLE : cf. enregistrement

BORDEREAU : c'est une feuille destinée à la perforation des cartes d'entrée. Cette feuille est remplie par la personne transcrivant le sondage ou l'affleurement ou ... Chaque ligne du bordereau de perforation correspond à une carte perforée. Des bordereaux-types ont été mis au point et sont remplis à l'aide du manuel de remplissage (cf annexes).

CARTE : cf. bordereau

DESCRIPTEUR : c'est la personne dépouillant le sondage, ou observant l'affleurement ou interprétant la géophysique. C'est le plus souvent le géologue, mais ce peut être aussi un sondeur.

ENREGISTREMENT : C'est l'unité d'information d'un fichier en ce qui concerne son traitement par l'utilisateur.

Il contient un certain nombre de données structurées selon un format bien déterminé et pouvant faire l'objet d'un traitement individuel. Un enregistrement correspond à un objet géologique.

ENTITE GEOLOGIQUE : Nous avons convenu d'appeler ainsi une unité litholigique homogène (exemples : couche, lentille...). L'échelle de cette entité (par exemple lit, couche ou alternance) est fixée par le descripteur.

IMAGE : C'est le signifiant. C'est la description d'un objet par l'ensemble des informations s'y rapportant.

MANUEL DE REMPLISSAGE : C'est le recueil (cf. annexes) qui permet à la personne transcrivant l'information brute de remplir le bordereau de perforation et d'en respecter les règles.

MONTEE DE FICHIER : C'est la création du fichier sur son support définitif (bande, disque...).

OBJET GEOLOGIQUE : C'est le signifié. L'objet géologique est un concept. Il peut être observé directement par affleurement, ou être appréhendé par échantillons (sondage) ou encore par certaines propriété physiques mesurées indirectement (géophysique). L'échelle de l'objet géologique peut être assimilée à l'extrapolation admissible autour du volume qui a fourni des informations.

I - L'INFORMATION

L'information étudiée dans ce chapitre est celle qui sera stockée dans le fichier géologique. Nous en envisageons essentiellement la signification et la validité dans le domaine qui nous est propre (informations géologiques et géotechniques en Génie Civil). Dans le chapitre sur la gestion automatisée des informations, nous envisagerons l'information comme une zone mémoire d'une certaine taille, possédant des relations avec d'autres informations conduisant à leur structuration.

Dans ce chapitre, notre but sera une analyse de l'information issue d'un objet géologique (échantillons, caractéristiques mesurées indirectement par géophysique...). Cette analyse permettra ensuite de retenir certaines informations et de les structurer de façon à utiliser l'outil informatique de la façon la plus rationnelle possible.

Après avoir examiné très sommairement la nature des informations géologiques et géotechniques recherchées dans les études de Génie Civil, et la correspondance entre l'objet géologique (signifié) et l'image qui en est fournie par les informations le caractérisant (signifiant) nous évoquerons certaines options prises sur la forme à donner aux informations stockées, sachant qu'elles seront gérées sur ordinateur. Enfin, nous étudierons le contenu, donc la validité quant au fond des informations obtenues sur l'objet géologique.

Au cours de l'expérience que nous avons réalisée, les informations n'avaient pas toutes la même forme, ni le même contenu que dans le système décrit ici. D'autre part, certaines informations ont été ajoutées, d'autres otées. Ce que nous écrivons plus bas est étayé sur sur cette expérience et également sur la bibliographie que nous avons dépouillée simultanément.

I - 1 - OBJET GEOLOGIQUE - INFORMATIONS GEOLOGIQUES /

La relation entre ces deux notions sera envisagée dans le cas qui nous intéresse, c'est-à-dire celui du Génie Civil.

I - 1 - a - Géologie et géotechnique dans le Génie Civil

La géologie et la géotechnique pratiquées dans le Génie Civil doivent aboutir à des données très pratiques, directement utilisables par le maître d'oeuvre. Pour répondre à ce souci, il importe de définir au départ :

- la nature des travaux à réaliser.
- le volume affecté (directement ou non) par les travaux.

Ces définitions pourront être plus ou moins précises, depuis, par exemple le projet donné à l'échelle au 1/20 000 d'un tracé avec plusieurs variantes possibles, au projet figé à l'échelle du 1/1 000. Les volumes à reconnaître seront très différents et le nombre de paramètres géotechniques également. Le type d'investigation devra être adapté.

Les résultats devront permettre :

- une estimation du projet.
- la définition éventuelle de la solution optimale (rapport prestation /prix de revient,maximum).
- le conseil technique du maître d'oeuvre pour la réalisation du chantier.

I - 1 - a - α - LES MOYENS UTILISES EN RECONNAISSANCE DE GENIE CIVIL

Il y a trois façons d'accéder à la connaissance du terrain étudié :

- la documentation (but visé par le présent travail) qui fournit des informations peu couteuses et très rapidement. C'est le cas par exemple, de la carte géologique. Ces informations seront utilisées dans un domaine géométrique dépassant largement le volume étudié et seront le plus souvent interpolées dans le domaine étudié.

Ce moyen fournira des renseignements précieux pour une étude sommaire, mais devient généralement inefficace pour un projet détaillé. En effet, les informations obtenues ne répondent pas nécessairement au problème, car provenant d'investigations faites dans un but différent, et rarement issues de l'endroit souhaité.

- les méthodes indirectes, c'est-à-dire ne permettant pas

l'observation directe de l'objet géologique par le géologue. Il s'agit de la prospection géophysique. Ces méthodes sont globales en ce sens, que le résultat de la mesure est significatif d'un volume important et si le pas de mesures est adapté, les volumes ainsi "testés" pourront être jointifs. Les réponses obtenues peuvent présenter une distorsion et une dispersion aléatoire qui peuvent parfois être corrigées.

Ces méthodes sont intéressantes car mesurant à bon marché, des paramètres significatifs d'une certaine qualité de terrain, par exemple la résistivité ou la vitesse sismique. Elles ont par contre l'inconvénient de fournir une réponse pouvant être émise par plusieurs phénomènes très différents (par exemple en sondage électrique, il existe une indétermination sur la résistivité et l'épaisseur d'un terrain).

- les méthodes directes, c'est-à-dire permettant l'observation directe du terrain, par exemple le sondage. Ces méthodes sont ponctuelles, c'est-à-dire posent le problème de l'échantillonnage. Elles ont sur la méthode indirecte, l'avantage de n'être pas ambigues.

I - 1 - a - β - PROBLEMES D'ECHANTILLONNAGE .

Les informations obtenues seront appliquées au centre du volume "testé" dans le cas des méthodes indirectes et des courbes d'isovaleurs pourront être tracées dans le champ de mesures. Dans ce cas, des anomalies risqueront d'être ignorées ou atténuées suivant le pas de mesures adopté.

Dans le cas des méthodes ponctuelles, la mesure d'un paramètre peut-être significative d'un certain volume ou au contraire révéler une anomalie sans intérêt. Le choix nécessite un échantillonnage adéquat. La mise au point de fichiers d'informations géologiques, tel que celui qui nous intéresse devrait permettre l'utilisation de la géostatistique dans le domaine du Génie Civil. En effet, son utilisation nécessite un grand nombre d'échantillons et un traitement complexe réalisable sur ordinateur. Les théories de la géostatistique devraient permettre de définir des mailles à respecter pour l'échantillonnage suivant la précision recherchée et le contexte géologique. La mise sur ordinateur des informations géologiques devrait permettre des interpolations amenant ainsi à créer des informations de manière à accroitre le nombre d'échantillons et permettre l'utilisation des statistiques.

I - 1 - b - De l'objet géologique à son image

Parmi les informations émises par l'objet géologique,

CREATION DE L'IMAGE D'UN OBJET GEOLOGIQUE

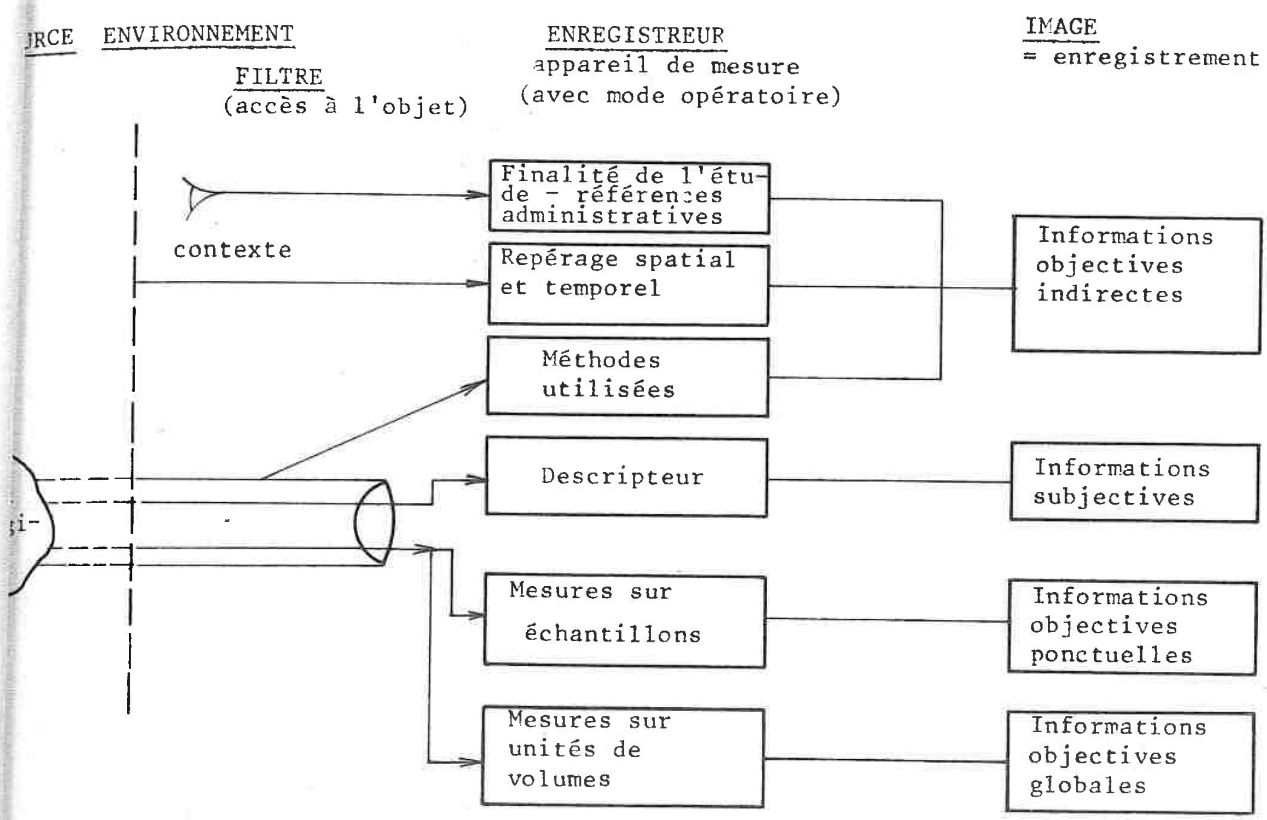


FIGURE 8

nous n'avons retenu que celles habituellement utilisées dans le Génie Civil. En effet, bien qu'intéressantes, certaines informations que nous aurions pu compiler très occasionnellement (par exemple l'examen microscopique) n'ont pas été retenues car apportant trop peu à l'utilisateur. La compilation de toutes les informations trouvées en bibliographie aurait nécessité un format libre ou une multiplicité quasi infinie des cas possibles,ce qui n'était pas compatible avec l'objectif poursuivi. Nous avons donc délibérément opté pour une perte d'information pour une recherche de l'efficacité maximale. Il faut cependant noter que la souplesse du système informatique adopté permettra d'ajouter de nouveaux types d'informations sans difficulté.

Ces réserves étant faites, la première démarche consiste à classer les informations que l'on a pu obtenir sur un objet géologiqu On crée ainsi une image de l'objet. La figure 8 résume cette démarche.

I - 1 - b - α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES

Nous appellerons contexte, la question posée par le maître d'oeuvre au géologue. De cette question, dépendront les méthodes utilisées, les paramètres mesurés et éventuellement, les descriptions de détail.

L'environnement sera la position de l'objet géologique dans le temps et dans l'espace.

L'objet géologique est atteint à travers un filtre plus ou moins important. Ce filtre correspond à la méthode utilisée et conditionne donc la nature de l'information obtenue (exemple : différence entre l'information fournie par le scissomètre de chantier et le triaxial).

Ces informations sont qualifiées d'objectives car non traduites par celui qui les collecte et d'indirectes car elles ne sont pas propres à l'objet géologique,mais servent seulement à le valoriser.

I - 1 - b - β - INFORMATIONS SUBJECTIVES

Ces informations sont recueillies par un individu que nous avons appelé descripteur qui est le plus souvent un géologue, et traduites par lui. Il recueille des informations par ses sens, essentiellement par la vue. La subjectivité de l'information élaborée par le des-

EXPLOITATION DE L'IMAGE D'UN OBJET GEOLOGIQUE

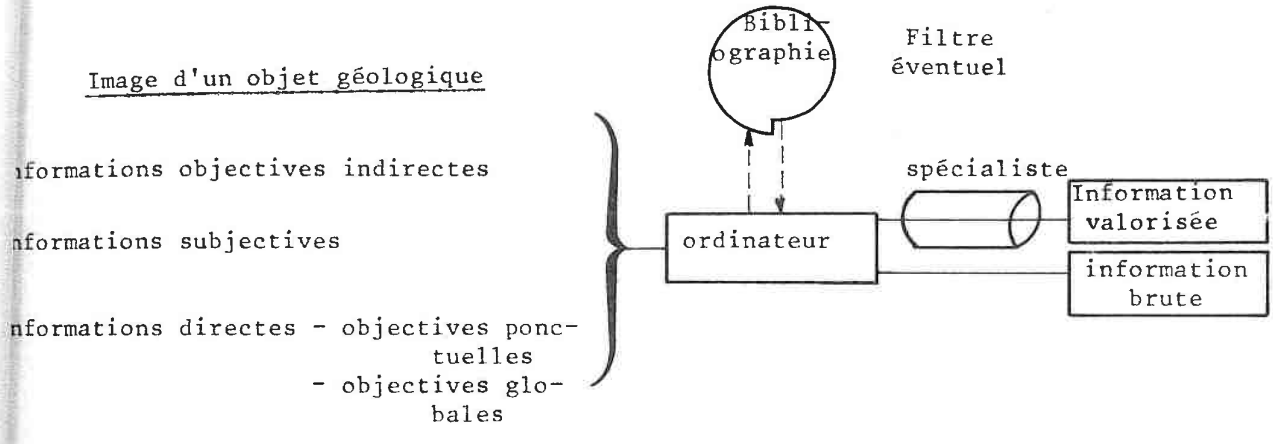


FIGURE 9

cripteur, provient de ce que les sensations varient d'un individu à l'autre (exemple : l'appréciation d'une couleur suivant l'environnement) Il est donc impossible d'appliquer une loi de dérive constante à l'individu.

I - 1 - b - γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES

Il s'agit du résultat d'essais effectués sur échantillons in-situ ou en Laboratoire. Ces résultats sont objectifs car obtenus par des essais exécutés suivant un mode opératoire. La mesure est donc fidèle. Elle peut présenter une distorsion due à un mode opératoire systématiquement déformé, ou à un défaut de précision instrumentale, ou encore au mode de prélèvement dans le cas d'essai en laboratoire.

Ces informations se rapportant à un échantillon, leur extrapolation à un massif passe par l'utilisation des lois statistiques.

I - 1 - b - δ - INFORMATIONS OBJECTIVES GLOBALES

Ce sont les résultats obtenus par géophysique ou par certains essais tel l'essai de pompage. Il s'agit de mesures effectuées sur des volumes importants.

La localisation d'une anomalie en un point est généralement très délicate (exemple : localisation de cavité par mesures gravimétriques). Par contre, des cartes d'isovaleurs sur un champ de mesures se fait sans difficulté.

I - 1 - c - L'objet géologique à travers son image

C'est la démarche suivie en documentation. C'est donc pour nous celle qui conditionne l'autre et nous a conduit à structurer ainsi l'image de l'objet au paragraphe précédent.

Le schéma de la figure 9 est très simplifié; en particulier nous n'y avons pas distingué les informations prises en bibliographie de celles élaborées grâce à l'application de certaines lois sur un ensemble d'informations prises dans la documentation. Nous n'avons pas non plus distingué les informations alphanumériques des informations graphiques (celles-ci n'étant pas prévues dans le fichier au stade actuel).

Nous nous sommes limités au point qui nous paraissait le plus important en considérant le problème d'une façon assez abstraite. Il s'agit de l'interposition éventuelle d'un filtre entre l'ordinateur et le destinataire. En effet, dans la conception typiquement banque de données, l'information est directement recueillie sur l'ordinateur par l'utilisateur, quelles que soient ses compétences. Dans le cas d'un fichier très spécialisé, comme celui-ci, il parait pour le moins opportun d'interposer un spécialiste entre l'ordinateur et l'utilisateur lorsqu'il n'est pas lui-même spécialiste. Le rôle de ce filtre est d'abord d'assurer un test de pertinence (éventuellement complémentaire à celui de l'ordinateur qui ne peut être complet) et ensuite de valoriser ces informations en les complétant ou/et en les affectant d'une crédibilité. Il paraît de toutes façons pratiquement impossible de reconstituer valablement une image d'objet géologique à partir des seules informations sur cet objet, par un non initié.

I - 2 - LA FORME DES INFORMATIONS /

Dans ce paragraphe, nous aborderons quelques problèmes particuliers suscités par l'utilisation d'un ordinateur pour la gestion du fichier. Ces points particuliers concernent essentiellement la forme des informations entrées.

I - 2 - a - Analyse sémantique

L'ordinateur ne peut utiliser que ce qui y est entré. En particulier, il est toujours avantageux de discrétiser une information en informations plus élémentaires par une opération d'expansion, lorsqu'à l'utilisation c'est le caractère élémentaire qui sera demandé Une information ne pourra être décomposée par l'ordinateur lui-même, que moyennant fourniture d'une ou plusieurs tables de correspondance. Ces opérations sont relativement simples, mais nécessitent un programme de traitement spécial et un temps machine non négligeable lorsque le fichier est gros. D'autre part, cette opération doit être effectuée pour chaque décomposition d'un nouveau type (si les décompositions sont stockées, sinon, il faut le refaire à chaque fois). Enfin et surtout, ces opérations peuvent faire apparaître des bruits, lorsque les informations entrées sont mal définies. En effet, cette décomposition peut devenir ridicule lorsque l'information entrée est sujette à caution, alors qu'une décomposition externe à l'ordinateur décèlera ce défaut.

Si l'on a introduit les informations réduites elles-mêmes ainsi que leurs caractères élémentaires, on a de plus la possibilité de tests d'erreurs sur des informations redondantes. C'est ce que nous avons

essayé de faire le plus souvent possible.

Cette analyse n'est cependant pas sans inconvénient, car elle accroît le travail de mise en forme de l'information, et risque également d'introduire des erreurs de reports. Il y avait donc une option à prendre à ce sujet.

I - 2 - b - *Codage et dictionnaires*

Il est tentant pour l'informaticien de faire coder au maximum les informations à l'entrée. Ceci présente l'avantage de réduire la taille des supports d'informations et de diminuer les temps d'exécution à l'ordinateur. Les traitements en sont également plus rapides, la manipulation des informations étant moins importante.

Ces avantages s'assortissent d'inconvénients pour la personne qui remplit les bordereaux. En effet, il y a des erreurs de traduction au passage en code, ces erreurs sont souvent nombreuses et il est très difficile de les retrouver. Nous avons pu le constater lors de notre première expérience. Le temps passé à ces traductions est également important.

Il apparait donc intéressant d'utiliser des dictionnaires en machine avec entrée des informations en clair. Ceci évite les erreurs de traduction, permet de déceler certaines erreurs à la lecture du bordereau avant passage en machine et offre la possibilité d'un test d'erreur fait par la machine à la traduction. Le dictionnaire en machine peut être utilisé seulement pour vérifier la forme des informations, sans codage (donc pas de décodage en sortie), ou peut être utilisé pour coder l'information et la décoder en sortie.

Pour l'instant, nous avons adopté l'entrée des informations en clair (tronquées pour avoir un format fixe) pour les informations qui nous ont paru les plus importantes, en particulier la lithologie. Pour les autres, nous avons retenu un codage pur et simple ou un codage mnémonique. Ceci nous conduit à l'usage d'un nombre de dictionnaires important qui ne facilite pas le remplissage des bordereaux mais du moins à court terme, sera efficace pour le traitement informatique.

I - 2 - c - *Structuration des informations élémentaires*

Les informations élémentaires utilisées pour remplir les bordereaux sont classées de plusieurs façons.

Il y a les tables de correspondance, tels que les dictionnaires qui établissent une correspondance non ambigue entre l'information élémentaire et son expression normalisée (exemple : dictionnaire des roches).

Pour accroître la quantité d'information (telle que nous l'avons défini au chapitre informatique) et donc limiter le nombre de tests et la dimension du support, nous avons réduit (cf. définition de la réduction dans le chapitre informatique) en une seule, deux voire plusieurs informations élémentaires en utilisant des matrices descriptives codées en alphanumériques (exemple : filtre et annulaire dans la carte piezométrique) ou des classifications dichotomiques à plusieurs niveaux de définition (la plupart des tests de la carte 01 sont de ce type) ou une combinaison des deux (exemple : test granulat dans la carte 01).

I - 3 - LE CONTENU DES INFORMATIONS /

Dans ce chapitre, nous allons passer en revue les informations entrées, éventuellement en en justifiant la présence et le contenu. Nous examinerons les informations suivant l'ordre déjà décrit (paragraphe I-1-b) dans la structuration de l'image.

Nous regrouperons certains types de reconnaissances que nous avons prévus de stocker. A ce sujet, il faut d'ailleurs noter que cette liste de types de reconnaissance n'est pas limitative. Nous avons cependant cherché à poser tous les types de problème, même s'il s'avérait que certains soient peu utiles.

I - 3 - a - Sondages carottés et à la tarière (types A et B)

Il a paru intéressant de séparer ces deux types de sondage (cf. manuel de remplissage et bordereaux de perforation). En effet, l'utilisation systématique de sondeuses à tarière par les Laboratoires des Ponts-et-Chaussées pour la reconnaissance des sols superficiels et la technique spécifique à ce travail rendaient intéressante la distinction de ces types de sondage. Sur le plan pratique, cette distinction permet en outre de supprimer les cartes de type 07 et 08 dans les sondages à la tarière (cf. remplissage des bordereaux).

I - 3 - a - α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES

Ces informations ne soulèvent pas de grosses difficultés pour leur mise en oeuvre dans le cas que nous étudions. D'autre part, beaucoup de ces informations ne sont pas spécifiques à notre fichier. Nous les passerons en revue rapidement.

1) - Finalité de l'étude (références administratives)

Dans cette rubrique, nous pouvons regrouper les informations suivantes :

- Maître d'oeuvre -écrit en clair- pourrait faire par la suite l'objet d'un dictionnaire.

- Désignation du projet -écrit en clair- permet de replacer le sondage dans un cadre d'étude.

La plupart des renseignements de la carte 05 (cf. manuel de remplissage sont de ce type) c'est-à-dire : entreprise de travaux, centralisateur (dépositaire consulté de l'étude), Laboratoire d'essais de sol (plusieurs laboratoires ayant pu intervenir, on note celui qui a réalisé le plus d'essais; cette approximation ne semble pas prêter à conséquence), organisme ayant dépouillé le sondage (s'il y a plusieurs coupes, on retiendra l'organisme le plus crédible), degré de confiance de la coupe (il paraît inutile, voire dangereux de multiplier les possibilités en la matière, aussi nous sommes-nous limités à des cas qui ne paraissent pas ambigus dans la pratique : cf manuel de remplissage), numéro de dossier, numéro de sondage dans le dossier.

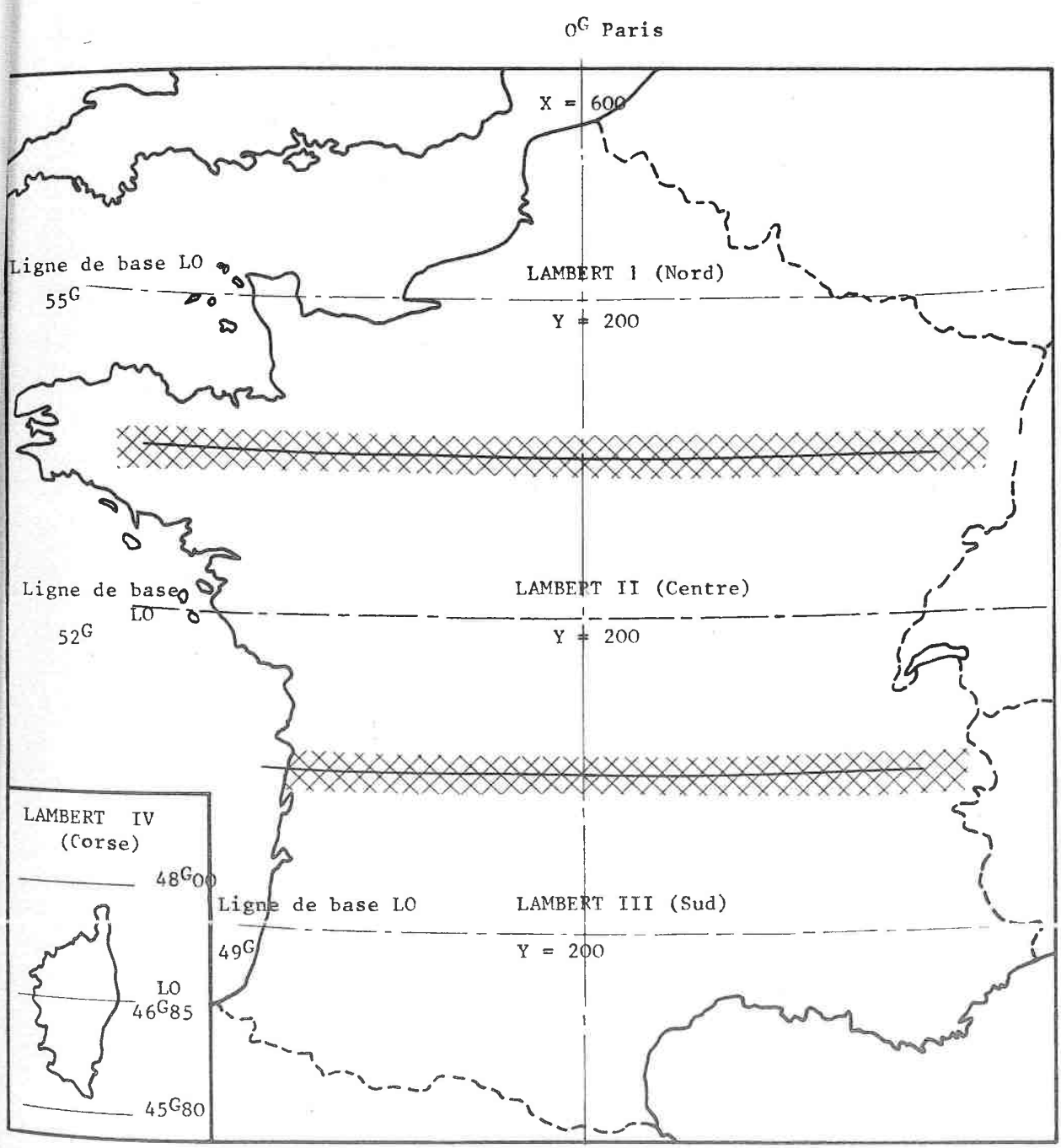
Dans la carte de type 06, nous mentionnons le but de l'investigation. Ce caractère devrait permettre éventuellement la création d'un fichier de constatations sur lequel on se brancherait automatiquement. Ce fichier n'est actuellement pas étudié, car il nécessite des équipes de constations dont nous ne disposons pas. Les constatations consisteraient grossièrement en : solution préconisée après étude; solution retenue; devenir de l'ouvrage.

2) Repérage spatial et temporel.

Le repérage spatial est une information privilégiée (i - e caractère de sélection privilégié; cf. chapitre informatique) et à ce titre, figure dans la carte 01 en ce qui concerne X et Y. X et Y sont exprimés en coordonnées Lambert et en mètres. Ces coordonnées sont généralement mesurées sur la carte IGN au 1/25 000. La zone Lambert

REPARTITION DES ZONES LAMBERT EN FRANCE

(Les hachures doubles correspondent àux zones de recouvrement)



(d'après M. Granclaude)

FIGURE 10

est obligatoirement notée. En effet, la France est divisée en 3 zones Lambert (zones Lambert I à III), et une zone Lambert (zone Lambert IV) supplémentaire pour la Corse (figure 10). Ces zones correspondents à la projection des points géographiques suivant un rayon du géoïde de référence (ellipsoïde de Clarke) sur le cone tangent au dit géoïde suivant le parallèle médiar de la zone Lambert. Le tronc de cone est ensuite déployé et lu en plan. Il existe une zone de recouvrement entre chaque zone Lambert.

Le passage d'une zone Lambert à l'autre se fait en repassant par les coordonnées géographiques. Ce passage peut être fait par des programmes existant à l'Institut Géographique National.

La zone d'action du Laboratoire Régional de l'Equipement de Nancy s'étend essentiellement sur la zone Lambert I. Il est donc important lorsque l'on en a le choix de retenir les coordonnées en zone I, plutôt qu'en zone II.

Bien que redondants, nous avons ajouté pour commodité le département (code postal) et la commune (le code postal étant incomplet, nous sommes obligés d'utiliser le dictionnaire des communes) dans lesquels l'investigation a été faite.

La cote Z de l'origine du sondage est donnée dans le système NGF (Nivellement Général de la France) et en centimètres (cf. carte de type 05).

Un caractère codé est utilisé d'une part pour Xet Y, d'autre part pour Z pour donner la précision du renseignement.

Le repérage temporel se fait pour plusieurs évènements qui peuvent d'ailleurs être simultanés. Il y a d'abord la date de l'investigation donnée en année et mois dans la carte 05. Cette date ne sera remplie qu'une fois et non susceptible d'être mise à jour. Par contre les cartes 02 et 03 sont des cartes interprétées. L'interprétation pouvant être remise en cause par un traitement quelconque, la date (en année et mois) qui y est mentionnée est donc susceptible de mise à jour, ainsi que l'organisme et son spécialiste qui auront fait l'interprétation. Les dates de la carte 09 (piezométrie) sont permanentes.

3) Méthodes utilisées

Il s'agit de donner la nature de la méthode qui aura

été utilisée pour reconnaître l'objet géologique. Ces informations sont particulièrement précieuses en ce sens qu'elles définissent la valeur et la partie des informations directement relatives à l'objet géologique lui-même.

Certaines de ces informations sont d'ailleurs considérées comme priviligiées, puisque définissant la qualité (cf : définition de la qualité dans le chapitre informatique) de l'information contenue dans l'enregistrement. Ces informations privilégiées sont des codes (faciles à traiter) obtenus dans des classifications dichotomiques ou/et dans des matrices descriptives. Ces codes concernent la réalisation d'essais ou de tests (combinés à des conditions de gisement pour le test granulat). Ces codes sont décrits dans le manuel de remplissage

Dans les cartes 02 et 03, qui sont des cartes d'interprétation, la méthode utilisée pour acquérir l'information est mentionnée pour valoriser l'interprétation qui suit. Cette valorisation pouvant être bien sûr "positive"ou"négative" suivant la qualité de la méthode utilisée entre l'objet et l'image.

Dans la carte 06, certains caractères sont également relatifs à la méthode utilisée, ainsi la précision sur les profondeurs (qui conditionne la précision des coupures introduites dans la coupe géologique), le diamètre minimum de la carotte qui permet de définir le volume de l'échantillon. Cette dernière information est importante pour l'utilisation de la géostatistique car définissant la taille de l'échantillon. La carte 06 contient aussi l'azimut et l'inclinaison du sondage Dans le cas des sondages exécutés uniquement à la tarière, les renseignement sur la machine et l'outil utilisé se trouvent sur la carte 06.

Dans le cas de sondages carottés, les renseignements sur les tubages et leurs diamètres, les techniques de forage utilisées et le type de machine se trouvent sur les cartes de type 07 et 08.

Dans la carte de type 10; les caractéristiques du prélèvement sont liées à la méthode employée et cette information valorise la description lithologique qui suit (d'où sa situation dans l'enregistrement).

La carte de type 09 (piezométrie) comprend également un certain nombre d'informations relatives au piezomètre lui-même. Ces indications cautionnent la valeur des niveaux piezométriques relevés et tout particulièrement dans ce cas, on peut apprécier l'importance des renseignements sur les méthodes utilisées. En ce qui concerne les essais effectués, leur nature étant définie (exemple : teneur en eau; essai Los Angelès), le résultat de l'essai n'est pas ambigü, car ils

sont censés avoir été effectués suivant un mode opératoire normalisé. Tout au plus, le Laboratoire ayant effectué les essais peut-être plus ou moins sujet à caution, ce qui explique qu'on le mentionne (cf. carte 04).

I - 3 - a - β - INFORMATIONS SUBJECTIVES

Nous n'envisagerons pas ici les informations interprétées, contenues dans les cartes 02 et 03. Celles-ci sont en effet le résultat d'une synthèse sur l'image elle-même dans son ensemble.

Il s'agit ici de la description de l'objet géologique par le descripteur, donc en fait de la lithologie. C'est le problème le plus délicat de ce fichier et c'est pourquoi nous insisterons particulièrement sur cette partie.

Nous étudierons successivement les maillons de la chaîne qui va de l'objet géologique à l'image lithologique qui en est fournie, puis stockée dans notre système.

1) L'objet géologique et son échantillon

Comme nous l'avons déjà vu, un des problèmes essentiel pour le descripteur est celui de la représentativité de l'échantillon. A part le cas des affleurements, où ce problème est pratiquement résolu (cas des affleurements importants et récents), la prise d'un échantillon par sondage est très onéreuse et on a donc tendance à en limiter le nombre. On a également tendance à en diminuer la taille, car par exemple, la machine nécessaire pour un carottage de 40 mm de diamètre environ est portative (exemple : Prosper de chez Atlas Copco), alors qu'un sondage non remanié en 600 mm de diamètre nécessite des machines énormes voyageant en convoi exceptionel (exemple : Benoto).

D'autre part, les techniques de forage ont leur limite. Ainsi, le pourcentage de carottage n'est pas toujours égal à 100 %. Il se trouve même qu'il est rarement de 100 % dans les formations dont la qualité géotechnique (point de vue qui le plus souvent est le notre) est la plus douteuse. Il est donc difficile dans ce cas de bien reconnaître l'échantillon.

Le prélèvement intact est long et il coûte cher, car il nécessite des outils spéciaux (sauf dans les formations faciles à carotter). La tarière est un moyen de prélèvement relativement bon

marché, mais l'échantillonnage est remanié, ce qui ne permet pas une bonne observation de la structure de la roche. Très souvent, dans les sondages carottés, l'échantillon n'est pas intact, en particulier sur sa face externe. Il faudrait pour une bonne observation, le couper suivant un diamètre, mais l'échantillon ne peut plus servir alors pour effectuer certains essais de mécanique des sols. Il faut également parler du lubrifiant de forage, lorsque celui-ci n'est pas l'air. Le plus souvent, on utilise de l'eau ou de la boue qui lave plus ou moins l'échantillon avec les carottiers habituels. On a ainsi tendance à surestimer la teneur en eau du matériaux (donc à sous-estimer sa consistance), le pourcentage de fine tend à diminuer et la structure de la roche si elle est fragile, est détruite.

On pourrait donc considérer que l'idéal pour l'observation est l'affleurement. C'est vrai lorsqu'il vient d'être ouvert, rarement autrement. Cependant, ce ne peut être qu'un moyen accessoire permettant de connaître l'environnement du projet lorsque ces affleurements existent. En effet, ils sont rarement aux endroits nécessaires lorsqu'ils existent, et leur recensement peut prendre parfois beaucoup de temps, ce qui est généralement incompatible avec les projets de Génie Civil. Lorsque la reconnaissance par sondages ne peut vraiment suffire, on exécute alors des tranchées expérimentales, des galeries de reconnaissance ou des puits de visite en gros diamètre. Mais ce moyen très onéreux est généralement réservé aux chantiers importants et délicats.

Il est donc difficile par nos possibilités habituelles d'observer l'objet géologique dans son entier. Mais, même si nous avions la possibilité de le saisir en son entier, le problème ne serait pas entièrement résolu. L'objet géologique est en effet très complexe et donc difficile à saisir, à fortiori à décrire.

Il existe de nombreux caractères que l'on peut décrire tels que la pétrographie, la structure, la couleur, la consistance... Ces caractères peuvent de plus être décrits à plusieurs échelles ainsi peut-on parler de la structure du Bassin Parisien, de la structrue du sinémurien du Plateau Lorrain ou de la structure d'un échantillon du Sinémurien du Plateau Lorrain. Notre but ne peut être ici de faire une description complète des différents terrains que le géologue peut rencontrer. Disons que la diversité des matériaux de l'écorce terrestre est quasi infinie et que de plus, le passage d'un type de matériau à un autre est le plus souvent continu, rendant plus ou moins artificiels, les coupures et intervalles introduits par le géologue. Il en résulte pour le géologue, une grande liberté pour décrire ce qu'il observe et il sera parfois bien difficile de relier les coupures introduites par deux géologues différents, sans que ceux-ci aient pour autant commis d'erreur.

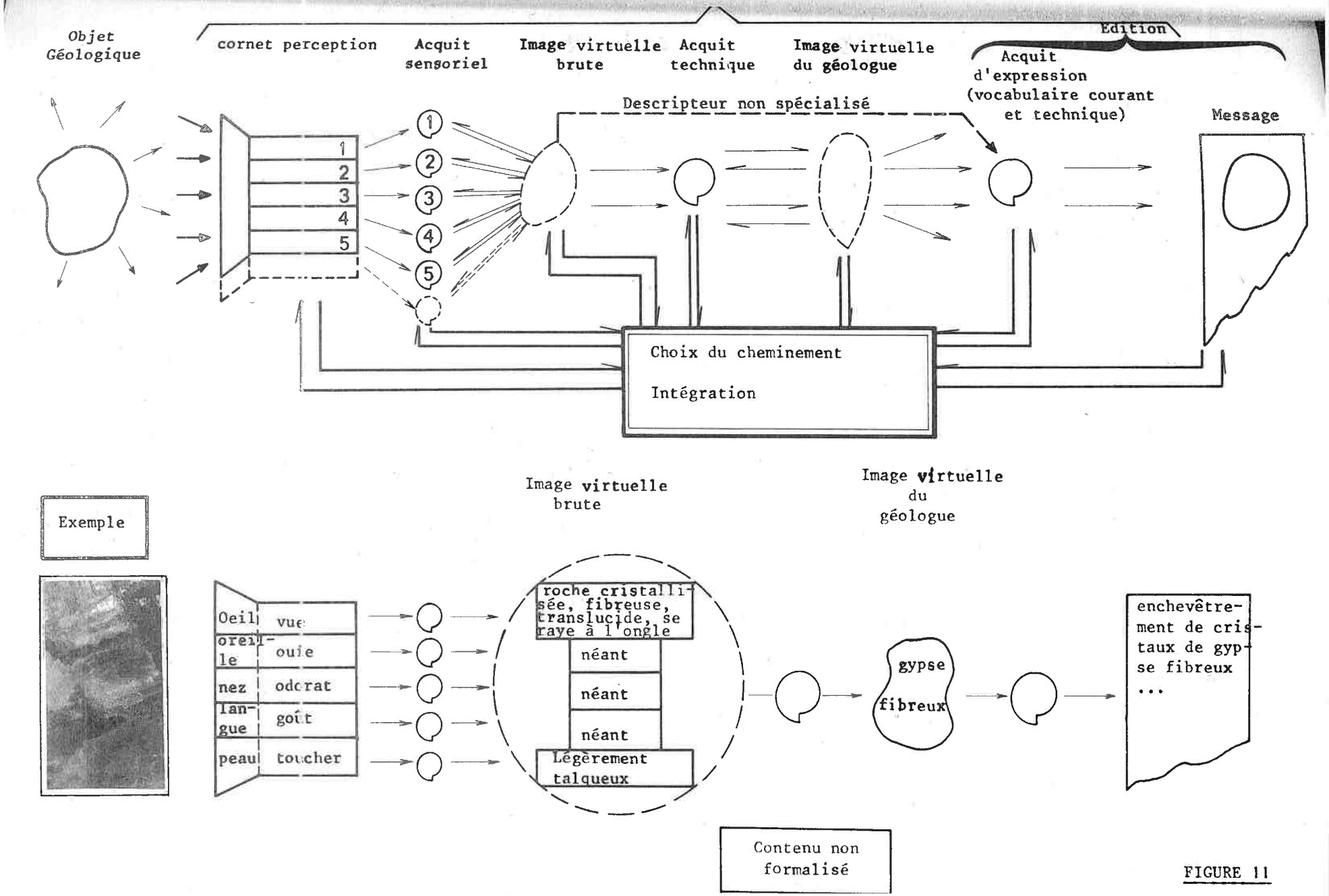

Objet Géologique
cornet perception
Acquit sensoriel
Image virtuelle brute
Acquit technique
Image virtuelle du géologue
Edition
Acquit d'expression (vocabulaire courant et technique)
Descripteur non spécialisé
Message
1
2
3
4
5
Choix du cheminement
Intégration
Image virtuelle brute
Image virtuelle du géologue
Exemple
Oeil vue
oreille ouie
nez odorat
langue goût
peau toucher
roche cristallisée, fibreuse, translucide, se raye à l'ongle
néant
néant
néant
Légèrement talqueux
gypse fibreux
enchevêtrement de cristaux de gypse fibreux
...
Contenu non formalisé

FIGURE 11

2) *Le descripteur*

Cette subjectivité nous a conduit à remettre en question la formulation et l'objectivité des informations géologiques, avant de le stocker sur ordinateur.

Ce qui suit, n'est donc pas une spéculation abstraite, mais est destiné à servir de support pour structurer les remarques que nous suggère le travail du descripteur. En particulier, nous n'avons nullement la prétention de reconstituer avec minutie, la psychologie du géologue, mais seulement d'essayer de décrire très sommairement son attitude pour en relever les défauts.

Bien que le plus souvent géologue, le descripteur ne l'est pas nécessairement (cas des coupes sondeurs). Nous avons schématisé (figure 11) le cheminement du descripteur entre l'objet et la description. Nous allons décrire ce cheminement et voir les distorsions qu'il peut introduire.

Tout d'abord, l'objet géologique peut ne pas être accessible sur toutes ses faces (cf. paragraphe précédent), d'une part, et avoir des propriétés non accessibles aux sens insuffisants (pour diverse raisons) du descripteur, si bien que l'individu ne peut capter toutes les informations émises par l'objet.

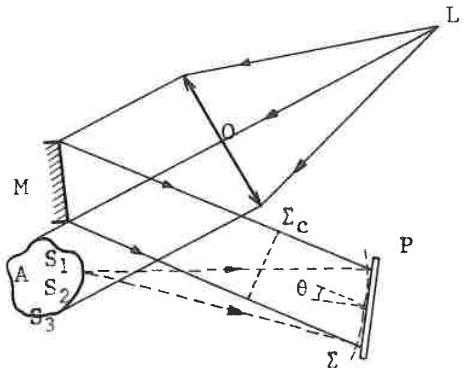
Le cornet d'observation du descripteur (champ d'observation et attention) peut être trop faible lorsque la dimension de l'objet est très importante (cas d'un grand affleurement) et la discrétisation de l'objet en éléments finis contigüs, peut nuire à la synthèse, ou d'ouverture trop importante en particulier, lorsque l'objet est petit (exemple : l'appréciation de la couleur d'un petit échantillon risque d'être influencée par celle de la table sur laquelle il est posé). L'acuité des sens est plus ou moins vive chez chaque individu, limitant plus ou moins son pouvoir de résolution.

La perception de l'objet se fait par les sens du descripteur. Ceux-ci peuvent être affectés par des défauts et/ou des dérives. Ces défauts peuvent être par exemple pour la vue l'astigmatisme (déformant) ou le daltonisme (mauvaise appréciation des couleurs). Ainsi, chacun des sens de l'individu peut être plus ou moins bien réglé et introduire ainsi des bruits dans l'information captée. D'autre part, les sens d'un individu peuvent posséder une dérive qui est liée à la personnalité de l'individu, ainsi ce qui apparaît jaune pour l'un est orange pour l'autre. A noter que cette dérive peut être variable dans le temps suivant l'expérience et l'environnement, ce qui rend les corrections difficiles.

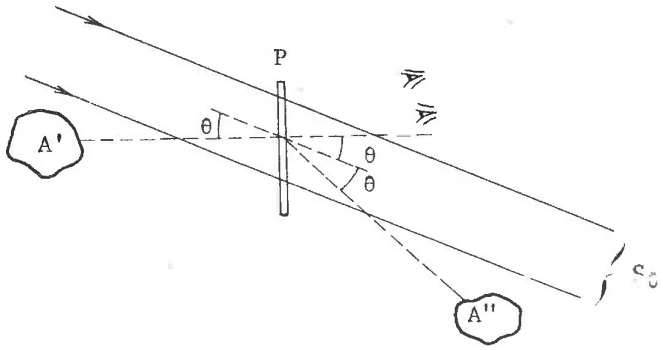
L'acquit sensoriel est le registre des sensations que connaît le descripteur. La perception d'une sensation va entrainer la comparaison de cette sensation avec une sensation déjà connue pour pouvoir la repérer dans l'univers pyschique de l'individu. Il faut remarquer d'ailleurs que ce registre est évolutif et que sa gamme peut s'enrichir de nouvelles sensations en même temps que s'appauvrir de sensations oubliées. Il en résulte une dérive dans le temps. Il y a d'autre part, dérive d'un individu à l'autre puisque le registre d'acquit sensoriel varie d'un individu à l'autre et que chacun situera une sensation dans sa propre grille. Ainsi, un objet grand pour l'un sera petit pour l'autre. Inversement, l'acquit sensoriel peut corriger la dérive des sens, ainsi ce que l'un a vu jaune et l'autre orange, après traduction dans le registre d'acquit sensoriel, sera jaune pour les deux.

Après passage à travers l'acquit sensoriel, l'individu aura formé une image virtuelle (car à l'état de concept)brute de l'objet, c'est-à-dire qu'il serait plus ou moins capable de reconstituer l'objet avec les distorsions que nous avons vues, mais sans établir un rapport entre les diverses sensations. L'image ainsi formée sera appelée image brute. C'est cette image qui sera exprimée lorsque le descripteur n'est pas spécialisé.

Lorsque le descripteur est géologue, il va valoriser l'image brute par passage à travers son acquit technique. Ici encore, il y aura défauts sur des idées fausses du géologue,soit du fait d'une bibliographie défaillante, soit d'un défaut de mémoire de l'individu, soit de conceptions non académiques du descripteur, soit encore du fait de risques pris par le descripteur dans une interprétation insuffisamment étayée. Il y aura également dérive car il s'agit d'une science de la nature où tout n'est pas blanc ou noir et où la marque du descripteur se fait sentir dans l'interprétation d'une information. Ainsi, un descripteur appellera grave plus ou moins cimentée, ce qu' un autre appellera poudingue plus ou moins bien cimenté. Cette dérive a pour cause, le facteur personnel qui fait que chacun se crée une grille qui n'est pas exactement la même que celle du collègue, du fait de son expérience et aussi du fait de sa formation (un géologue formé à Paris n'aura pas les mêmes bases d'enseignement qu'un géologue formé à Rennes, car le coprs enseignant est différent et l'environnement géologique servant pour l'enseignement n'est pas le même). En particulier, la formation du géologue, sera plus ou moins à tendance naturaliste ou physicienne, ce qui se traduira par la constitution d'un acquit technique très différent. Comme l'acquit sensoriel qui aura pu corriger certains défauts de perception, l'acquit technique pourra également corriger l'image brute pour la rendre plus conforme à ce que verrait la majorité des descripteurs, en traduisant une observation brute difficile à généraliser en une image dont la dérive à diminué (exemple : une roche peu caractéristique, une fois nommée, sera beaucoup plus facilement"communicable" que sa description). L'image visuelle du géologue pourra soit, enrichir son acquit technique, soit être purement et simplement oubliée.



Enregistrement du hologramme d'un objet diffusant quelconque.



Reconstitution et observation de l'image virtuelle A' à l'aide du hologramme P.

FIGURE 12 (D'après M. Françon in "Holographie")

soit plus généralement, être éditée.

L'édition fait passer l'image par un dictionnaire, celui du descripteur, qui, plus ou moins riche, est généralement insuffisant pour décoder parfaitement l'image visuelle. L'image éditée est donc incomplète. D'autre part, elle présente une distorsion avec l'image du géologue car le plus souvent les termes utilisés ont seulement un recouvrement avec l'image (d'où la technique consistant à multiplier les adjectifs comme autant de touches de pinceaux pour former une image "impressionniste"). Il y a donc là encore une dérive, mais cette fois, elles est presque toujours déformante. Il y a également des défauts dûs à des erreurs dans l'acquit d'expression du descripteur. Ces défauts son cependant généralement peu importants.

3) L'image réelle décodée

Peut être comparée à un cliché du genre hologramme (cf. figure 12). L'objet vu étant constitué par l'objet géologique, la lumière et le circuit optique sont comparables au descripteur. Tout d'abord, la source lumineuse est assimilable aux acquits sensoriels techniques et d'expression du descripteur. Comme nous l'avons vu, la source ainsi défini, présente des défauts et des dérives. D'autre part, l'optique (comparable au cornet, à la perception et à la possibilité d'intégration de l'individu) présente également des défauts et dérives. Les imperfections dues à la source lumineuse vont introduire des interférences parasites qui risquent de fausser le relief de l'objet et son contour externe par conséquent. Les imperfections de l'optique vont jouer également un role sur les phases lumineuses donc sur les interférences, mais surtout sur les amplitudes donc les intensités risquant ainsi de modifier les contrastes d'intensité de l'image par rapport à l'objet et en particulier, certains détails seront ignorés).

L'objet contenu dans l'hologramme présentera donc déjà des défauts. Le destinataire qui voudra ensuite reconstituer l'objet par l'hologramme devra éclairer (par ses acquits personnels) à nouveau l'hologramme. Or la lumière émise pour la reconstitution doit être la même que celle utilisée pour la constitution de l'hologramme, tant en fréquence qu'en angle d'incidence (comparable à l'attitude de l'individu). Ceci veut dire dans notre comparaison, que le descripteur pourra facilement reconstituer l'objet dans un temps relativement court après élaboration du hologramme, puisque ses acquits personnels auront peu varié. Au bout d'une période trop longue, cela risque de n'être plus vrai. Par contre, un destinataire différent aura une source lumineuse différente et reconstituera donc mal l'objet car il le déformera. C'est la raison pour laquelle une description "parle" mieux à son auteur. C'est également la raison pour laquelle le meilleur moyen pour conserver une bonne image d'un objet géologique, c'est de l'avoir vu soi-même

(exemple non recommandable de la coupe de sondage faite par une personne et exploitée par une autre).

On peut distinguer deux effets principaux dans la distorsion introduite par le descripteur :

a) Omissions : Les omissions comme déjà vu, peuvent provenir du champ incomplet balayé par le descripteur ou de son pouvoir de résolution insuffisant (acuité des sens insuffisante). Le premier défaut peut être partiellement corrigé. En effet, certaines informations sur l'objet géologique peuvent être considérées comme très importantes pour nos besoins. Il faut donc que lorsque le descripteur transmet l'information il ait un canevas lui rappelant les informations qu'il ne doit pas oublier de capter. C'est l'intérêt pour le descripteur d'avoir à sa disposition, une grille à remplir (bordereau de remplissage) lors de son travail, tout en lui laissant une certaine souplesse qui corresponc au fait qu'il serait prétentieux de penser avoir constitué la grille correspondant à tous les cas. Dans cette optique, nous avons mis au point des bordereaux très structurés (cartes 10, 11 et 12) pour la description lithologique permettant de ne pas oublier les informations les plus importantes; mais pour conserver une souplesse à la description, les cartes 99 permettent au descripteur une expression libre. Lorque l'objet géologique a été décrit sans notre système, les cartes 99 recueillent l'intégralité de la description, celle-ci étant ensuite formalisée avec une perte d'information importante, sur les cartes 10, 11 et 12.

Le second défaut est un pouvoir de résolution insuffisant Ce défaut peut être dû aux possibilités réelles des sens qui sont bien sûr limités. Dans ce cas, on peut éventuellement utiliser des appareils améliorant les performances de l'individu (exemple : la loupe, le pénétromètre de poche....). Le défaut peut également être dû à un manque de concentration ou d'esprit d'observation. Il est possible d'y remédier partiellement en discrétisant l'objet étudié en sous-ensembles (et éventuellement sous- sous-ensembles...) contigus tels que les sous-ensembles ainsi définis soient homogènes ou aient une loi de variation simple. C'est suivre le principe de la méthode des éléments finis. Dans cette décomposition, il devient alors impossible (théoriquement) au descripteur d'oublier de distinguer certains détails susceptibles de présenter de l'intérêt. Ce procédé a également l'avantage de rendre compatible la description d'un domaine complexe avec la structure de l'ordinateur. C'est donc, ce que nous avons adopté (cf. plus bas).

b) Distorsions par les acquits du descripteur.
Il s'agit de notre source lumineuse dans la comparaison avec l'holo-

graphie. Nous avons déjà vu que le passage de l'image par les sens, entraîne des déformations à travers les différents acquits de l'individu. Il peut donc être intéressant pour certaines informations simples, mais importantes, d'éviter au descripteur d'utiliser certain de ses acquits en substituant à ses acquits, un thésaurus externe qui lui est fourni.

Ce thèsaurus peut être technique (dictionnaire des roches) et on n'éliminera alors que le passage par acquit d'expressio car l'acquit technique est nécessaire pour se servir du thésaurus technique. On aboutit alors à une normalisation du langage technique à condition que chaque terme du thésaurus soit défini sans ambiguité.

Ce thésaurus peut être"profane". C'est par exemple, le cas de notre code de structure (cf. manuel de remplissage). Dans ce cas, l'individu fournira une information normalisée et qui de plus n'aura pas eu à passer par son acquit technique. On voit bien sûr tout l'intérêt.

Enfin, ce thésaurus peut être sensoriel et faire éviter ainsi l'utilisation de 3 types d'acquit de l'individu. Ce sera par exemple, le code des couleurs où une couleur est codée par comparaison avec une gamme normalisée de couleurs. Ceci parait évidemment être l'idéal pour la restitution d'une information.

L'utilisation de ces remarques passe par la distinction des informations brutes dont la destination est d'être traitées automatiquement pour réaliser des synthèses ou des cartes ou encore des modèles et les informations élaborées dont la destination est essentiellement documentaire. Dans le premier cas, il sera très important d'éviter les distorsions car le traitement automatique est aveugle et par conséquent, les résultats seront faussés et ainsi, on utilisera les thésaurus le plus tôt possible dans le cheminement de l'information chez le descripteur. C'est l'objet des cartes 10, 11 et 12 qui sont essentiellement destinées au traitement. Dans le second cas, les informations documentaires gagneront à être valorisées par les acquit techniques et d'expression (encore que la normalisation de certaines informations telles les roches, demeure indispensable) du descripteur d'autant que le destinataire peut disposer d'un acquit technique lui permettant de comprendre une information, mais non de la formuler (il est bien sûr, plus difficile de donner un nom à une roche à parti de ses éléments, que de connaître les éléments d'une roche dont on connaît le nom). C'est pourquoi, il a paru intéressant d'avoir la carte de type 99 pour exprimer l'information géologique en langage non codé.

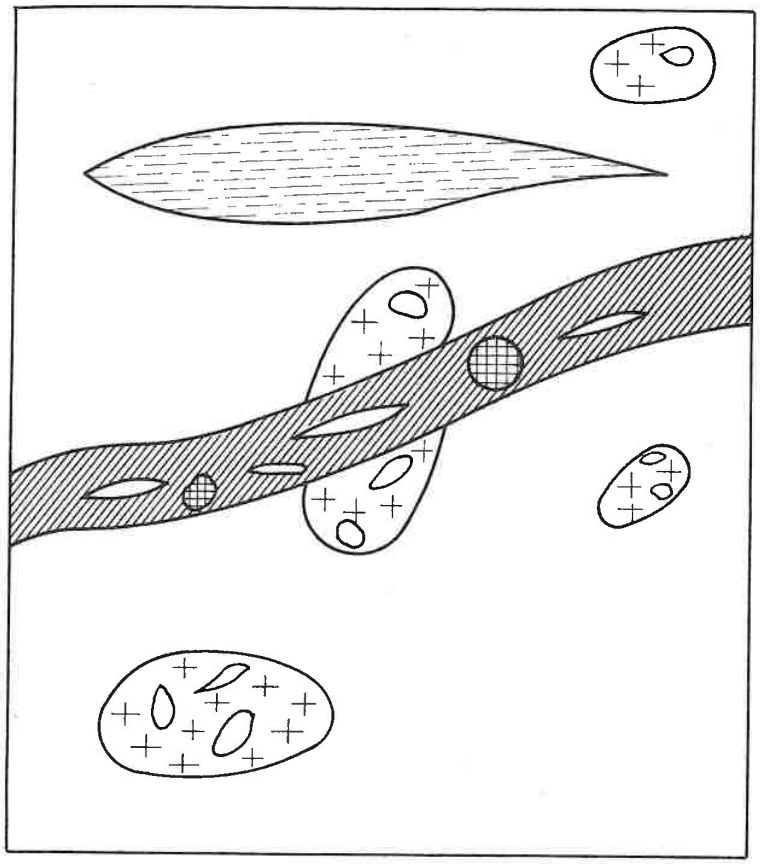
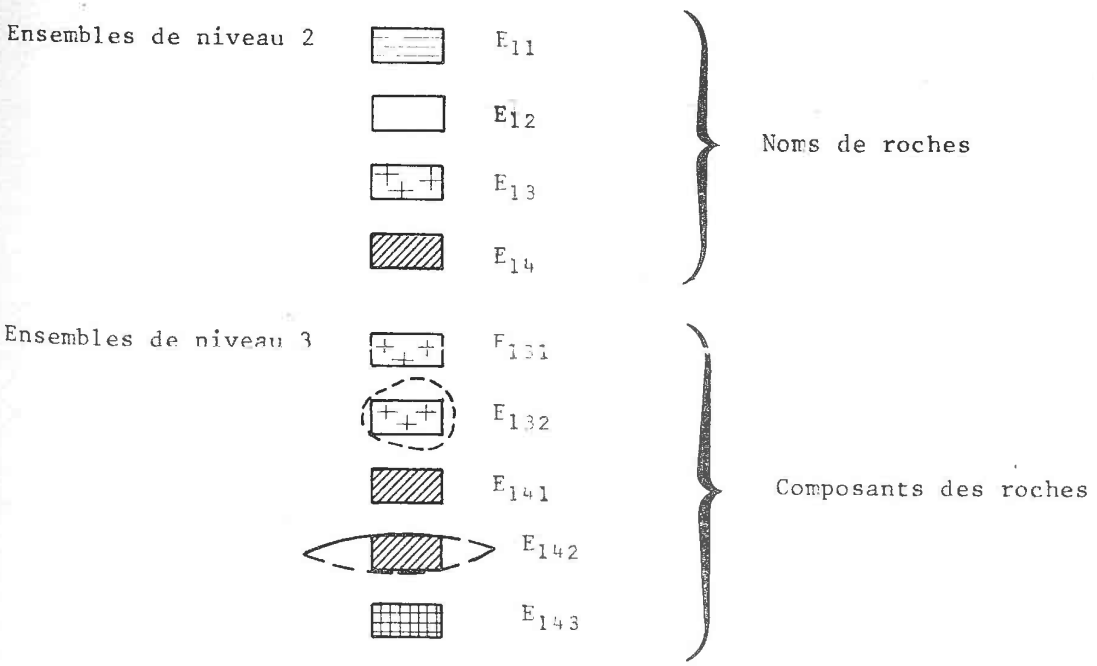


FIGURE 13

Ensemble de niveau I : E_1 correspondant à l'entité



4) *L'image stockée*

Comme nous l'avons vu plus haut, la carte 99 écrite en format variable permet l'entrée du texte en clair pour les besoins documentaires (cette information est pratiquement impossible à traiter

En ce qui concerne la description lithologique destinée au traitement, nous avons adopté un système très structuré donc facile à traiter par l'ordinateur. Pour en comprendre le contenu, on se reportera utilement aux bordereaux types et au manuel de remplissage. Nous considérons le log de sondage comme une suite d'entités (ou couches) homogènes formant des ensembles de niveau 1 (cf. figure 13). Chaque ensemble de niveau 1 est décomposé en sous-ensembles de niveau 2. Les sous-ensembles sont obligatoirement des roches (une et une seule par sous-ensemble) et leur nom est pris dans le dictionnaire des roches. Il peut être intéressant de décrire des composants d'une roche C es composants sont eux-même considérés comme des sous-ensembles d'une roche. Un composant aura un nom de corps figuré ou de matrice suivant sa nature et ce nom sera pris dans un thésaurus.

Le nombre de niveaux 1 par sondage, est limité à 99, le nombre de roches par entité est limité à 5 et le nombre de composants par roche est limité à 9.

Il n'y a pas de synthèse de niveaux 1, car l'échantillon ne le permet généralement pas. Cette synthèse serait du type : "succession de strates","batholite"...

Leur niveau 1 est cependant analysé en ce qui concerne les caractéristiques de son prélèvement, le type de roche de l'entité, des indications sur les pertes d'eau et sur la vitesse des descentes de l'outil de forage. Le coordinateur d'entité CC permet d'étudier le passage d'une entité à l'autre.

Au niveau de la roche, on donne la crédibilité du nom donné tenant compte du type de roche (plus ou moins facile à identifier) et de la façon dont elle a été déterminée. On donne la structure de celle-ci (cf. manuel de remplissage) avec une multiplicité de la structure valable lorsque celle-ci est discrète au moins dans une dimension. La dimension de l'élément (de forme définie par la structure) est également donnée. La roche est située par rapport aux autres roches en ce qui concerne leur position relative et les types de passage et de concordance entre elles. Ces caractères se rapportant à la roche, nous ont paru les plus importants et c'est pourquoi nous les avons isolés et codés (cf. remarques sur l'image décodée). Toutefois, ils ne sont pas suffisants. Aussi avons nous prévu une carte "poubelle

12 pour les adjectifs de tous genre (cf. dictionnaire des adjectifs) nécessaire pour compléter la description.

Au niveau du composant, nous avons réservé la possibilité d'adjoindre à celui-ci un adjectif caractéristique, le composant seul pouvant parfois être vide de sens. De même que pour les roches pour chaque composant, nous avons la possibilité de donner sa structur avec sa multiplicité et sa dimension. Un coordinateur d'ensemble identique à celui des roches permet de situer en proportion et position, ce composant dans la roche qui le contient. Là encore, il est possible d'ajouter des adjectifs pour qualifier le composant, ceux-ci étant inscrits également dans la carte 12.

La carte 12 ne contient que des adjectifs se rapportant aux roches ou aux composants. Un code pris dans le dictionnaire défini la catégorie de l'adjectif (utile au traitement) qui peut d'autre part être majoré ou minoré par ce que nous avons appelé le superlatif (cf. manuel de remplissage).

Au total, l'image stockée dans les cartes 10.11 et 12 est relativement simple à créer (cf. exemples de remplissage en annexe Certaines informations contenues sont ou peuvent être redondantes. Ce qui nous a guidé dans notre choix est principalement la représentativit de la description pour l'utilisation envisagée et l'efficacité du découpage en informations élémentaires pour l'exploitation par l'ordinateur.

I - 3 - a - γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES

Il s'agit des résultats d'essais de sol et de mécanique des sols effectués en laboratoire ou in-situ. Leur report ne pose pas de problème puisqu'il s'agit de résultats bien connus, obtenus par un mode opératoire également bien connu. Ces informations sont reportées sur les cartes 13 à 18, la liste n'étant pas exhaustive et pouvant être complétée à la demande.

Les résultats d'essai sont généralement numériques et il suffit donc de réserver la place nécessaire à leur écriture. Il y a lieu de noter que pour certains essais portant le même nom, il existe plusieurs modes opératoires possibles. Dans ce cas, il faut noter celui qui a été utilisé.

On peut s'interroger sur la valeur du résultat d'un essai dans l'espace et dans le temps.

Valeur dans l'espace

Les résultats des essais sont obtenus sur une prise d'essai dont le volume ne peut être considéré comme négligeable, même dans le cas de ce que nous appelons informations objectives ponctuelles. En effet, la valeur ne peut être reliée à un point géométrique dans l'espace. Ainsi, une teneur en eau sur un échantillon de faible dimension sera une moyenne sur cet échantillon. Dans la théorie des variables régionalisées, cette valeur correspond à la"régularisée", moyenne mobile pondérée sur le prélèvement.

Alors que cette notion devient très importante dans ce que nous appelons informations objectives globales, elle ne l'est généralement pas dans le cas des informations objectives ponctuelles. Toutefois, il peut arriver que la pondération sur un prélèvement trop important soit une gêne pour l'interprétation (exemple : problèmes d'écoulement dans les matériaux argileux).

Valeur dans le temps

Nous rappellerons ici quelques résultats obtenus par une réflexion concrétisée par un DEA que j'ai soutenu en 1970.

Ce travail avait permis de mettre en évidence que les résultats d'essais ne constituaient une information stable dans le temps que lorsque l'essai était caractéristique d'une seule phase (les autres devant donc être parfaitement maitrisées) ou parfois lorsque plusieurs essais caractéristiques de plusieurs phases étaient réalisés sur le même échantillon (analyse multivariable). Il y a donc lieu de ne pas s'exagérer l'intérêt du stockage de certaines informations qui à long terme perdent beaucoup de valeur. Lors de ce travail, nous avions également envisagé la réduction du nombre des informations à stocker en utilisant les relations qui existent entre certains paramètres. La conclusion en était que les paramètres couramment utilisés en géotechnique et mécanique des sols ont une redondance trop faible pour pouvoir en réduire le nombre sans risque.

I - 3 - a - δ - INFORMATIONS OBJECTIVES GLOBALES

Celles-ci n'existent pas dans le cas des sondages dont les résultats sont uniquement ponctuels à l'exception de certains test tel l'essai de pompage... que nous n'avons pas cru utile de stocker vu leur nombre réduit.

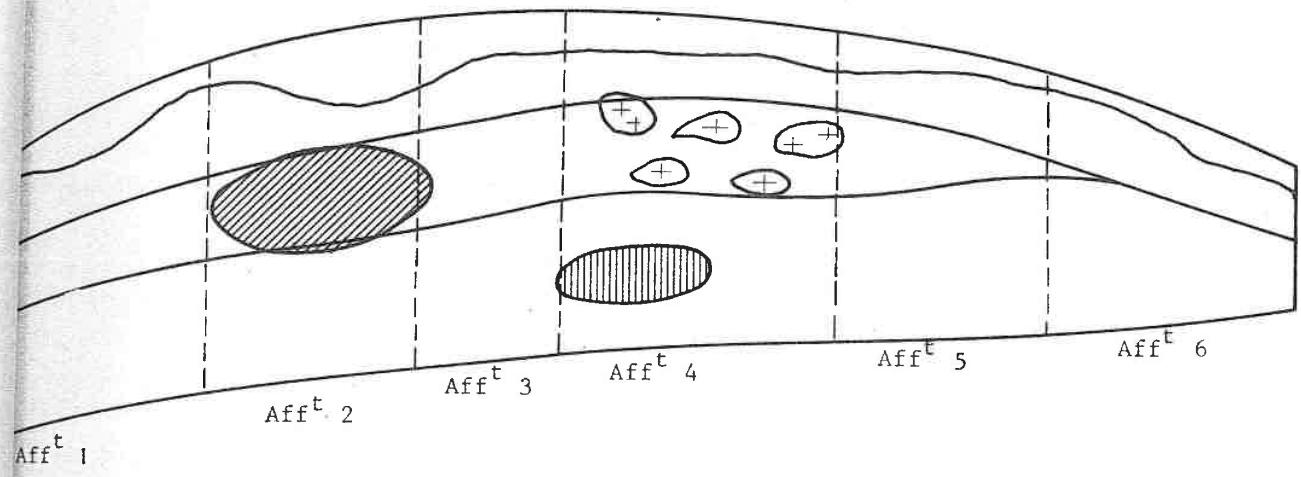


FIGURE 14

Découpage d'un affleurement en zones horizontalement homogènes

I - 3 - b - *Ballastières et carrières (types D et E)*

Ces deux types d'objets géologiques sont similaires au point de vue stockage. Nous les avons distingué pour en faciliter l'utilisation qui, elle, est assez différente.

Pour pouvoir le stocker, nous avons considéré l'affleurement comme une surface que l'on décrit de haut en bas à la façon d'un sondage. Ceci suppose une stabilité de l'objet géologique sur l'horizontale. Lorsque cette stabilité est insuffisante, l'affleurement est découpé verticalement en tranches horizontalement homogènes (cf. figure 14). Chacune de ces tranches fait l'objet d'un enregistrement. Ces enregistrements sont ensuite classés entre eux (cf. carte 01).

Nous aurions pu décrire un affleurement en bandes horizontales ce qui présentait l'inconvénient de n'être pas très naturel pour le géologue, et de ne pas s'harmoniser avec le processus habituel de dépouillement d'un sondage. Nous aurions enfin pu "découper" la surface à décrire en éléments homogènes, ceux-ci étant "lus" dans n'importe quel sens. L'inconvénient était alors la nécessité de situer ces éléments de façon assez précise en coordonnées et dimensions pour qu'il n'y ait pas d'ambiguité. Cela n'était guère réalisable. Ce sont les raisons qui nous ont conduits à retenir le processus de description qui présente l'avantage de nous ramener à des logs verticaux de description dont la principale différence avec les sondages est la taille de l'échantillon qui est généralement plus représentatif et permet d'appréhender des phénomènes d'échelles supérieures à ceux visibles par sondage.

Nous ne donnerons dans ce paragraphe que les détails différents de ce qui a déjà été dit en I - 3 - a.

I - 3 - b - α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES

1) Finalité de l'étude - Références administratives

Le contenu des cartes 04 et 05 ne change pas. Le but (cf carte 06) n'est également pas modifié.

Les carrières et ballastières étant susceptibles d'être équipées en installations de traitement, il est important pour l'utilisation de ce stockage, de décrire cet équipement. Ces informations

sont susceptibles d'être utilisées pour répondre à certaines questions Ainsi, avons-nous donné des renseignements sur le concassage, criblage importance de la production... (cf : manuel de remplissage).

Il a paru utile également de"situer" la société d'exploitation.

2) Repérage spatial et temporel

Le repérage en coordonnées Lambert est identique à celui utilisé pour les sondages, moyennant la convention suivante : on prend les coordonnées du milieu de l'affleurement (ou la portion d'affleurement) au point haut de celui-ci. Il en va de même pour la cote NGF. Ici également, nous avons introduit la commune et le département.

L'affleurement ou la portion d'affleurement doit être caractérisé en dimension horizontale par sa plus grande dimension caractéristique (longueur) et sa deuxième dimension caractéristique (largeur) avec les précisions sur ces dimensions. On note également l'orientation de l'affleurement (orientation de la trace laissée par l'affleurement sur un plan horizontal sécant).

L'affleurement doit également être caractérisé par la forme de sa section par un plan sécant horizontal, (plan, arc de cercle, ellipse..) et par un plan sécant vertical (pente de talus).

L'affleurement peut être formé de gradins dans les carrières et dans ce cas l'enregistrement ne peut recouvrir qu'un gradin auquel on donne un numéro d'ordre en commençant par le haut.

Enfin, les coordonnées Lambert n'excluant pas les ambiguités dans le cas d'affleurement décomposé en plusieurs objets géologiques (cf. précision sur ces coordonnées et échelle de l'affleurement il est indispensable dans le cas d'une décomposition de situer les portions d'affleurements les unespar rapport aux autres par des coordonnées relatives. Pour ce faire, on définit un trièdre rectangle de référence en imposant une direction et un sens a Y obligatoirement horizontal (et choisi bien sûr de façon avantageuse pour son utilisation) et X et Z s'en déduisant automatiquement par convention (cf manuel de remplissage). La encore, c'est le haut et le milieu de l'affleurement qui est repéré.

Classification des affleurements

Le critère de choix retenu est la stabilité dans le temps

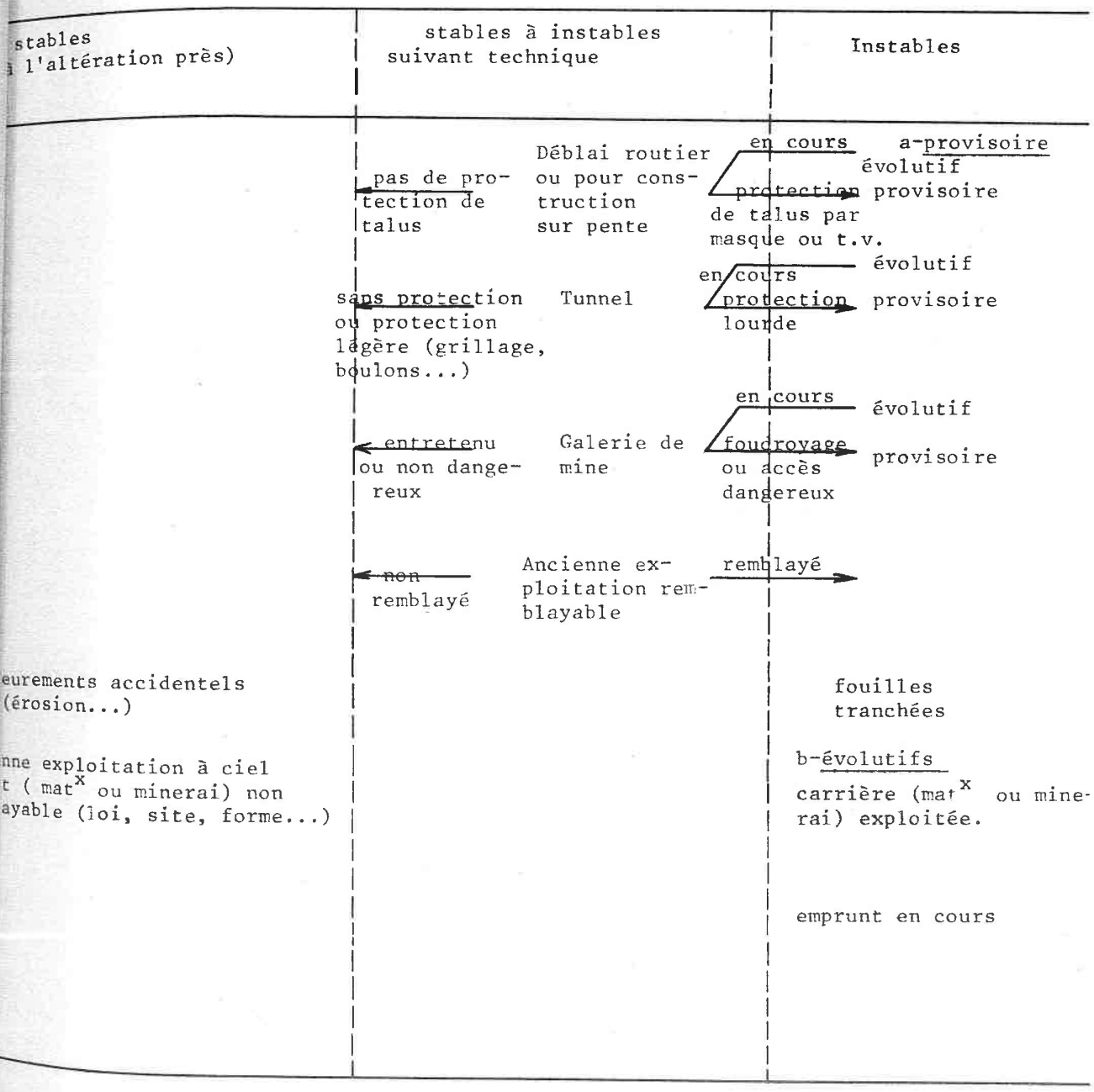


FIGURE 15

L'inconvénient de ce système de repérage est bien sûr sa complexité, mais il nous a paru impossible de la simplifier si l'on veut pouvoir restituer graphiquement au moins approximativement, l'affleurement décrit, ce qui nous paraît indispensable.

En ce qui concerne le repérage temporel, la grande différence est la fréquence relativement élevée de mise à jour des informations concernant les installation de traitement.

3) Méthodes utilisées

Les moyens techniques utilisés en forage n'ont plus lieu d'être entrés. Par contre, un affleurement fournit un échantillonnage plus ou moins valable suivant son degré de fraicheur. Ce caractère étant difficile à décrire (coupures imprécises dans les échelles), il n'a pas été entré.

Cependant, un renseignement nous paraît très intéressant c'est la permance de l'affleurement. En effet, un affleurement permanent rendra beaucoup moins précieuse l'image stockée,puisqu'il suffira de retourner sur le terrain pour "voir" l'objet géologique. Ce caractère est particulièrement important en ce qui concerne les informations subjectives (cf. paragraphe I - 3 - a - β). Nous avons donc classé les affleurements suivant ce critère (cf. figure 15) et entré cette classification dans le stockage (cf. manuel de remplissage).

Seule, cette caractéristique a été retenue pour qualifie la représentativité de l'affleurement dans le temps. La représentativité dans l'espace est donnée par la dimension caractéristique horizontale (longueur et éventuellement largeur combinée à la forme) qui correspond au diamètre minimum entré dans le sondage.

I - 3 - b - β - INFORMATIONS SUBJECTIVES

L'observation de l'affleurement par le descripteur et le compte rendu qu'il en fournit ne changent guère par rapport aux sondages. En particulier, le système de description adopté (décomposition du log en entités, décomposition des entités en roches, décomposition des roches en composants) demeure valable sans modification pour les affleurements et c'est d'ailleurs un des ses avantages.

Il y a seulement lieu de noter que l'échantillon est généralement plus représentatif que dans le cas du sondage et que dans

certains cas, il serait possible de faire une synthèse des entités pour attribuer un nom "régional" à l'affleurement tel que stratification, batolite...

Cette dernière possibilité n'a pas été utilisée pour demeurer homogène d'un enregistrement à l'autre et également parce que le géologue de Génie Civil ne peut que rarement effectuer une synthèse de ce genre.

I - 3 - b - γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES ET GLOBALES

Il n'y a pratiquement rien à rajouter par rapport aux sondages puisque les problèmes sont identiques. Il faut cependant remarquer que le prélèvement sur ballastière ou carrière peut changer les résultats d'essai (exemple : granulométrie sur stock ou sur front de taille) aussi avons-nous prévu de noter le mode d'échantillonnage (cf. manuel de remplissage).

I - 3 - c - Affleurements non exploités, limite de carte géologique, bibliographie (type C)

Les affleurements non exploités fournissent des informations réelles alors que les limites de carte géologique et la bibliographie sont des informations fictives. L'intérêt des informations fictive est d'augmenter le nombre d'échantillons (tout en sachant que la crédibilité de ces informations n'est pas uniforme), permettant ainsi l'utilisation des lois statistiques. Ces informations fictives sont en fait des interpolations et il est possible, comme la SNPA le pratique, de vérifier ensuite ces interpolations faites par le géologue en les balayant par des programmes de krigeage, approximation ... et en cartographiant les écarts entre valeurs interpolées et valeurs calculées pour vérifier le pertinence des interpolations.

Il n'y a que très peu de modifications par rapport à ce qui a été dit sur les affleurements, sinon que l'origine bibliographique est notée lorsqu'il ne s'agit pas d'un affleurement observé, et que l'on donne le type d'information (information interpolée entre deux informations objectives, information tirée de la carte géologique, information fictive tirée d'une interprétation fournie par un ouvrage bibliographique).

I - 3 - d - Sismique réfraction (type F)

La sismique pratiquée dans le Génie Civil est le plus souvent ce que l'on appelle la petite sismique, c'est-à-dire la sismique réfraction en petits dispositifs dont la profondeur de pénétration est généralement inférieure à 50 mètres.

Il ne paraît pas du tout évident que les dispositifs de sismique réfraction et leurs résultats dussent être stockés. Ce ne sont pas des informations suffisamment biunivoques (correspondance entre les réponses obtenues et les structures les ayant fournies) pour que leur stockage paraisse nécessaire. Il semble souhaitable d'en éprouver un besoin plus aigü avant de le faire. Il nous a cependant paru utile d'envisager ce stockage comme un cas de figure assez différent du reste et donc d'en vérifier la compatibilité avec les autres types de reconnaissance.

I - 3 - d - α - INFORMATIONS OBJECTIVES INDIRECTES

1) Finalité de l'étude - Références administratives

Il n'y a pas de différence avec ce qui a été dit sur les sondages.

2) Repérage spatial et temporel

Nous n'avons envisagé que le cas de dispositifs sismiques où les géophones sont alignés dans le cas d'un appareil multitrace.

Le repérage spatial se fait en donnant les coordonnées Lambert du centre du dispositif de géophones, puis l'orientation du dispositif.

Ensuite, chaque géophone est repéré en X relatif (axe des X confondu avec l'alignement des géophones) et Z relatif (important pour l'interprétation) et chaque tir fait l'objet d'une carte (Cf. manuel de remplissage) avec les coordonnées relatives en X, Y et Z du tir et le temps mis par le front d'onde pour aller du tir aux différents géophones.

L'année et le mois de réalisation sont notés comme dans les sondages.

3) Méthode utilisée

L'appareillage utilisé est décrit. La source de l'ébranlement est également décrite.

D'autre part, si des sondages, affleurements ou autres informations ont été recueillies au voisinage du dispositif et sont susceptibles de l'étalonner, ces autres sources d'informations sont repérées par leurs numéros de classement pour réaliser un chaînage.

I - 3 - d - β - INFORMATIONS SUBJECTIVES

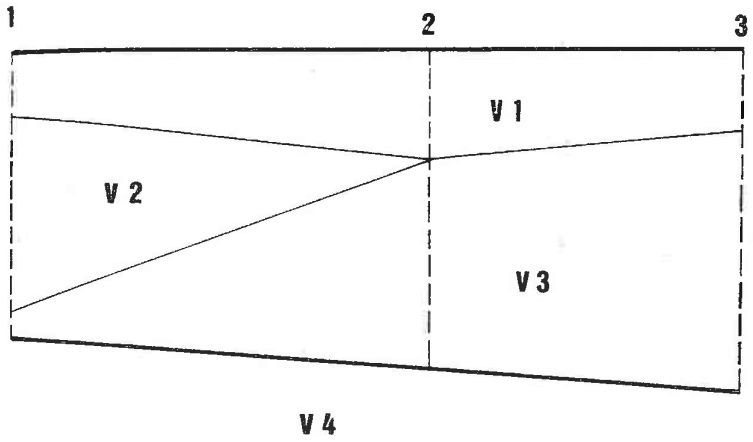
Les informations subjectives ne sont pas fournies par cette investigation. Cependant si l'on possède des informations sur les roches sous-jacentes au dispositif par une investigation voisine, les noms de ces roches sont entrés par couche en même temps que les vitesses sismiques. On crée autant de couches que nécessaire.

I - 3 - d - γ - INFORMATIONS OBJECTIVES PONCTUELLES

Il s'agirait surtout ici d'essais tels que mesures de vitesse soniques sur échantillon, résistance à la compression simple... Ces informations pourraient être rajoutées sans difficulté, mais cela n'a pas été fait car ces informations ne proviennent pas de cette investigation et sont donc déjà stockées dans les observations étalonnant le dispositif.

I - 3 - d - δ - INFORMATIONS OBJECTIVES GLOBALES

C'est le type d'information fourni par un dispositif sismique. En effet, les résultats obtenus se rapportent à un volume de terrain important où le problème d'échantillonnage se pose en terme de "pas de mesure", puisque les volumes de terrain reconnus peuvent être contigüs. Le problème qui se pose est comme nous l'avons déjà dit, la correspondance entre la structure reconnue et la réponse obtenue. C'est pourquoi, une reconnaissance complémentaire de type ponctuel permet de valoriser très largement les informations obtenues.



Décomposition de l'interprétation en logs fictifs linéairement interpolables. Ici, 3 logs fictifs permettent une description non ambigüe.

FIGURE 16

Les résultats bruts font correspondre à un ébranlement un temps de parcours(entre ébranlement et géophone) pour le front d'ondes longitudinales. Le résultat interprété permet de définir une répartition de marqueurs de vitesses différentes. Pour entrer cette interprétation, on réalise le nombre de logs fictifs nécessaires pour qu'une interpolation linéaire entre ces logs, restitue exactement l'interprétation (cf : figure 16). Ces logs sont décomposés en marqueurs décrits de haut en bas, en stockant la vitesse sismique, et éventuellement la roche correspondante lorsqu'on la connaît.

I - 3 - e - *Informations interprétées*

Il s'agit ici des informations interprétées par un géologue sur la base de l'ensemble de l'image de l'objet géologique. Cette interprétation est ici en fait l'attribution aux entités décrites de leur position chrono-stratigraphique ou litho-stratigraphique, la distinction entre ces deux notions n'étant pas ici fondamentale.

Cette interprétation existe dans tous les types d'investigations, ce qui permet un traitement général pour tous les enregistrement quelle que soit la nature de l'investigation. Elle est supportée par les cartes 02 et 03.

Comme il s'agit d'une interprétation, il est nécessaire de valoriser celle-ci (en positif ou en négatif) en citant l'interprétateur la date de l'interprétation, la nature de l'investigation ayant permis cette interprétation et la côte NGF de l'origine du sondage (point haut) ou du centre (point haut) de l'observation.

Cette interprétation est ou n'est pas entrée au moment de la mise en mémoire de l'objet géologique. Il est toujours possible par la suite, de modifier cette interprétation soit par suite d'informations nouvelles, soit par suite de traitements automatiques mettant l'interprétation en défaut, soit enfin, parce que l'interprétation est revue par une personne plus compétente.

I - 4 - CONCLUSION /

Comme nous l'avons vu, l'information issue d'un objet géologique est complexe et difficile à collecter en particulier à cause de la difficulté d'introduire des coupures nettes, ce qui, finalement, est très général dans la nature. L'image créée par les différents canaux

(descripteur, essais...) est plus ou moins fidèle et finalement, le plus gênant est bien que cette infidélité n'est pas constante et ne peut être chiffrée.

Le stockage de ces informations devraient permettre d'améliorer cette collecte des données en la rendant plus systématique d'une part et en établissant des "registres" de référence aussi universels que possibles d'autre part. Ce stockage devrait également permettre, ainsi que la SNPA le fait déjà, par des programmes appropriés, de vérifier et éventuellement de mettre en défaut (l'apport ne pouvant être que négatif c'est-à-dire conduisant à une perte d'information) certaines informations interprétées plus ou moins bien étayées et des informations "brutes" plus ou moins bien collectées.

Il n'y a cependant pas d'illusion à entretenir, les informations géologiques subjectives le seront toujours et les erreurs introduites seront peut-être diminuées, mais il sera toujours impossible de chiffrer cette erreur.

Cet inconvénient ne paraît en aucun cas mettre en cause l'intérêt du stockage, il semble plutôt que ce soit une bonne occasion pour introduire plus de rigueur dans la collecte des données.

II GESTION AUTOMATISEE DES INFORMATIONS

II - 1 - INTRODUCTION /

La solution adoptée pour résoudre la mise du fichier sur ordinateur est fonction du fichier lui-même et du matériel disponible.

II - 1 - a - Matériels et réalisations des programmes

Le matériel est celui de l'Institut Universitaire de Calcul Automatique de Nancy, dont l'équipement répondait à nos besoins. Le matériel utilisé au cours de ce travail est un ordinateur CII 10070 fonctionnant en Batch Processing Monitor, dont les périphériques utilisés sont le lecteur de cartes, les dérouleurs de bandes et l'imprimante rapide. Les périphériques actuellement disponibles au Centre de Calcul sont en outre, une console de visualisation, un traceur de courbes et éventuellement un encodeur sur bande pour la saisie.

Ce travail fait l'objet d'un contrat avec le Centre de Calcul et dans le cadre de ce contrat, Madame MIGNOT a réalisé les programmes sous l'autorité de Monsieur LEGRAS, alors Directeur de l'Institut Universitaire de Calcul Automatique.

II - 1 - b - Banques de données

Il existe actuellement un certain nombre de softwares plus ou moins au point sur le marché et qui auraient sans doute pu résoudre une partie des problèmes. Il y avait cependant plusieurs objections à les utiliser.

Le but visé n'est pas réellement une banque de données tel que ce terme est admis couramment. En effet, il n'a pas été envisagé dans l'immédiat d'offrir aux utilisateurs, la possibilité d'accèder directement (c'est-à-dire sans passer par un spécialiste) au fichier par une console, car :

- ce procédé coûte cher et l'on peut difficilement envisager l'achat d'un software de l'ordre de 200 000 Francs pour un seul fichier. D'autant que ce software à peu de chance d'être adapté aux problèmes posés.

- le rôle de l'Equipement n'est pas d'établir une documentation ouverte telle que peut le faire le B.R.G.M.

- la manipulation d'informations isolées de leur contexte par un non spécialiste ne paraît pas souhaitable.

Le conversationnel semble actuellement être un luxe pour les interrogations envisagées. En effet, il est important de rappeler que le but du stockage est moins celui d'une documentation (pour laquelle le système de microfilms sera le plus souvent suffisant), que la possibilité d'effectuer des traitements que seule peut justifier la mise sur ordinateur. Il faut également rappeler, toujours dans la même optique, que l'arrièré de sondages qui sera mis systématiquement sur micro-films, ne le sera pas sur ordinateur. Le fichier ordinateur risquera donc d'être incomplet et du moins au début, le rapport

$$\frac{\text{informations disponibles sur ordinateur}}{\text{informations disponibles sur microfilm}}$$

risque d'être faible et il sera toujours et de toutes façons, inférieur à 1.

En conclusion, actuellement la gestion du fichier par un software de banque de données, si elle n'est pas exclue, n'a pas été retenue.

II - 1 - c - *Vers un cahier des charges*

Disons tout de suite, que celui-ci n'a pas été réalisé. En effet, sans apporter de solutions, il risquait de figer les programmes alors que les difficultés apparaissent surtout à la réalisation. Le travail a donc été réalisé en concertation permanente entre "l'information" et "l'informatique" de façon à obtenir le résultat le plus efficace possible.

ROGATION

MONTEE DU FICHIER

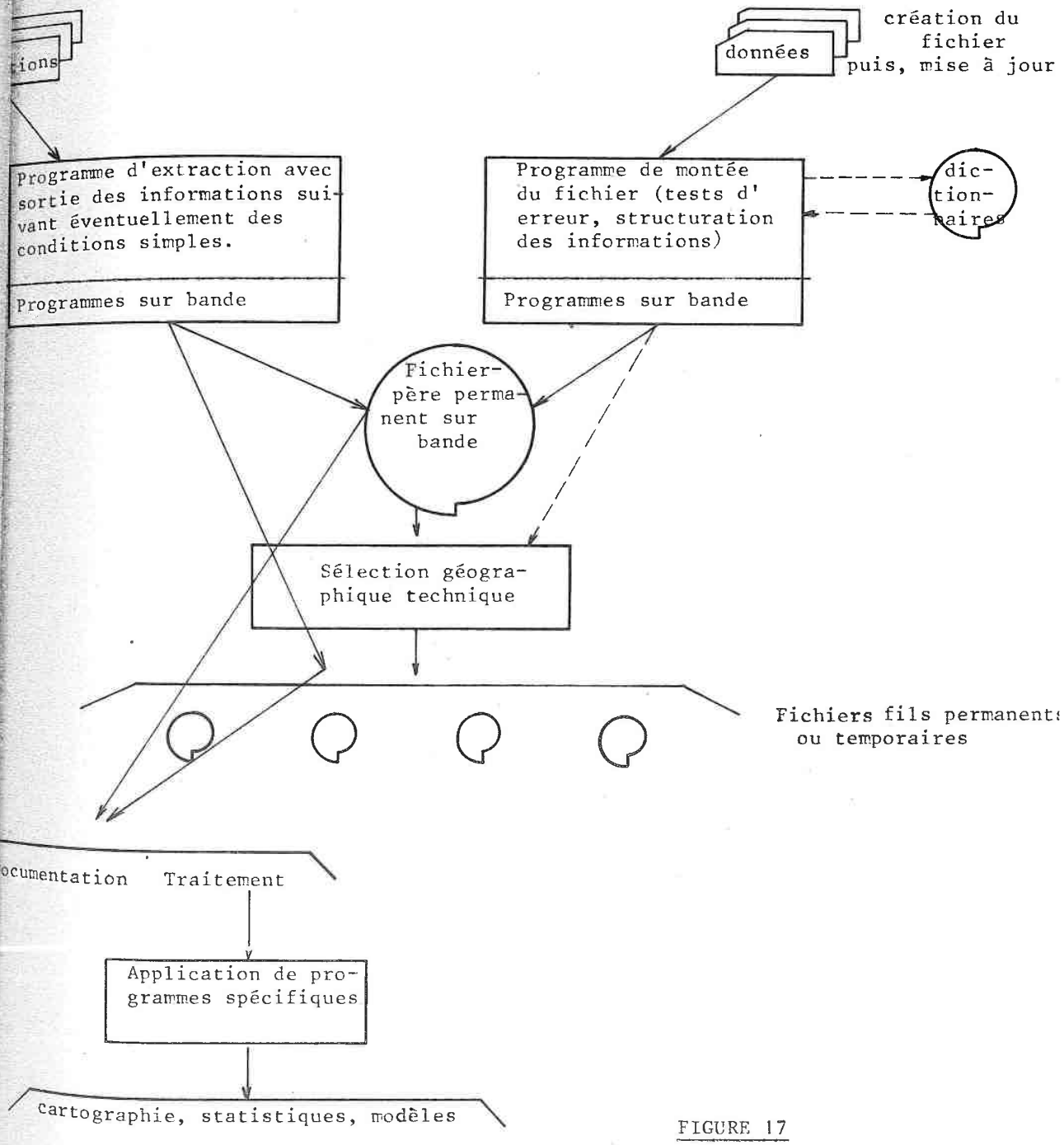


FIGURE 17

D'un point de vue général, la gestion du fichier a été envisagée conformément à la figure 17.

La mise à jour du fichier essentiellement par addition de nouveaux enregistrements, se ferait tous les quinze jours ou tous les mois, et le nombre d'enregistrement à créer pourrait être de 2 à 3000 par an. Les nouvelles données étant perforées sur cartes ou à partir d'un certain volume écrit sur bande par un encodeur. Le programme de montée de fichier, monté sur bande est appelé pour stockage des nouvelles données Le programme de montée de fichier étant recherché performant, a pour rôle de lire les informations, de structurer celles-ci pour les écrire suivant une forme générale sur bande et de tester le maximum d'erreurs possibles.

L'interrogation du fichier se ferait à cadence irrégulière vraisemblablement hebdomadaire à bimensuelle. Il est prévu un certain nombre de questions types, un software général d'interrogation n'étant actuellement pas envisagé. La bibliothèque des questions types sera complètée au fur et à mesure des besoins, à moins qu'à un certain stade, la gestion du fichier justifie un software général d'interrogation.

Les questions types seraient sur cartes, avec cartes de commande appelant un "moniteur" chargé de gérer la bibliothèque des questions types. Ce " moniteur" avec les questions types constitue le programme d'extraction stocké sur bande.

Les questions types pourraient en particulier provoquer une sortie des informations sur une bande de travail. L'application de programmes de traitements spécifiques, tels que cartographie automatique, statistiques, modèles... pourra se faire dans une seconde phases à partir de cette bande de travail. Les programmes spécifiques de traitement à utiliser existent ou seront à créer, mais ce problème a été pris en considération pour l'établissement du fichier, sans être abordé vraiment, puisque considéré à l'aval du travail actuel.

La complexité du fichier et la recherche de l'efficacité (performances) nous ont conduit à adopter le langage métasymbol. Le cobol ne permettait pas le format variable, ni la manipulation des octets, ce qui apparait un possibilité particulièrement intéressante. D'autre part, le fortran n'est pas très adapté à la gestion.

II - 2 - TRAVAIL REALISE /

Celui-ci a été mené de Juillet 1971 à Octobre 1972 par

Madame MIGNOT dans le cadre d'un contrat entre le Centre de Calcul et le Laboratoire Régional de l'Equipement de Nancy. L'essentiel de ce travail a fait l'objet d'un rapport de D.E.A. de Madame MIGNOT.

Les programmes écrits sont spécifiques au fichier à traiter

II - 2 - a - Organisation du fichier

Le problème posé par la création du fichier fut envisagé d'une façon spécifique à notre fichier et non générale.

L'information à stocker sur ordinateur, se présentait comme une suite de valeurs sémantiques ou numériques. Nous avons cherché à regrouper ces valeurs dans des cartes (cf. bordereau de perforation) en s'efforçant de donner un caractère logique à ces regroupements. Ceci n'a pas été toujours possible, car nous avons ajouté, modifié et oté des informations en cours d'expérience, usant ainsi parfois de la place disponible plutôt que respectant un ordre logique.

Comme nous l'avons déjà vu (cf. chapitre I), nous avions plusieurs sortes d'informations :

- les informations objectives indirectes, telles que Maître d'Oeuvre, Désignation du projet, Département, Commune, Mois et année de sondage, N° de dossier, Entreprise de sondage, Zone Lambert, X Lambert, Y Lambert Cote NGF, Précision sur cote NGF...

- les informations subjectives (essentiellement sur le lithologie) : couches, roches, composants, adjectifs.

- les informations objectives ponctuelles : type d'essai, profondeur de l'essai, valeur de l'essai.

Certaines de ces informations sont sans rapport avec aucune autre, par exemple, n° de dossier. D'autres sont difficilement séparables. par exemple mois et année, ou zone Lambert, X Lambert et Y Lambert.

D'autres informations sont inséparables, sous peine d'être ambigues. Ainsi, existe-t-il une structure dans les informations lithologiques:

FIGURE 18

E 1 : renseignements administratifs
N° classement / Maître d'Oeuvre / Département / Commune / Mois / Année ...

E 2 : renseignements administratifs, géographiques, généraux sur sondage
N° sondage / Zone Lambert / X Lambert / Y Lambert / Précision X - Y / ± Cote NGF, Précision sur Z/ Nombre de couches / Profondeur atteinte ...

E 3 : Renseignements sur la technique du sondage (cas d'un sondage)
Nombre de changements / Nombre de télescopes / Profondeur tubage / diamètre tubage / (type machine / méthode forage / ... / Lubrifiant) répétitif // Profondeur changement / type machine / ...

E 3 : renseignements sur géométrie et production (cas d'une ballastière)
Nombre d'enregistrement / Longueur horizontale / Précision longueur / largeur horizontale / Précision largeur / Destination affleurement / ...

E 4 : renseignements sur piezométrie (absent si pas de piezomètre)
Nombre de piezomètres / (type piezo / Hauteur piezo-sol / Longueur piezo / ... / type bouchon) répétitif //
Type piezo / hauteur piezo-sol/ ...

E 5 : Carte lithologie (une carte 5 par couche)

N° couche / Profondeur couche / Nombre niveaux essais / Etage / Qualité du prélèvement / Nombre de roches (DEF) / Nombre de composants pour roche 1 (DEF'1) / Nombre de composants pour roche 2 (DEF'2) / Nombre de DEF'3 / Nombre de DEF'4 / Nombre de DEF'5 / Roche 1 (DEF 1) / (Nombre adjectifs pour DEF 1 / Adjectif caractéristiques de DEF1) Répétitif / Structure, Dimension, Coordinateur de DEF 1 / Roche2 ou DEF'1 / ...

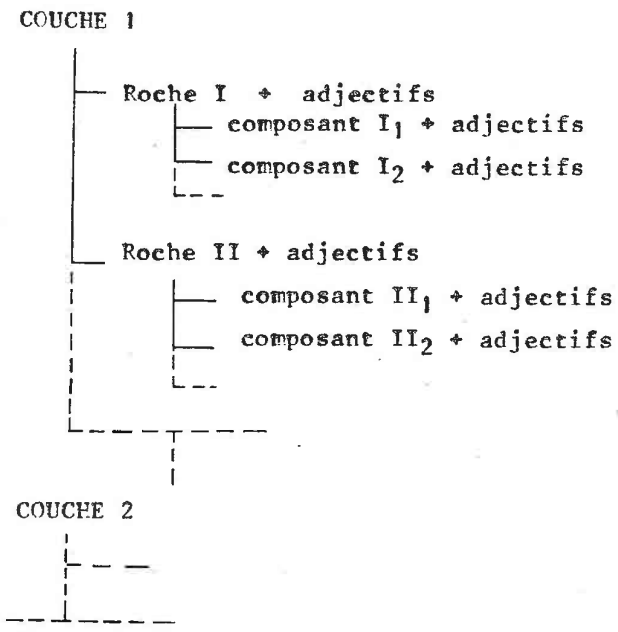
E 6 : adjectifs (0, une ou plusieurs cartes 6 derrière chaque carte 5)

N° de couche / Nombre d'adjectifs / (Type d'adjectif / Fiabilité / se rapporte à / adjectif / superlatif) Répétitif // type ...

E 7 : essais présents
Liste des essais sur un caractère

E 8 et suivantes:

Type essai / Organisme ayant fait l'essai / nombre d'essais / (Profondeur / Valeur) Répétitif // Profond...



et une roche décrite sans préciser la couche à laquelle elle appartient est un renseignement sans valeur. On voit donc apparaître une notion d'arborescence qui en réalité est imposée par la répétivité de certaines informations. En effet, s'il existait une seule couche pour tout l'enregistrement, les roches qui la décrivent pourraient être simplement regroupées avec éventuellement un ordre de prépondérance dans les roches. Ce n'est pas le cas et devant chaque série de roches décrites, il faudra préciser la couche concernée.

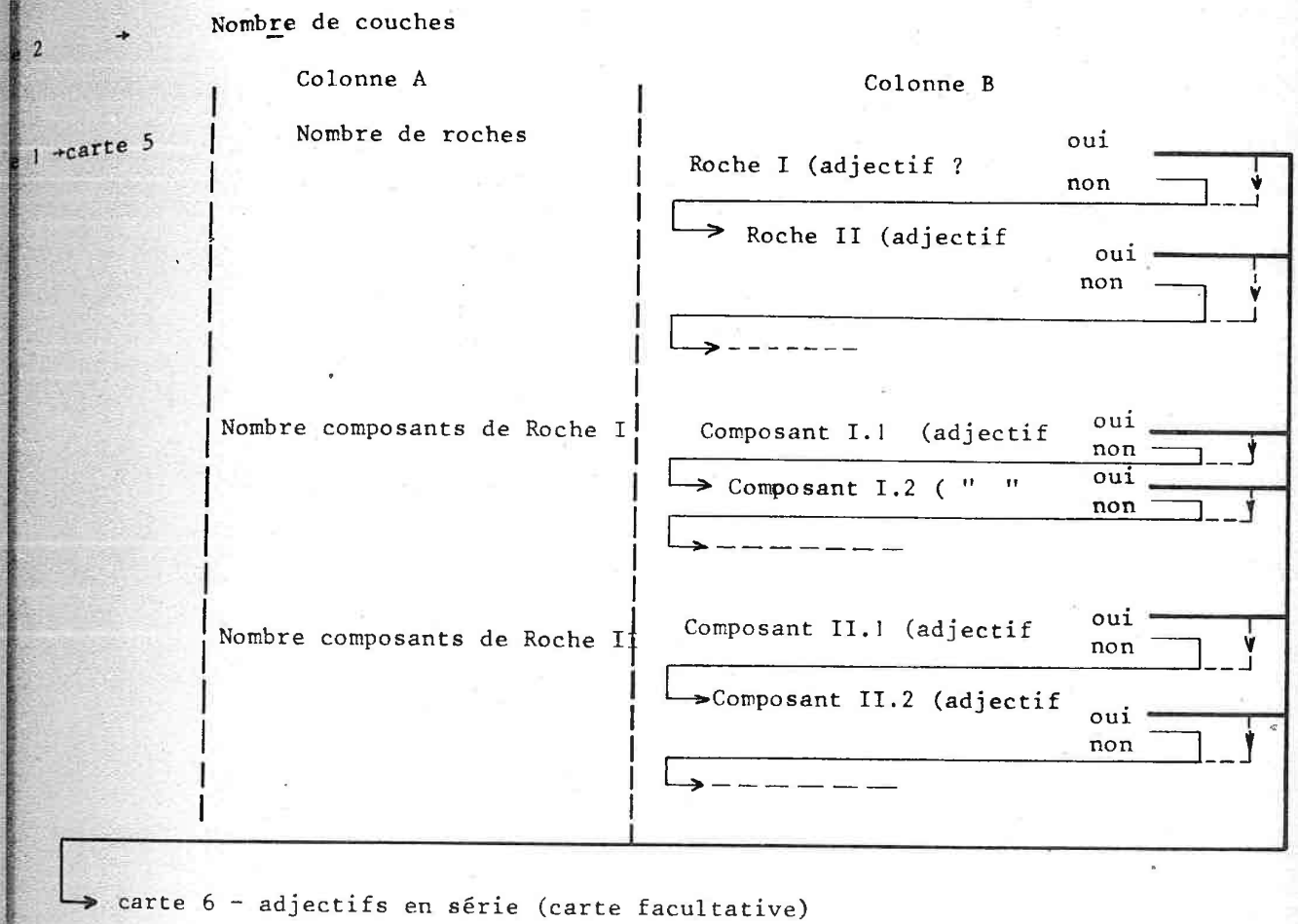
Pour résoudre ces différents problèmes, la structure ci-contre avait été adoptée, (figure 18).

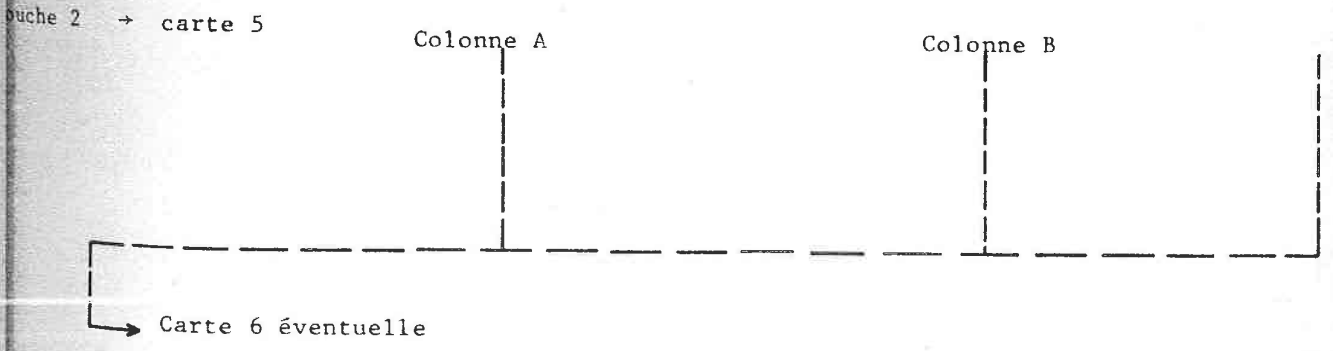
Pour les renseignements non répétitifs (exemple : coordonnées Lambert), les informations ont été juxtaposées dans un ordre que nous avons essayé de rendre logique et en essayant de réunir dans chaque carte, des informations complémentaires susceptibles d'être extraites simultanément.

Pour les renseignements répétitifs, on peut distinguer entre informations à un seul niveau et à plusieurs niveaux.

A un seul niveau répétitif, il y a la carte 3, la carte 4 et la carte 8 et suivantes. Dans ce cas, nous avons résolu le problème simplement en donnant le nombre de fois où l'information est présentée dans chacune de ces cartes, par exemple, la carte 4 comprend le nombre de piezomètres, puis la description des piezomètres les uns après les autres avec profondeur croissante.

FIGURE 19





uche 3 → ....

- Lecture carte 2 nombre de couches
- Pour chaque couche, lecture colonne A→ tous les nombres de roches et composants
- " " " , " " " " B→ toutes les informations sur roches et composants
- " " " , " " éventuelle des adjectifs de la carte 6

" " , " " " " B→ toutes les informations sur [illegible]
" " , " " éventuelle des adjectifs de la carte 6

Exemple :

Carte 2 → 3 couches

Couche 1	- Carte 5	2 roches	I) schiste - pas d'adjectif II) argile bleue - adjectif → carte 6
	1 composant de I		I.1) à cristaux de chlorites-pas d'adjectifs
	1 composant de II		II.1) à plaquettes indurées-adjectifs → carte 6
	- Carte 6	se rapporte à II : consistante se rapporte à II.1 : petites	
Couche 2	- Carte 5	1 roche	I) schiste à tourmaline - pas d'adjectif
Couche 3	- Carte 5	1 roche 0 composant	I) schiste argileux - pas d'adjectif

A plusieurs niveaux, il y a les cartes 5 et 6. Le nombre de couches trouvé en carte 2 est égal au nombre de cartes 5. Puis dans la carte 5, on trouve des caractéristiques non répétitives dans la couche (exemples : n° de couche, profondeur de couche...) suivies des caractéristiques répétitives dans la couche : les roches. On trouve dans la carte 5, le nombre de roches. Pour chaque roche, on peut avoir plusieurs composants qui s'écrivent dans le même format que les roches (d'où un seul bordereau), on en trouve donc le nombre et on peut également avoir plusieurs adjectifs (par roche ou/et par composant qui eux nécessitent un format différent (c'est la raison de la création de la carte 6). On peut écrire un seul adjectif caractéristique derrièr la roche ou le composant pour faciliter son traitement, les autres étan en carte 6. Un caractère derrière la roche ou le composant mentionne l'existence ou l'absence d'adjectif en carte 6. Celle-ci est absente si elle est vide. On peut résumer cette structure par le schéma et l'exemple ci-contre (figure 19).

Pour améliorer l'exploitation du fichier et permettre des controles, certaines informations redondantes avaient été ajoutées, par exemple la carte 7..

Nous pouvons d'autre part, préciser que toutes les informations étaient en format fixe, l'enregistrement lui-même étant en format variable. Les informations étaient en numérique ou alphanumérique

La nature des informations dans l'enregistrement est connue par leur position dans l'enregistrement, ce qui est l'avantage de n'avoir pas une entrée complétement libre en mémoire du type "nature de valeur - valeur".

II - 2 - b - Montée du fichier

Ce programme est écrit en métasymbol. Il comprend environ 3 000 cartes.

Le temps mis pour entrer 98 sondages et ballastières sur bande est de 5,142 minutes dont 2,591 minutes pour l'exécution. Le temps de 5 minutes est long du fait que le programme était lu sur carte. ce temps devant chuter avec le programme sur bande.

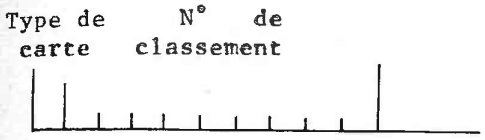
D'une façon générale, le travail de ce programme peut se décomposer en :

-lecture des données

- traitement d'erreurs
- écriture de l'enregistrement

II - 2 - b - α - LECTURE DES DONNEES

Les données sont sur cartes perforées. Il y a 16 types de cartes numérotées de 0 à F (de 0 à 9 et de A à F). D'une façon générale, les cartes comprennent au début :



La présence du numéro de classement, sur toutes les cartes, permet un test d'erreur et en cas de chute du paquet de cartes, de les repositionner

Suivant le type de la carte, la suite de celle-ci est structurée suivant un modèle donné.

Certaines cartes sont obligatoires, d'autres facultative certaines enfin, peuvent être répétitives voire s'intercaler, ainsi les cartes 5 (carte lithologie de la couche) et 6 (adjectifs se rapportant aux noms de la carte 5).

Les cartes 1 et 2 sont de tailles fixes,mais les autres ont une taille variable. Cette taille est connue grâce à certains caractères de multiplicité entrés dans la carte. Ainsi, connaissant la taille x d'une information représentative, on trouvera le nombre N de ces informations dans la carte donc sa taille Nx.

La lecture se fait en rangeant les caractères dans une zone de 80 caractères appelée TAMPØN . La carte subit alors des traitements, puis s'il n'y a pas d'erreur, on remplit les zones :

- TAB (100 mots) contenant des renseignements pris dans certaines cartes et destinés à permettre l'exploitation de l'enregistrement.

- EXPLØ (20 mots) contenant des renseignements pris dans certaines cartes et destinés au traitement d'autres cartes.

- MEM (2 000 mots) recevant chaque carte après son traitement

- certains registres de travail.

S'il y a erreur, on remplit une zone appelée ERRØR et on sort un message sur imprimante. L'enregistrement défectueux est rejeté puis on continue cependant la lecture puis le traitement du sondage suivan s'il existe.

II - 2 - b - β - TRAITEMENT DES ERREURS

96 types d'erreurs portant le numéro 1 à 96 explicité par le dictionnaire, sont décelables dans le programme.

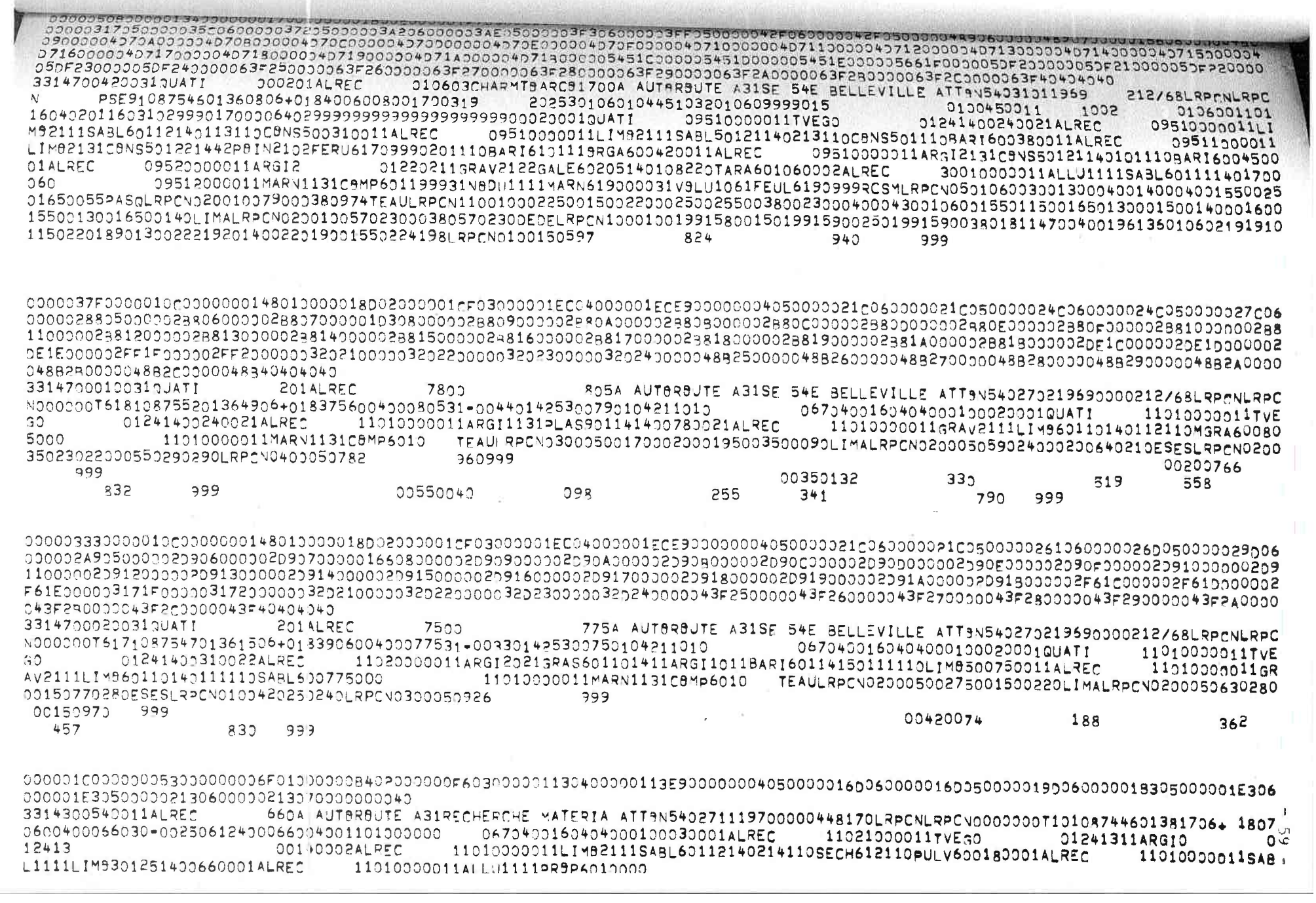
On vérifie d'abord que les cartes sont dans un ordre crois sant et s'il est normal que certaines soient absentes. On vérifie que le numéro de classement demeure le même. Puis grâce à une redondance volontairement introduite pour certaines informations, à l'aide de la zone EXPLØ, on fait des tests sur les nouvelles cartes lues pour savoir si leur existence est normale ou si certaines de leurs informations sont pertinentes. Par exemple, le numéro de couche écrit en carte 5 est obligatoirement croissant d'une unité d'une carte 5 à la suivante. L'absence de dictionnaire en machine ne permet pas de vérifier l'orthographe de certaines informations. Cette option avait été prise essentiellement pour simplifier l'expérience.

Comme déjà dit plus haut, lorsqu'un sondage contient une erreur, on édite son numéro de classement, suivi de ERREUR N°i. Se référant au dictionnaire des erreurs, il est aisé de la corriger et de remettre les cartes à l'entrée. La rencontre d'une erreur dans un sondage suspend le traitement de celui-ci et la machine passe au sondage suivant.

II - 2 - b - γ - ECRITURE DE L'ENREGISTREMENT

L'enregistrement comprend le sondage lui-même et une table TAB située devant.

La zone TAB, comme écrit plus haut, est générée par le programme lui-même. C'est une table des matières permettant par simple lecture, d'accèder à un paragraphe de l'enregistrement, le paragraphe étant l'équivalent d'une ou d'un paquet de cartes, si pour un type il y a des cartes suite. La table est divisée en zones contenant successivement :



- taille de l'enregistrement
- taille de la table
- 0 - taille de la zone 0 (correspondant à la carte 0)
- 1 - taille de la zone 1 (correspondant à la carte 1)
- .....
- 4 .....
- Z - nombre de couches du sondage
- 5 - taille de la zone 5 (correspondant à la 1° couche)
- 6 - taille de la zone 6 (correspondant à la 1° couche)
- 5 - taille de la zone 5 (correspondant à la 2° couche)
- 6 .....
- .....
- 7 - longeur totale occupée par les cartes 8 à F
- 8 - taille occupée par l'essai n° 8
- à .....
- 44 - taille occupée par l'essai n° 44

sachant qu'un numéro a été donné à chaque essai possible.

Les tailles inscrites dans TAB sont cumulées, le 0 étant compté à l'origine de la table. Cela permet à l'exploitation d'atteindre directement la zone recherchée en évitant de refaire des calculs d'adresse puisque la somme des longueurs correspond à l'adresse.

Les informations relatives au sondage lui-même sont compactées. Les cartes ne sont pas transférées en entier si ce n'est pas nécessaire, ce qui évite d'entrer les blancs en fin de carte. On obtient ainsi un enregistrement très compact. (cf. fig. 20).

II - 2 - c - L'extraction

Le programme d'extraction écrit pour l'essentiel en métasymbol avec une petite partie en fortran (réalisation du fuseau granulométrique) comprend 1 100 cartes environ.

Ce programme a été écrit comme exemple d'application du fichier. Il devait nous permettre de montrer l'intérêt du fichier et surtout de vérifier que son contenu était valable et la structure intéressante pour l'extraction.

Sachant que nous réalisions une expérience et que par conséquent, le fichier serait refait, il était stérile d'élaborer un programme d'extraction complexe. Nous avons programmé quelques questions très classiques et sans doute les plus importantes, puis effectué un

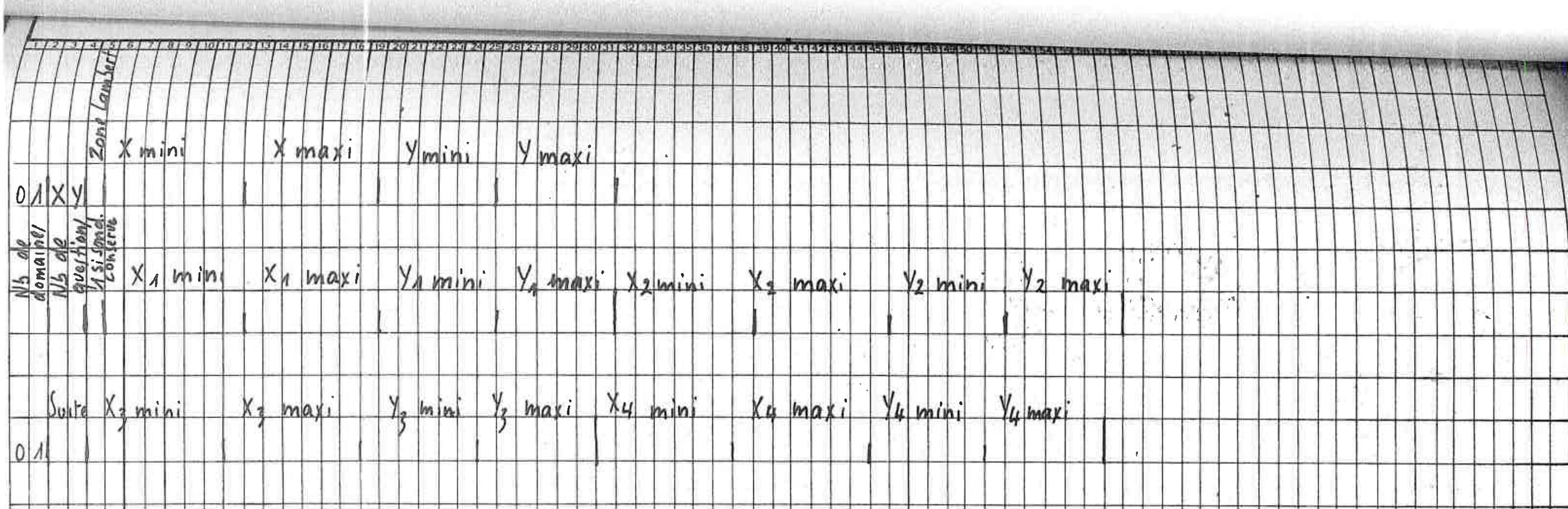

Zone Lambert
X mini
X maxi
Y mini
Y maxi
0 1 X Y
Nb de domaine
Nb de question
1 si sond. conservé
X1 mini
X1 maxi
Y1 mini
Y1 maxi
X2 mini
X2 maxi
Y2 mini
Y2 maxi
Suite
X3 mini
X3 maxi
Y3 mini
Y3 maxi
X4 mini
X4 maxi
Y4 mini
Y4 maxi
0 1

Figure 21

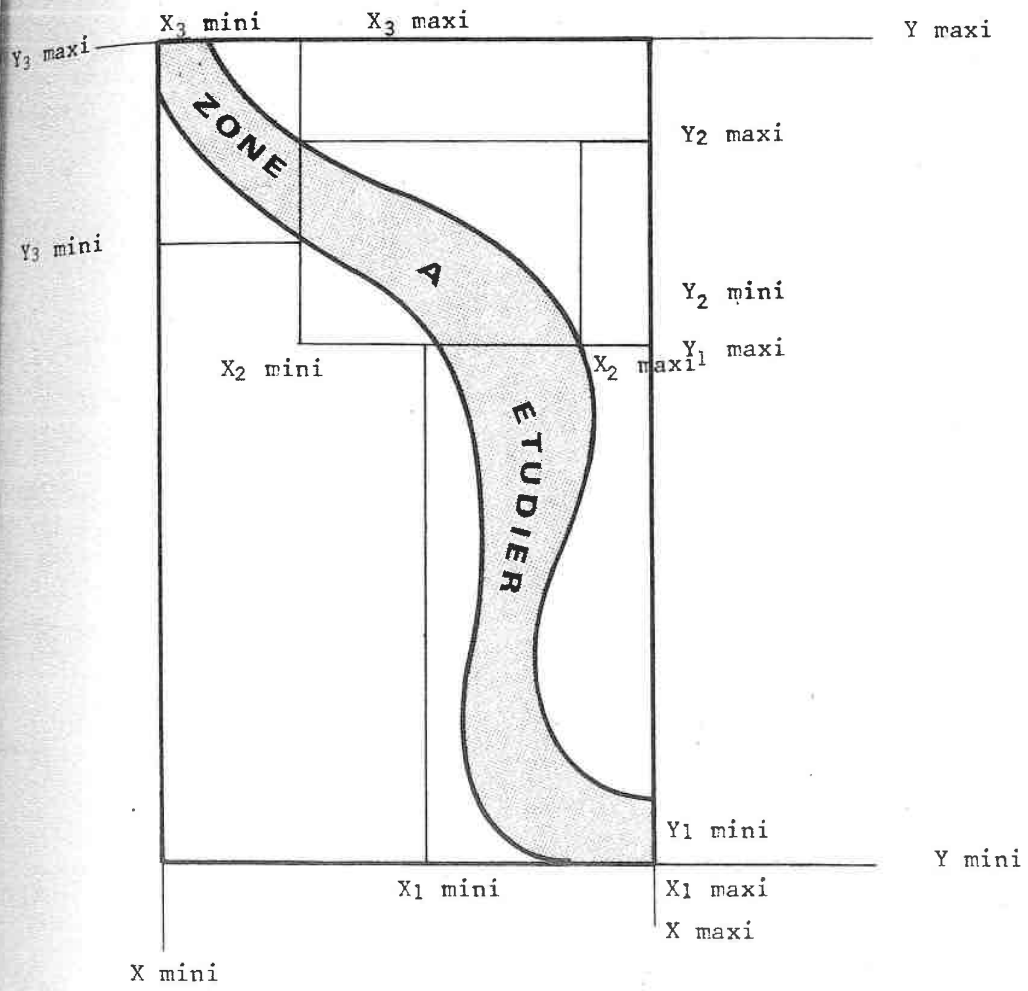


FIGURE 22

Sélection d'une fenêtre par coordonnées.

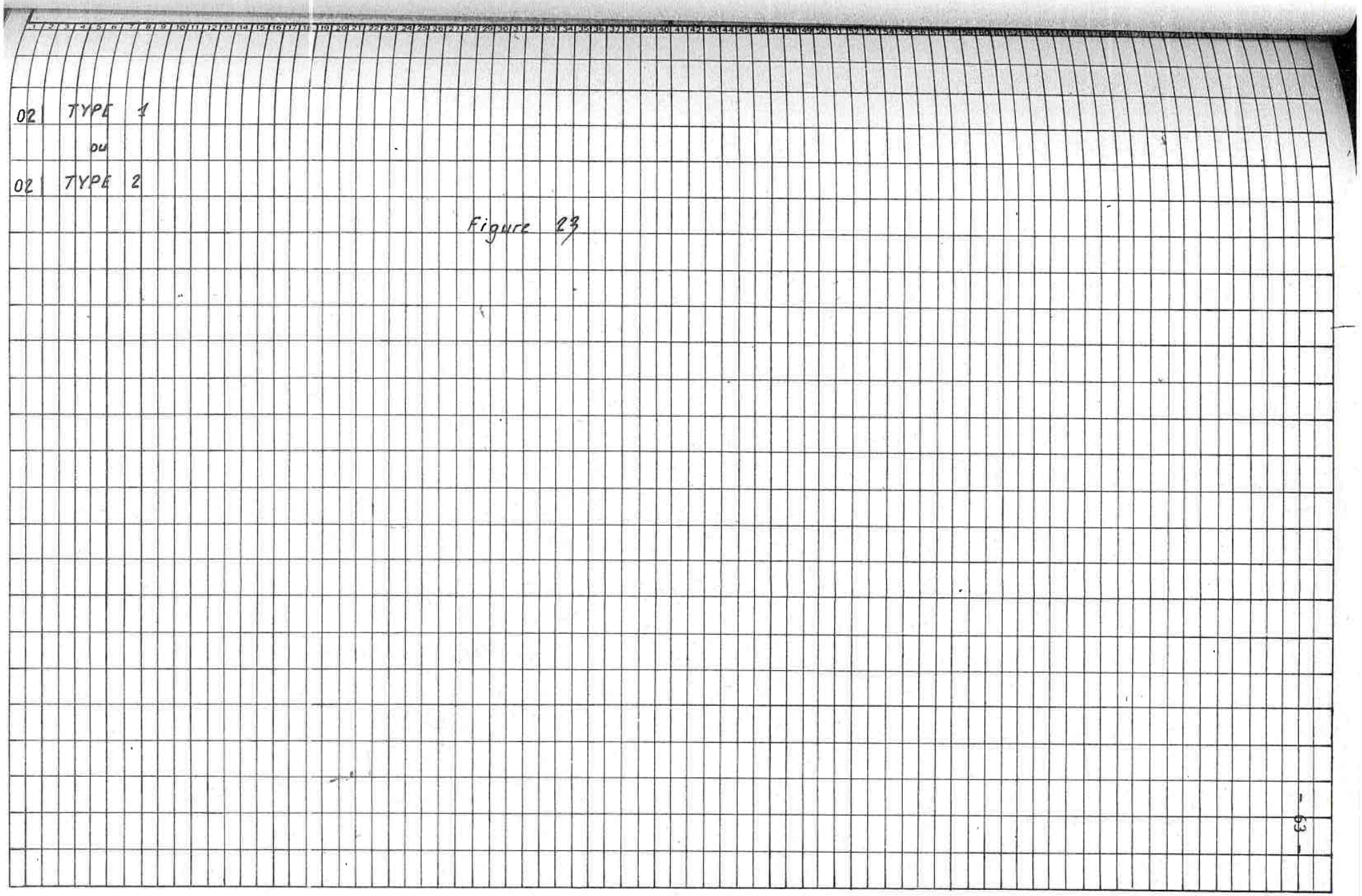
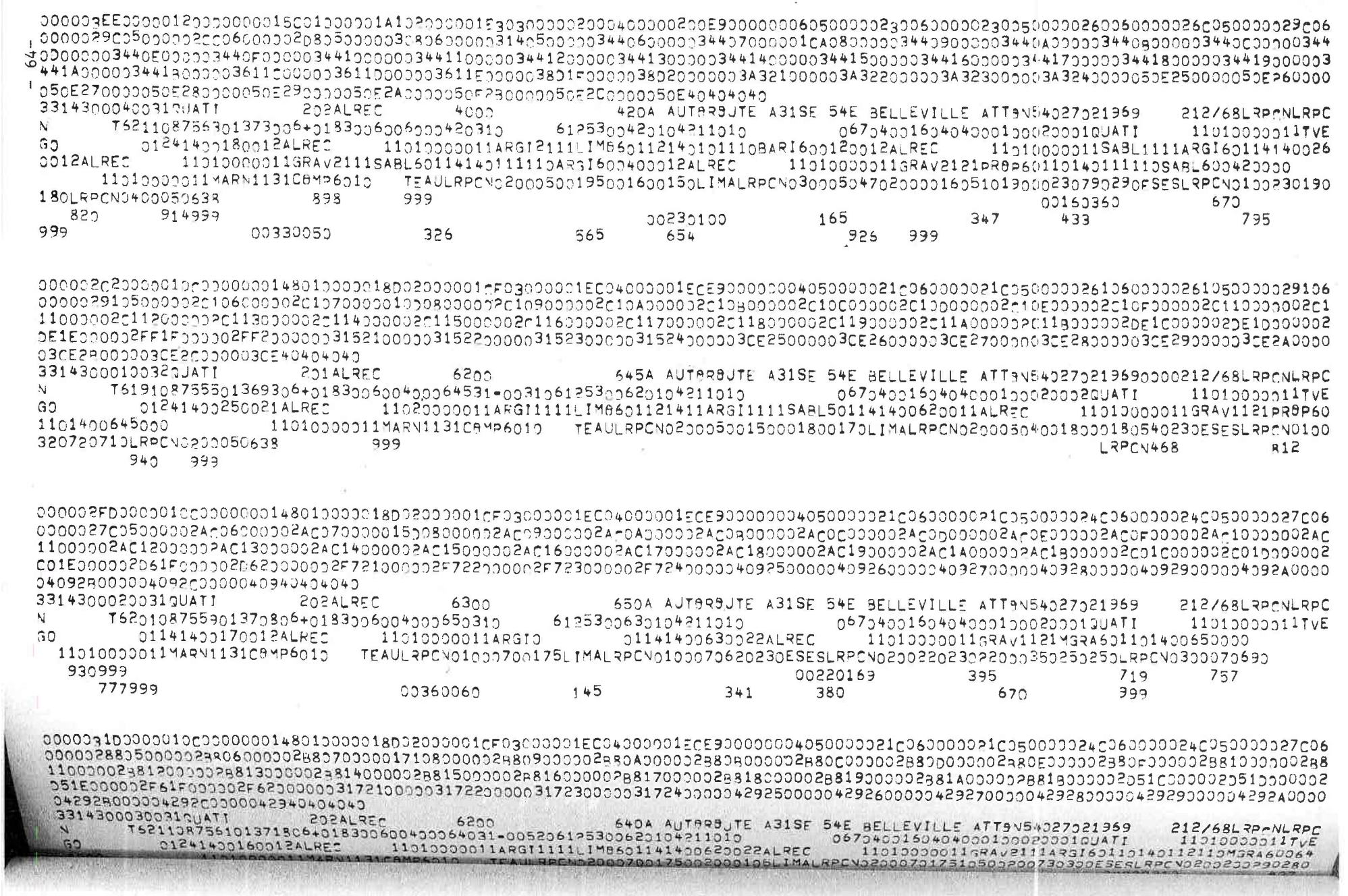


Figure 23



un petit traitement (fuseau granulométrique).

Ces questions s'enchainent les unes aux autres et sont dans l'ordre :

- sélection géographique dans un X, Y ou sélection de Numéros de classement repérés à l'avance.

- sélection des épaisseurs de découverte ou/et de matériaux ou/et profondeur de substratum.

- sélection des granulométries des matériaux et réalisation d'un fuseau granulométrique.

II - 2 - c - α - SELECTION DES SONDAGES

La question **type** de sélection des sondages numérotée 01 se présente suivant le modèle de la figure 21.

On peut sélectionner les sondages soit par leurs numéros de classement (type 01NØ), soit par leurs coordonnées (type 01XY). Dans le cas de la sélection par les coordonnées, on définit le domaine enveloppe sous la forme d'un rectangle (cf : figure 22), si le sondage se situe dans ce domaine, on vérifie son appartenance à un sous-domaine lorsque celui-ci existe. Ce procédé a l'avantage de pouvoir définir un domaine de prospection non nécessairement rectangulaire.

Dans le cas où on désire imprimer ces sondages, on place ensuite la carte 02 (cf. figure 23) qui provoque l'édition suivant le type 1 (édition brute) ou suivant le type 2 (édition plus élaborée qui n'a pas été réalisée car elle n'apportait rien de fondamental pour un travail assez important). L'édition type 1 donne un document tel que la figure 24.

Le temps mis par le programme pour la sélection de sondage dans les 98 stockés sur bande par numéros de classement (17 sondages appelés) avec édition type 1 a été de 2,015 minutes dont 0,052 d'exécution.

Le temps mis par le programme pour la sélection de sondages dans 4 domaines définis par des intervalles de X et Y, avec édition type 1 a été de 2,086 minutes dont 0,021 d'exécution.

II - 2 - c - β - SELECTION DES EPAISSEURS DE DECOUVERTE OU/ET DE MATERIAUX OU/ET PROFONDEUR DE SUBSTRATUM

C'est la question numérotée 03. Dans cette question, la machine détermine dans le sondage, la position des matériaux selon le procédé suivant :

- la découverte est constituée par les premières couches rencontrées dans le sondage qui ne contiennent pas GRAV (grave), SABL (sable) ou ALLU (alluvions) en DEF 1 (ou en DEF 2 quand le premier caractère du coordinateur est supérieur à 3, c'est-à-dire que le DEF 3 est plus abondant que le DEF 1).

- dès que le sondage atteint des couches répondant aux caractéristiques ci-dessus, celles-là sont classées en matériaux jusqu'au substratum.

- la profondeur du substratum se trouve dans l'enregistrement (cf. carte 2).

Cette question 03 amène à la construction d'un tableau des épaisseurs. Ce tableau pourra demeurer en mémoire pour faire l'objet d'un traitement ou être imprimé en clair grâce à la carte 04.

Dans la carte 03, on peut demander suivant besoins ultérieurs :

- DEC, SUB, MAT pour mémoriser l'épaisseur de découverte, la profondeur du substratum et l'épaisseur de matériaux.

- DEC, SUB pour mémoriser seulement l'épaisseur de découverte et la profondeur du substratum.

- DEC

- SUB

NºCLASSEMENT	X LAMBERT	Y LAMBERT	DECºUVERTE	SUBSTRATUM	EPAISSEUR MATERIAUX
331470042	0875460	136080	00450	01060	00610
331470001	0875520	136490	00240	00790	00550
331470002	0875470	136150	00310	00750	00440
331430054	0874460	138170	00140	SUBNA	MATNC
331470043	0875460	136080	00350	SUBNA	MATNC
331430049	0875020	138070	00260	00600	00340
331430051	0874660	137770	00150	00730	00580
331430050	0874950	137910	00200	00720	00520
331430006	0875630	137440	00810	00810	00000
331430007	0875600	137620	00130	00690	00560
331430005	0875630	137360	00530	00530	00000
331430004	0875630	137300	00180	00420	00240
331430001	0875550	136930	00250	00620	00370
331430002	0875590	137080	00170	00630	00460
331430003	0875610	137180	00160	00620	00460

- MAT

- SUB, MAT

- DEC, MAT

La carte 04 demande l'impression des tableaux constitués en mémoire. Cette carte permet les 3 options suivantes :

ISØDEC - permet l'impression du tableau ci-dessous :

N° classement	X Lambert	Y Lambert	Découverte

ISØSUB - permet l'impression du tableau ci-dessous :

N° classement	X Lambert	Y Lambert	Substratum

ISØPAC - perment l'impression du tableau ci-dessous :

N° classement	X Lambert	Y Lambert	Epaisseur des matériaux

On peut combiner ces trois ordres entre-eux. Les trois ensemble donne un tableau (figure 25). Le temps mis par la machine pour réaliser les questions 01, 03 et 04 - ISØPAC donnant le tableau ci-contre est de 3,556 minutes dont 0,084 pour l'exécution.

II - 2 - c - γ - SELECTION DES GRANULOMETRIES DES MATERIAUX ET REALISATION D'UN FUSEAU GRANULOMETRIQUE

Cette question numérotée 05 se décompose en deux parties. La première consiste à sélectionner dans un tableau directement utilisable pour la partie suivante, les granulométries des matériaux des sondages sélectionnés. La deuxième partie consiste en une édition du fuseau granulométrique sous forme graphique. Cette deuxième partie n'est pas de l'extraction mais du traitement.

Il est intéressant de préciser que cette question a été programmée en fortran à titre d'expérience. En effet,la gestion du fichie (à savoir mise à jour et extraction) se fait en metasymbol, mais la plupart des programmes de traitement existants qui pourront être appliqués sont en fortran et il était donc utile de connaître les problèmes posés par ce changement de langage. Il semble, à ce sujet, que l'essentiel est de replacer les informations dans des mots à l'extraction et de ne plus considérer l'espace mémoire comme une chaîne d'octets. Moyennant cette précaution, le passage de programmes de traitement au fortran ne devrait pas soulever de problème.

L'exécution de la question 05 conduit à un graphique tel que celui de la figure 31, qui a été réalisé en 3,413 minutes, dont 0,064 d'exécution.

II - 2 - d - *Conclusion*

Le travail réalisé en informatique nous a permis de constater l'intérêt du système créé. En ce qui concerne la montée du fichier, qui est de loin le travail le plus important sur l'ensemble, le programme comprend quelques particularités qui ont paru très intéressantes :

- constitution en tête d'enregistrement d'une sorte de table des matières qui joue un role de pointeurs, permettant une consultation rapide du contenu de l'enregistrement et un accès facile à un "paragraphe" de l'enregistrement donc aux informations elles-mêmes.

- grande souplesse introduite par la présence quasi-systématique de paramètres se présentant sous la forme "nombre de" qui évite une série de tests et éventuellement de repères pour signaler une fin d'information. L'introduction des paramètres dans les bordereaux d'entrée permet parfois également à celui qui remplit le bordereau, de détecter des erreurs.

- l'introduction d'informations redondantes pour faire des tests d'erreurs a été très fructueuse.

- la programmation en métasymbol qui a permis de compacter les enregistrements et une manipulation efficace des informations.

L'inconvénient présenté par l'utilisation du métasymbol est que ce langage n'est valable que pour le type de machine utilisée. Cet inconvénient est un peu contrebalancé par le fait que l'ordinateur C 11 10070 est répandu et risque de l'être de plus en plus tout particulièrement dans les Centres de Calcul de l'Administration.

Un autre inconvénient finalement très grave du software réalisé, est qu'il est spécifique d'un fichier. Il ne peut donc s'amortir que sur celui-ci et surtout il ne nous est plus possible sans modification dans le programme (toujours très délicate) de modifier la structure de ce fichier.

II - 3 - TRAVAIL EN COURS /

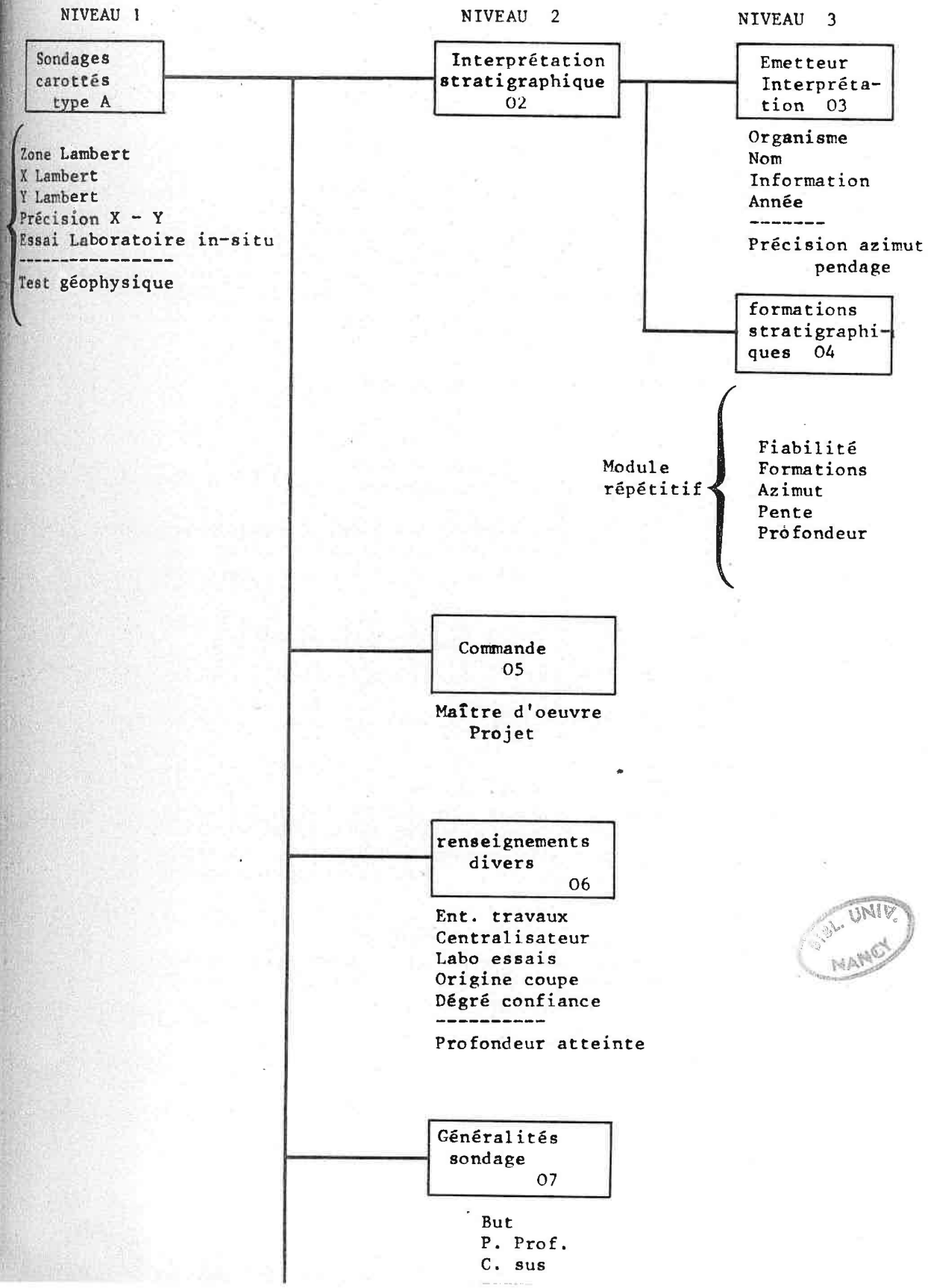
Celui-ci est un travail qui doit être définitif. Les nouveaux programmes à écrire ont été envisagés pour remédier au défaut que nous considérons comme essentiel dans les programmes réalisés, leur spécificité. En effet, comme nous l'avons vu, nous avons été conduit à remanier le contenu du fichier de façon assez importante, et il nous était pratiquement impossible de reprendre les programmes réalisés sans consentir de nombreuses et importantes concessions sur le contenu du nouveau fichier. D'autre part, nous avions une structure figée pour l'avenir, d'autant qu'il est toujours très difficile à quelqu'un de modifier un programme qu'il n'a pas écrit, même si l'organigramme et l'analyse du programme sont bien détaillés.

Donc, sous peine de perdre l'intérêt de l'expérience d'un an que nous avons faite, il était nécessaire de réécrire les programmes et ceux-ci devraient être désormais généraux pour pouvoir servir à la gestion d'autres fichiers, et pour nous permettre plus tard de modifier notre fichier sans problème de software.

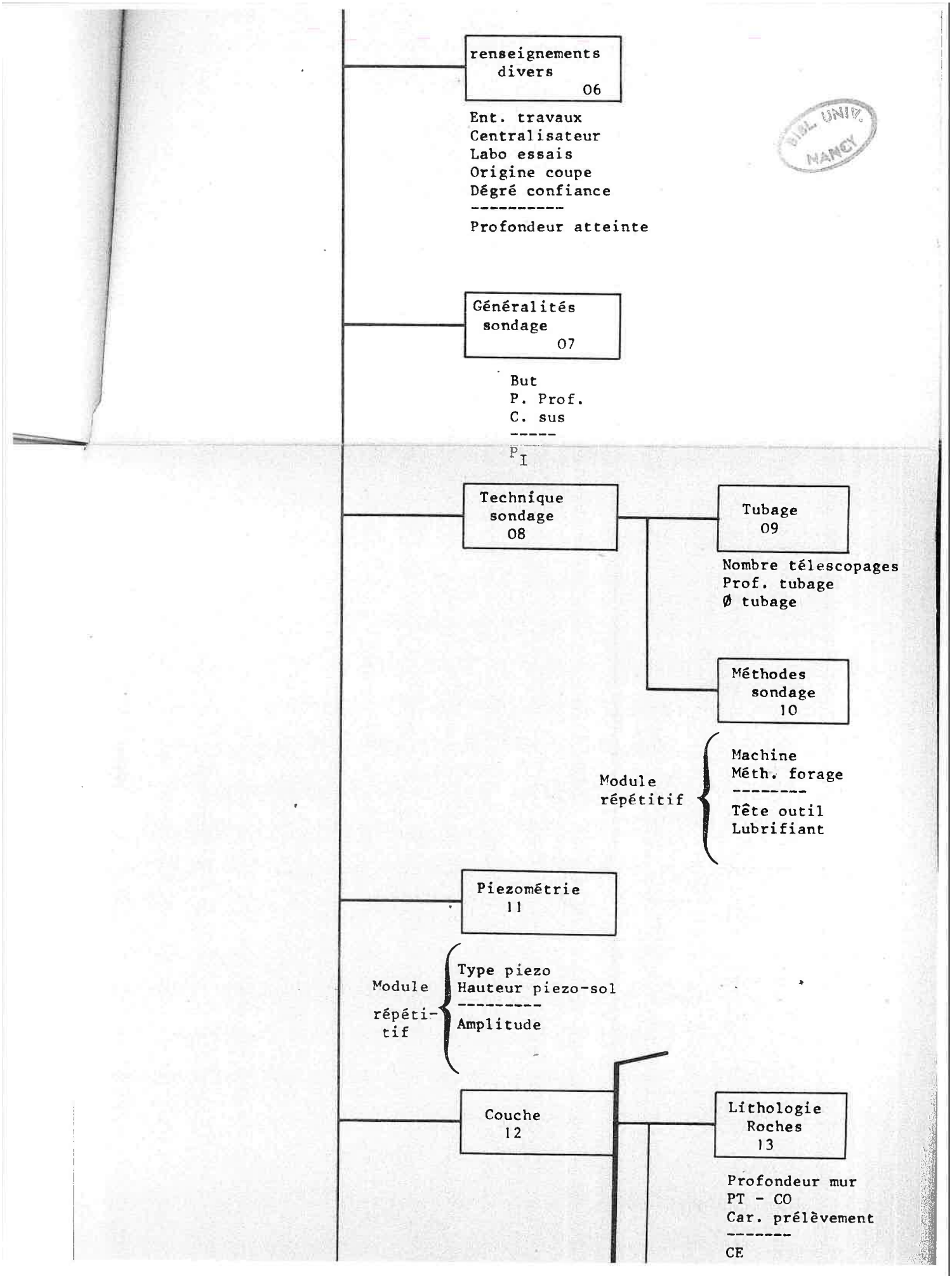
II - 3 - a - Organisation du fichier

Si les informations que nous avons entrées lors de notre première expérience ont un peu changé dans le fichier que nous voulons créer, les problèmes posés à l'information demeurent les mêmes. Nous avons donc été amenés à généraliser les structures que nous avions analysées dans notre premier travail (cf. paragraphe II-2-a).

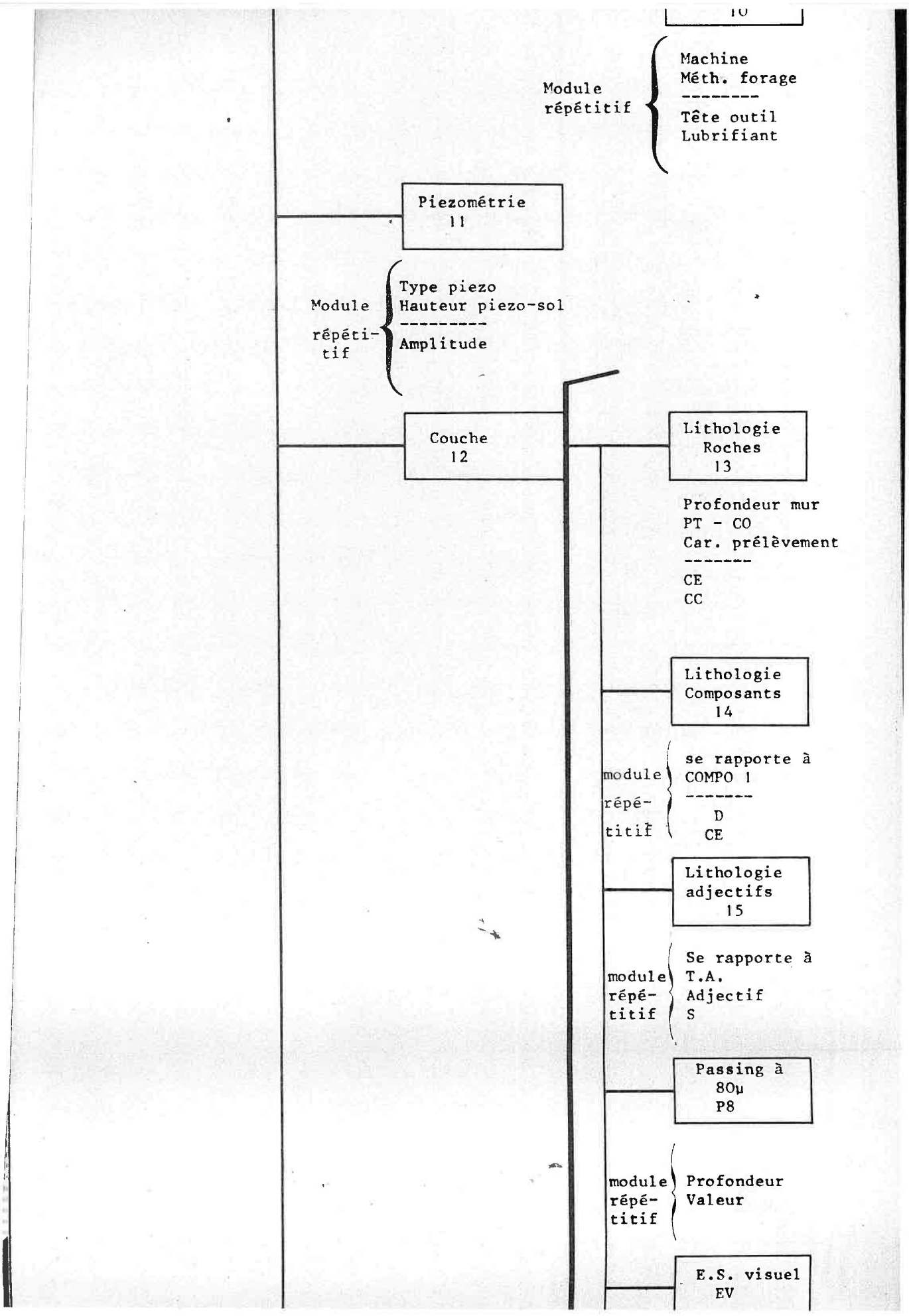
FIGURE 26

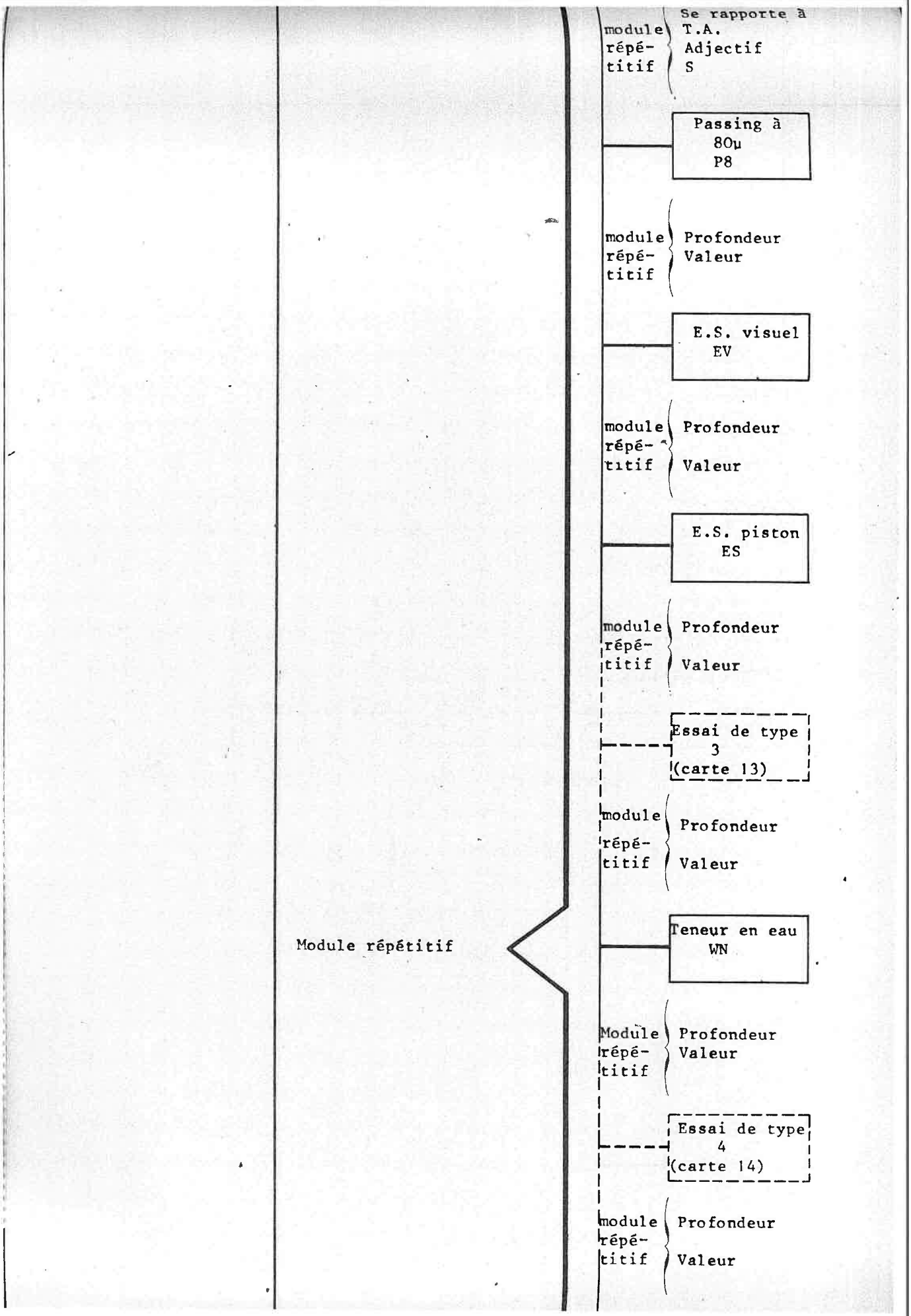


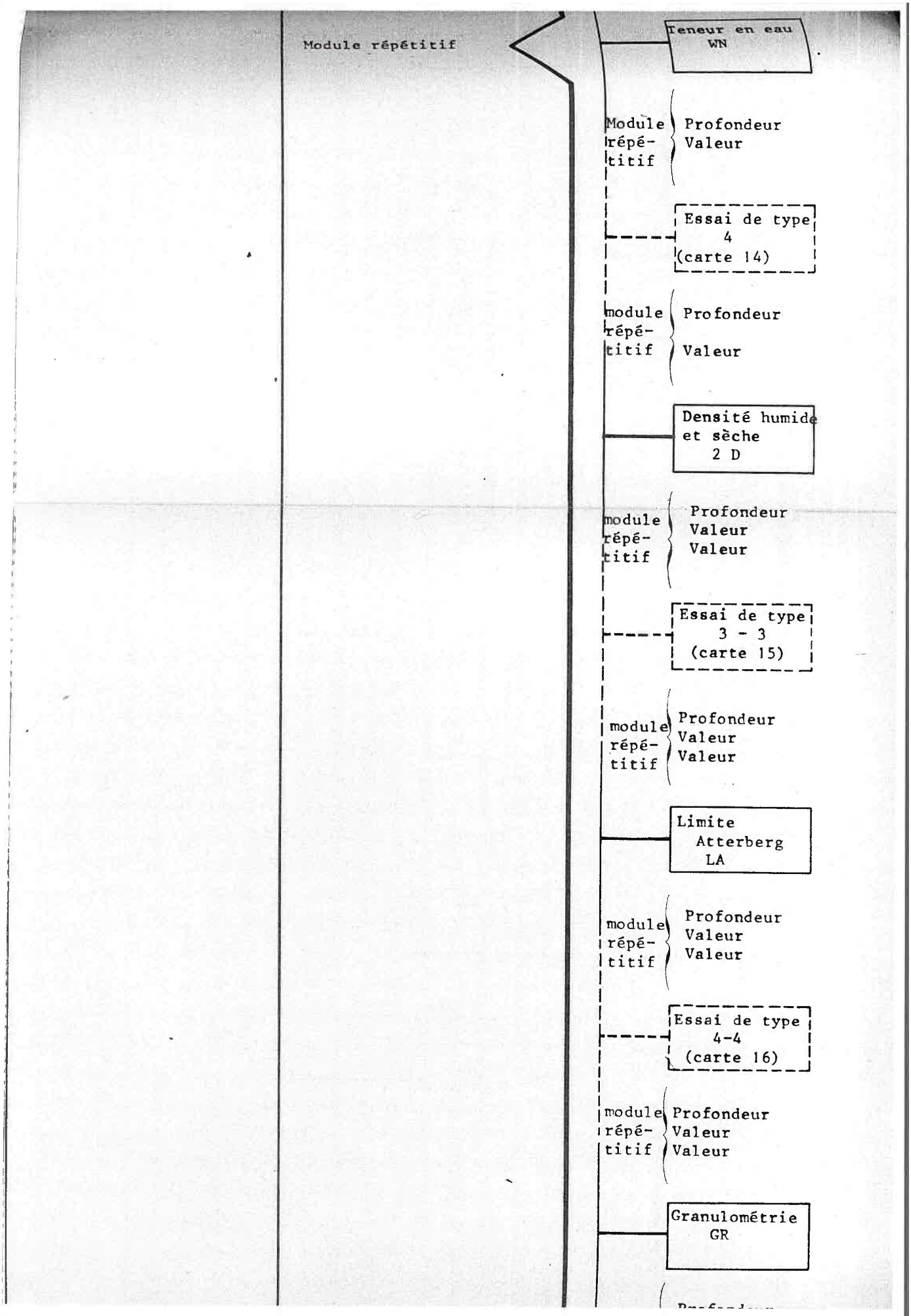
BIBL. UNIV. NANCY

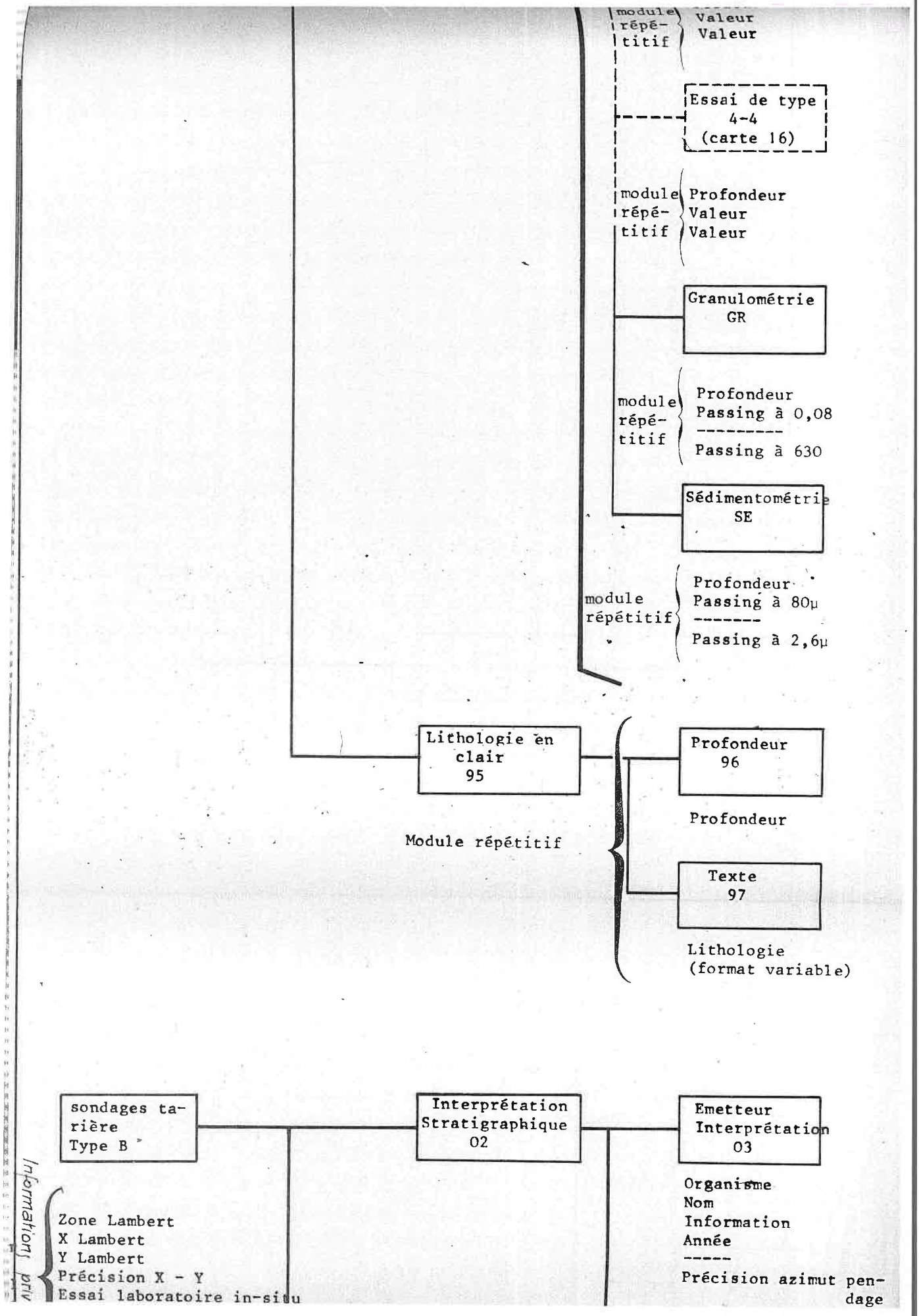


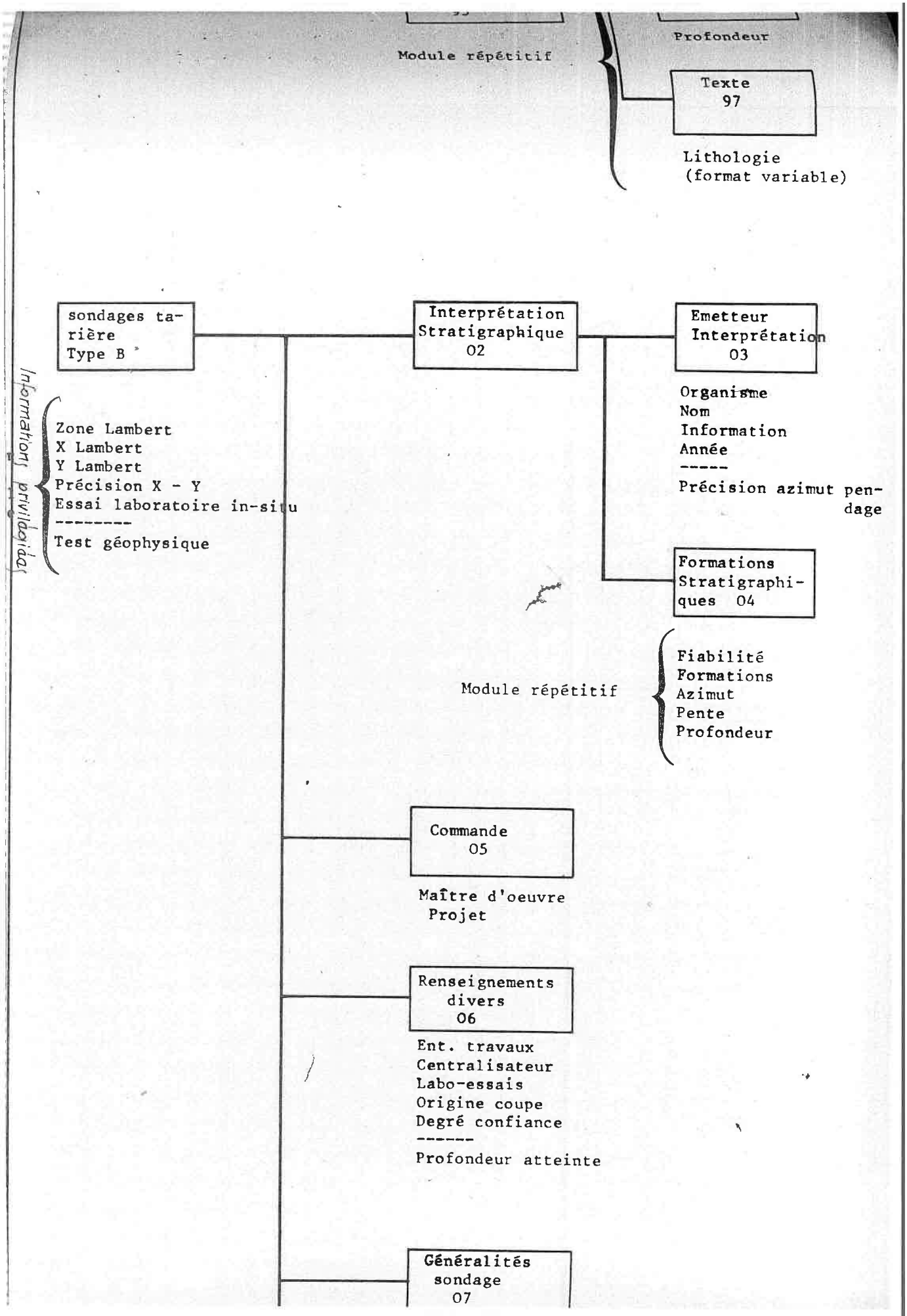
BIBL. UNIV. NANCY


10
Module répétitif
Machine
Méth. forage
Tête outil
Lubrifiant
Piezométrie
11
Module répéti-tif
Type piezo
Hauteur piezo-sol
Amplitude
Couche
12
Lithologie
Roches
13
Profondeur mur
PT - CO
Car. prélèvement
CE
CC
Lithologie
Composants
14
module répé-titif
se rapporte à
COMPO 1
D
CE
Lithologie
adjectifs
15
module répé-titif
Se rapporte à
T.A.
Adjectif
S
Passing à
80µ
P8
module répé-titif
Profondeur
Valeur
E.S. visuel
EV


Module répétitif
module répétitif
Se rapporte à T.A. Adjectif S
Passing à 80µ P8
module répétitif
Profondeur Valeur
E.S. visuel EV
module répétitif
Profondeur Valeur
E.S. piston ES
module répétitif
Profondeur Valeur
Essai de type 3 (carte 13)
module répétitif
Profondeur Valeur
Teneur en eau WN
Module répétitif
Profondeur Valeur
Essai de type 4 (carte 14)
module répétitif
Profondeur Valeur


Module répétitif
Teneur en eau
WN
Module répé- titif
Profondeur
Valeur
Essai de type
4
(carte 14)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Densité humide et sèche
2 D
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Essai de type
3 - 3
(carte 15)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Limite
Atterberg
LA
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Essai de type
4-4
(carte 16)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Granulométrie
GR

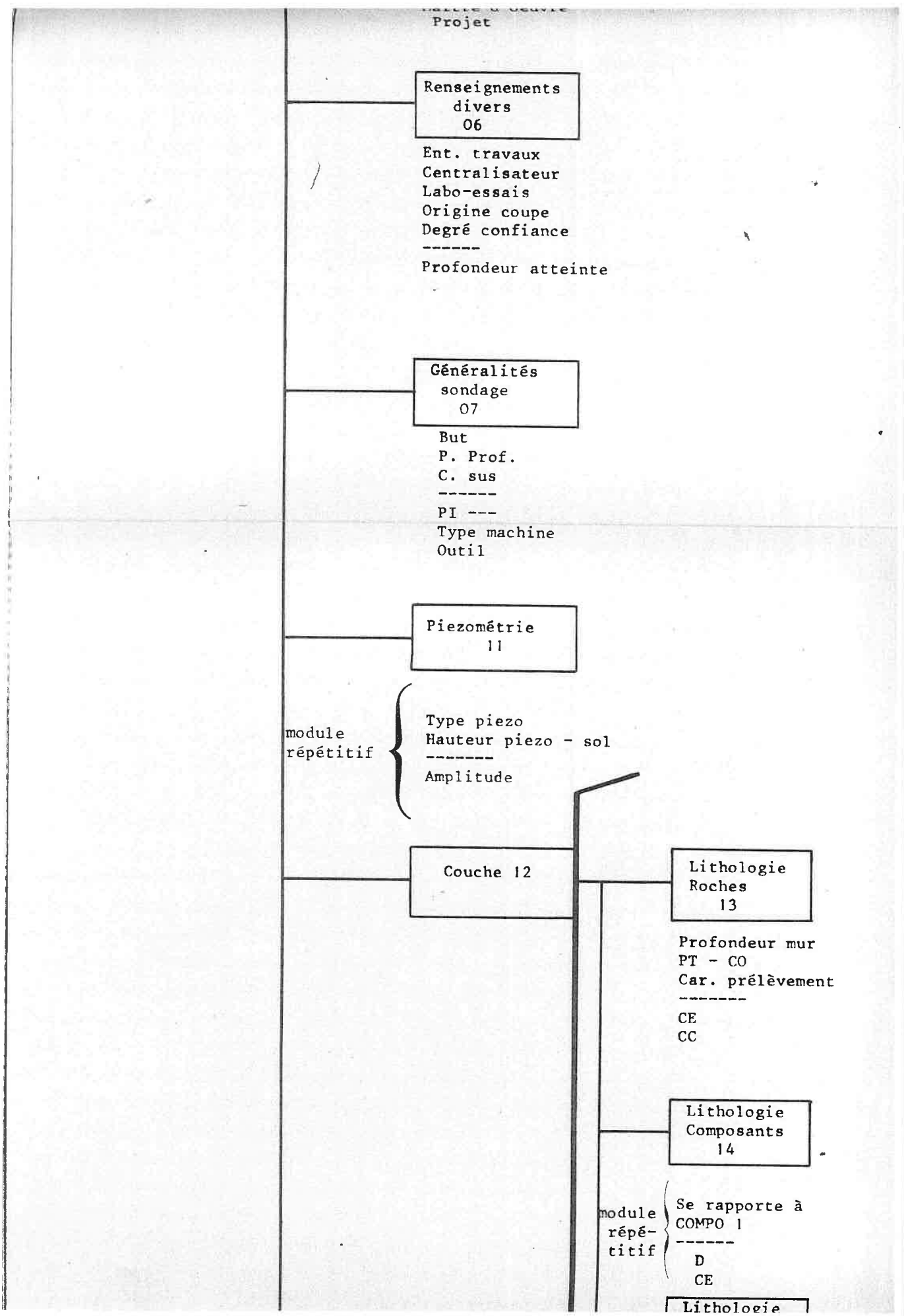

module répétitif
Valeur
Valeur
Essai de type 4-4 (carte 16)
module répétitif
Profondeur
Valeur
Valeur
Granulométrie GR
module répétitif
Profondeur
Passing à 0,08
Passing à 630
Sédimentométrie SE
module répétitif
Profondeur
Passing à 80µ
Passing à 2,6µ
Lithologie en clair 95
Module répétitif
Profondeur 96
Profondeur
Texte 97
Lithologie (format variable)
sondages tarière Type B
Informations priv
Zone Lambert
X Lambert
Y Lambert
Précision X - Y
Essai laboratoire in-situ
Interprétation Stratigraphique 02
Emetteur Interprétation 03
Organisme
Nom
Information
Année
Précision azimut pendage

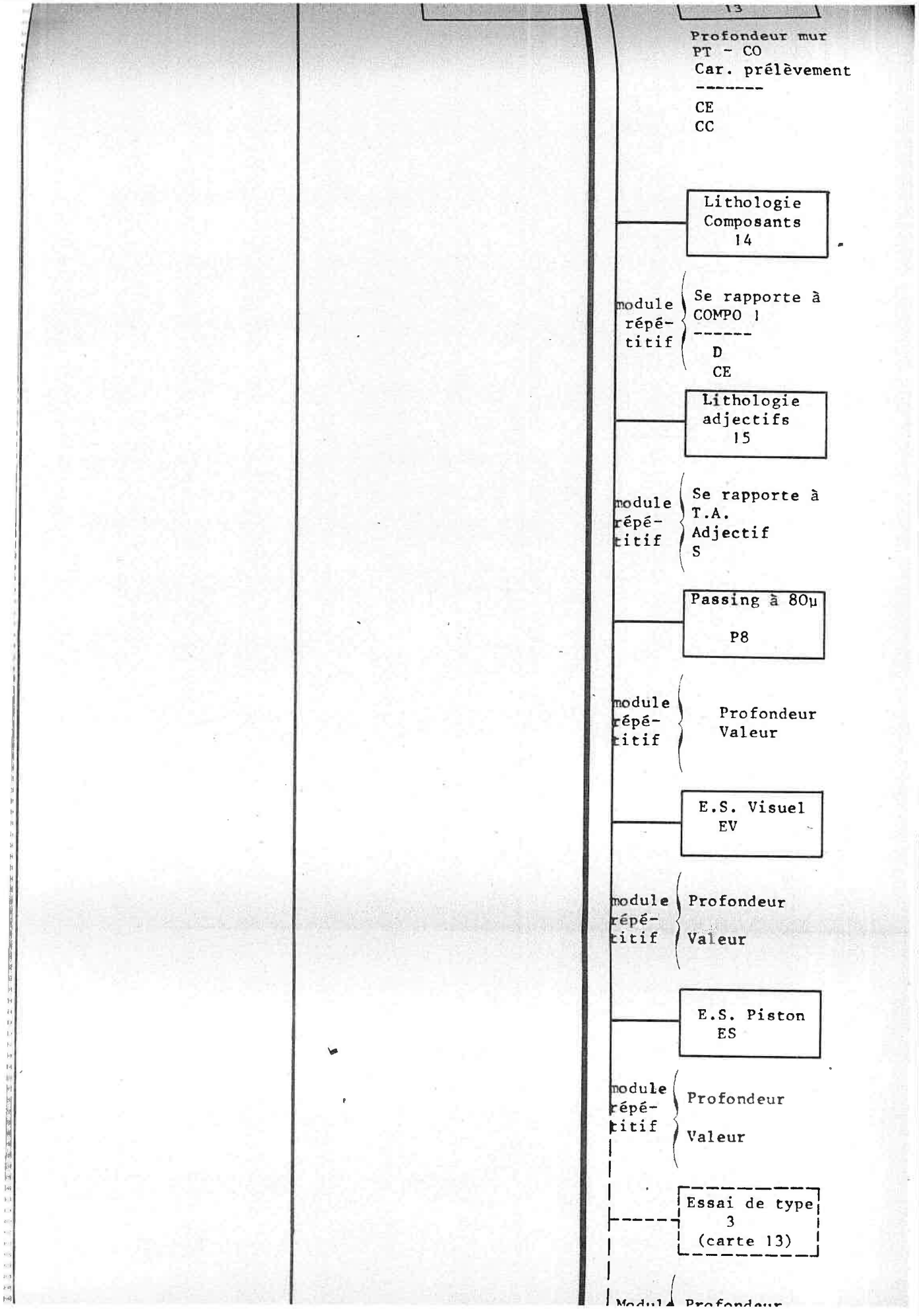

Module répétitif
Profondeur
Texte
97
Lithologie
(format variable)
sondages tarière
Type B
Interprétation
Stratigraphique
02
Emetteur
Interprétation
03
Organisme
Nom
Information
Année

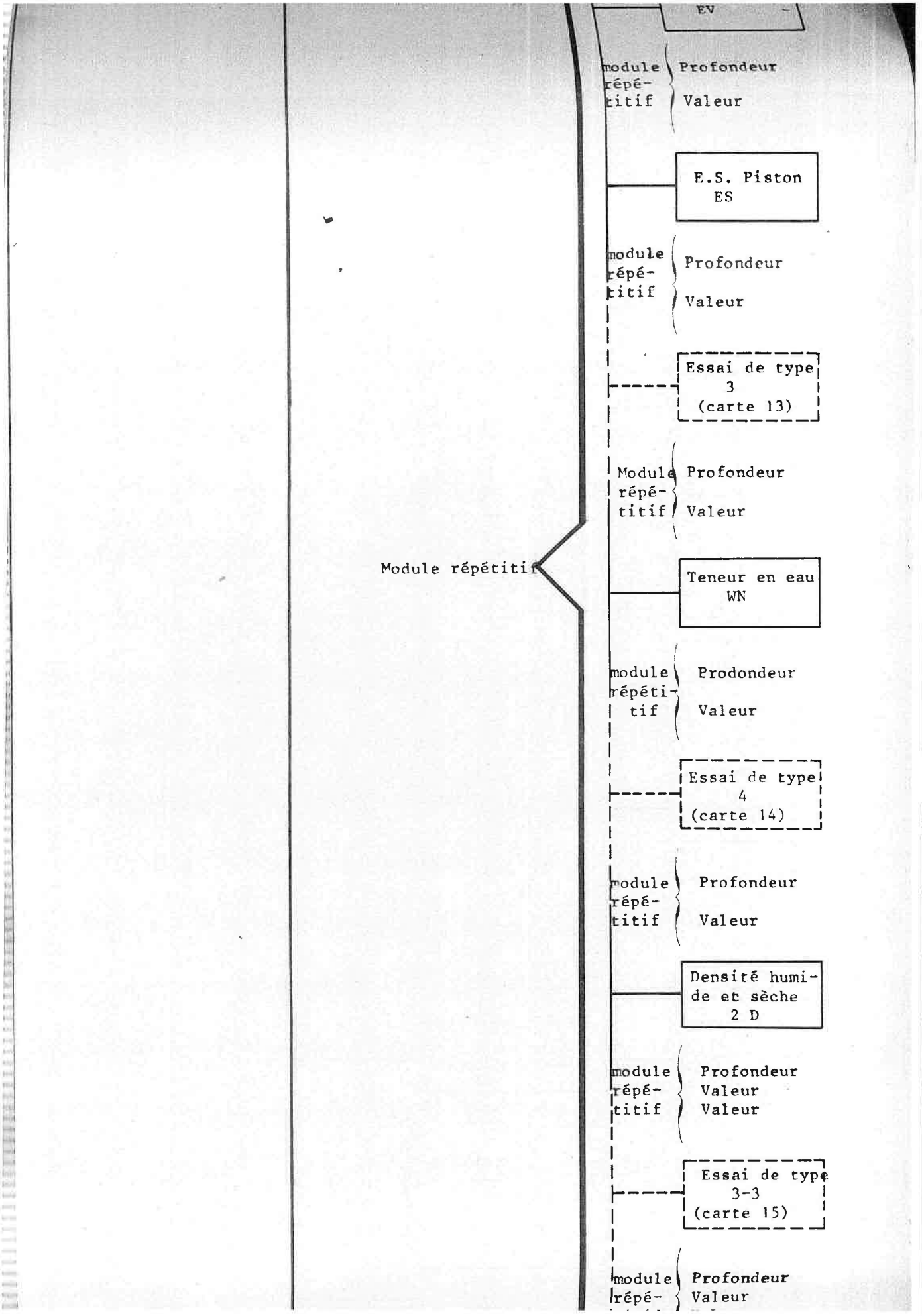
Précision azimut pendage
Informations privilégiées
Zone Lambert
X Lambert
Y Lambert
Précision X - Y
Essai laboratoire in-situ

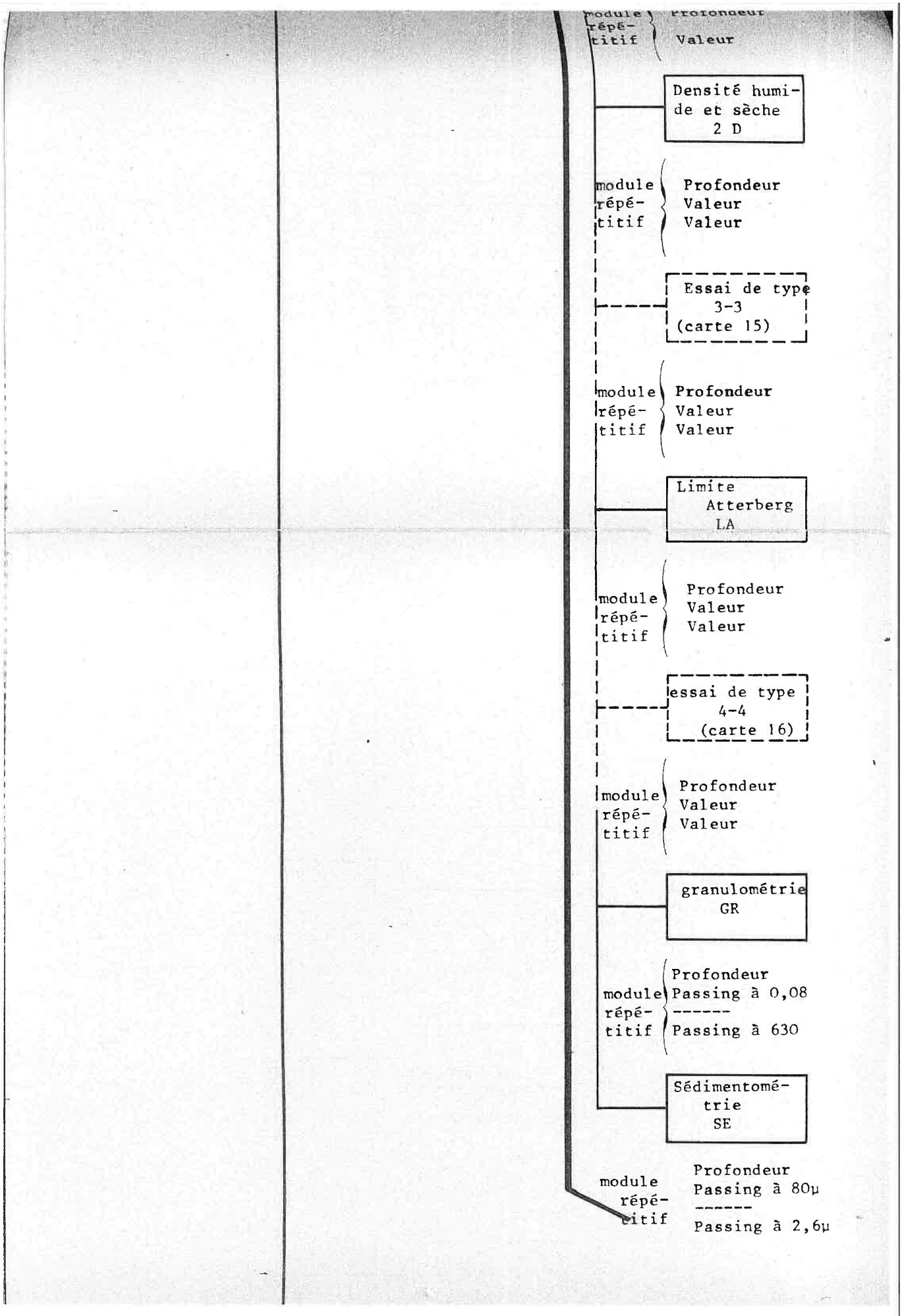
Test géophysique
Formations
Stratigraphiques 04
Module répétitif
Fiabilité
Formations
Azimut
Pente
Profondeur
Commande
05
Maître d'oeuvre
Projet
Renseignements
divers
06
Ent. travaux
Centralisateur
Labo-essais
Origine coupe
Degré confiance

Profondeur atteinte
Généralités
sondage
07


Projet
Renseignements divers 06
Ent. travaux
Centralisateur
Labo-essais
Origine coupe
Degré confiance
Profondeur atteinte
Généralités sondage 07
But
P. Prof.
C. sus
PI ---
Type machine
Outil
Piezométrie 11
module répétitif
Type piezo
Hauteur piezo - sol
Amplitude
Couche 12
Lithologie Roches 13
Profondeur mur
PT - CO
Car. prélèvement
CE
CC
Lithologie Composants 14
module répé- titif
Se rapporte à COMPO 1
D
CE
Lithologie

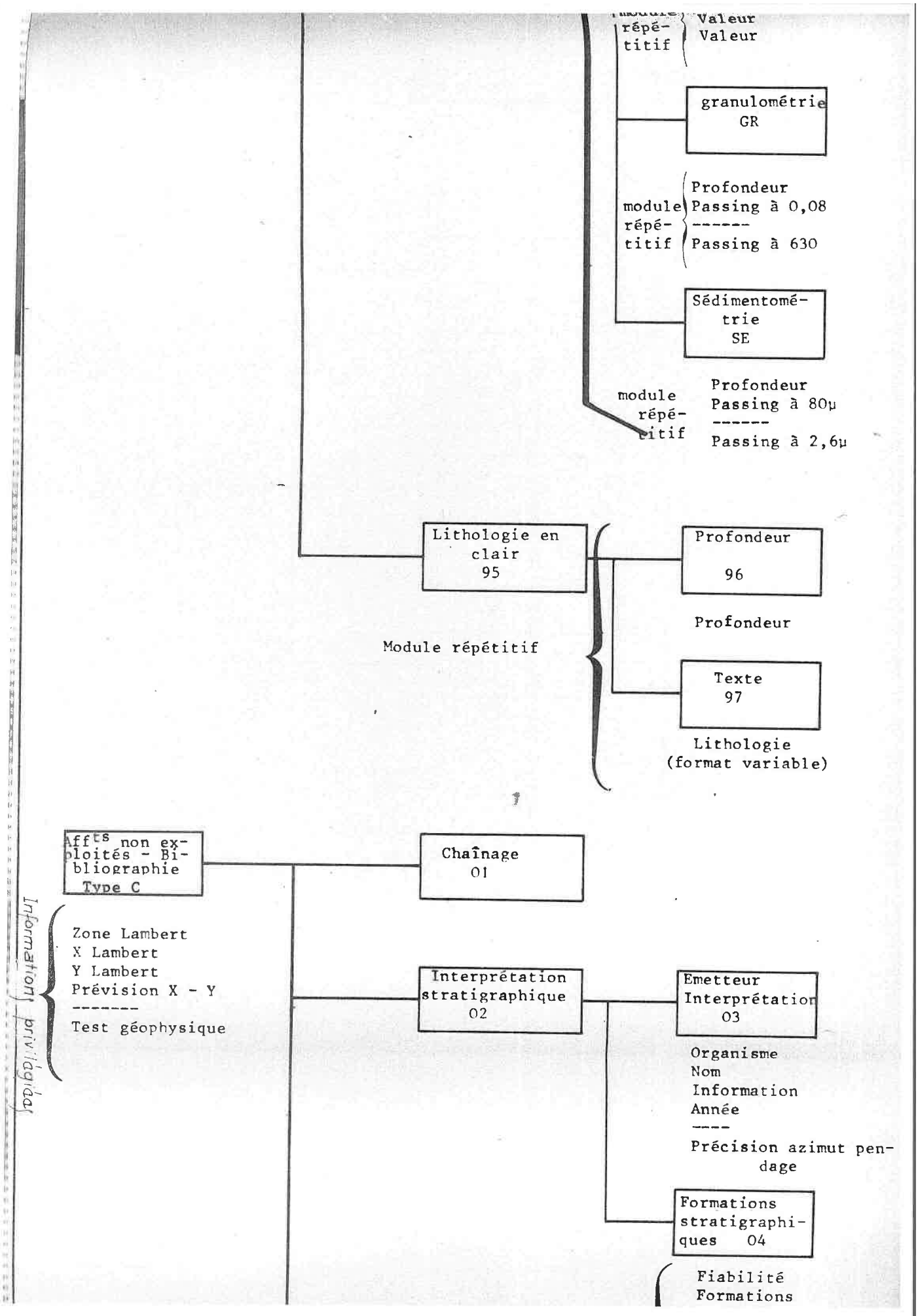

13
Profondeur mur
PT - CO
Car. prélèvement
CE
CC
Lithologie
Composants
14
module répétitif
Se rapporte à
COMPO 1
D
CE
Lithologie
adjectifs
15
module répétitif
Se rapporte à
T.A.
Adjectif
S
Passing à 80µ
P8
module répétitif
Profondeur
Valeur
E.S. Visuel
EV
module répétitif
Profondeur
Valeur
E.S. Piston
ES
module répétitif
Profondeur
Valeur
Essai de type
3
(carte 13)
Modul
Profondeur


EV
module répé- titif
Profondeur
Valeur
E.S. Piston
ES
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Essai de type 3 (carte 13)
Module répétitif
Module répé- titif
Profondeur
Valeur
Teneur en eau WN
module répéti- tif
Prodondeur
Valeur
Essai de type 4 (carte 14)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Densité humi- de et sèche 2 D
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Essai de type 3-3 (carte 15)
module répé-
Profondeur
Valeur


module répé- titif
Profondeur
Valeur
Densité humide et sèche
2 D
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Essai de type
3-3
(carte 15)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Limite
Atterberg
LA
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
essai de type
4-4
(carte 16)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
granulométrie
GR
module répé- titif
Profondeur
Passing à 0,08

Passing à 630
Sédimentométrie
SE
module répé- titif
Profondeur
Passing à 80µ

Passing à 2,6µ

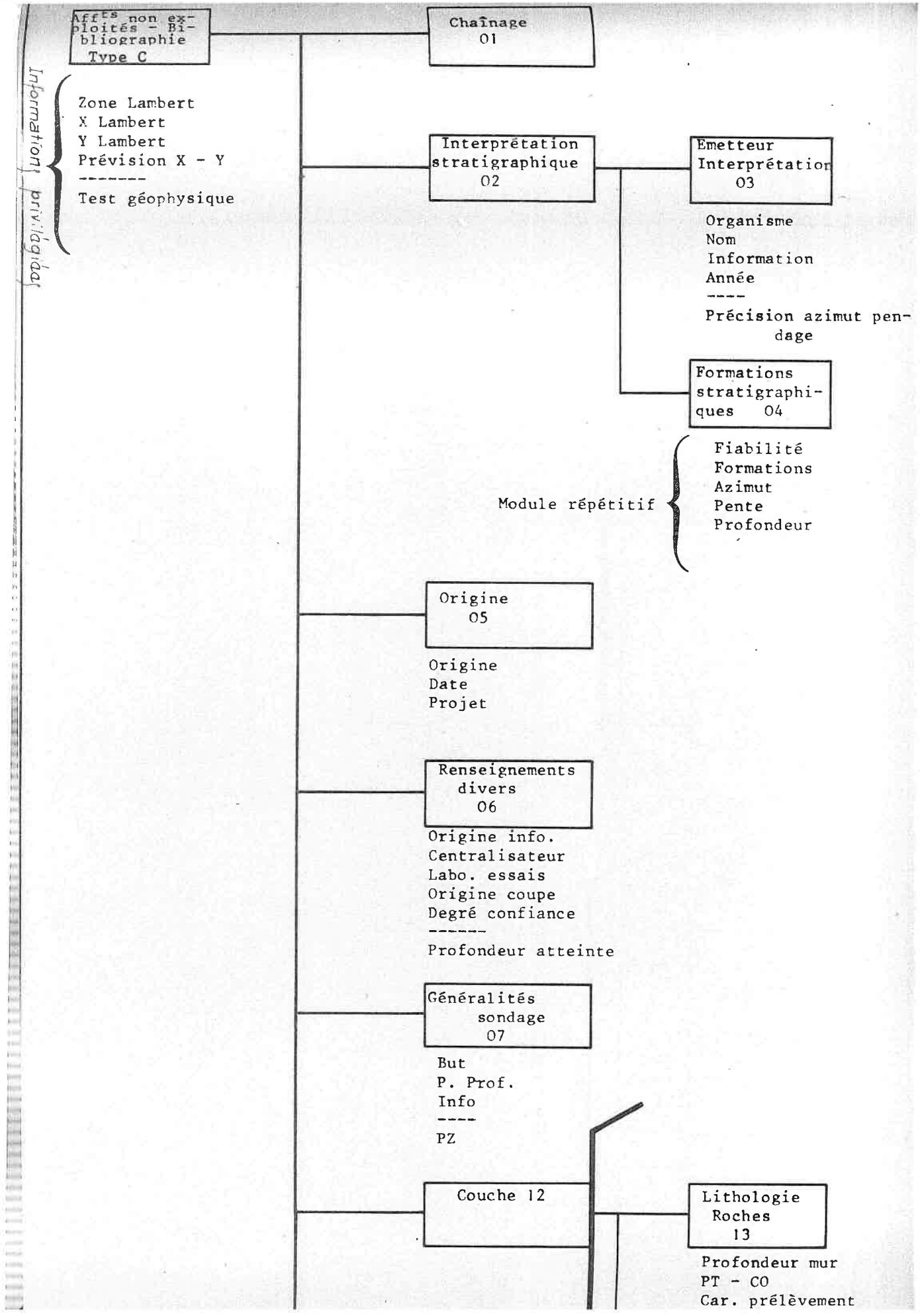

répé-
titif
Valeur
Valeur
granulométrie
GR
module
répé-
titif
Profondeur
Passing à 0,08

Passing à 630
Sédimentomé-
trie
SE
module
répé-
titif
Profondeur
Passing à 80µ

Passing à 2,6µ
Lithologie en
clair
95
Profondeur
96
Profondeur
Module répétitif
Texte
97
Lithologie
(format variable)
Affts non ex-
ploités - Bi-
bliographie
Type C
Chaînage
01
Zone Lambert
X Lambert
Y Lambert
Prévision X - Y

Test géophysique
Interprétation
stratigraphique
02
Emetteur
Interprétation
03
Organisme
Nom
Information
Année

Précision azimut pen-
dage
Formations
stratigraphi-
ques 04
Fiabilité
Formations

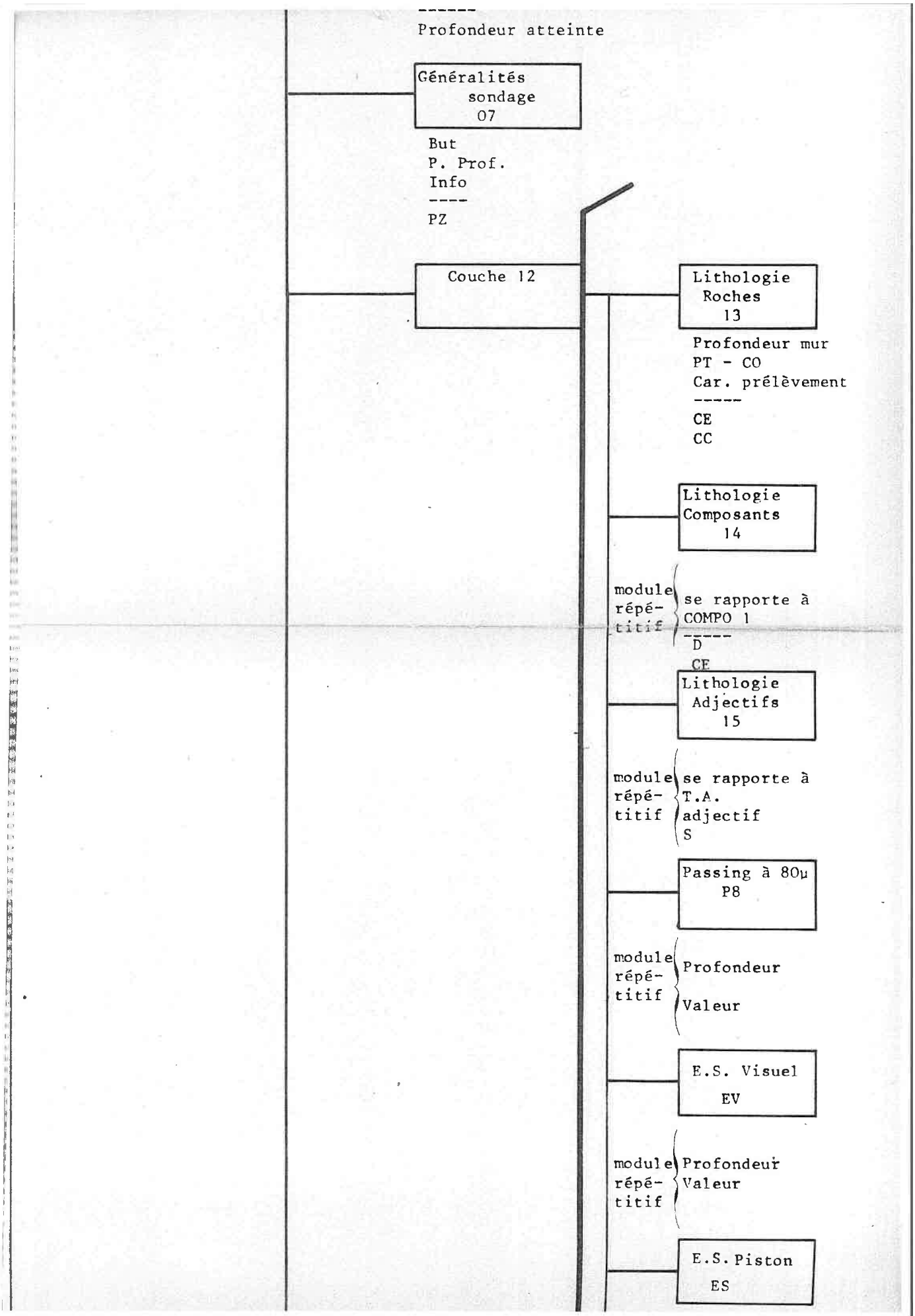

Affts non exploités - Bibliographie
Type C
Chaînage
01
Information privilégiée
Zone Lambert
X Lambert
Y Lambert
Prévision X - Y

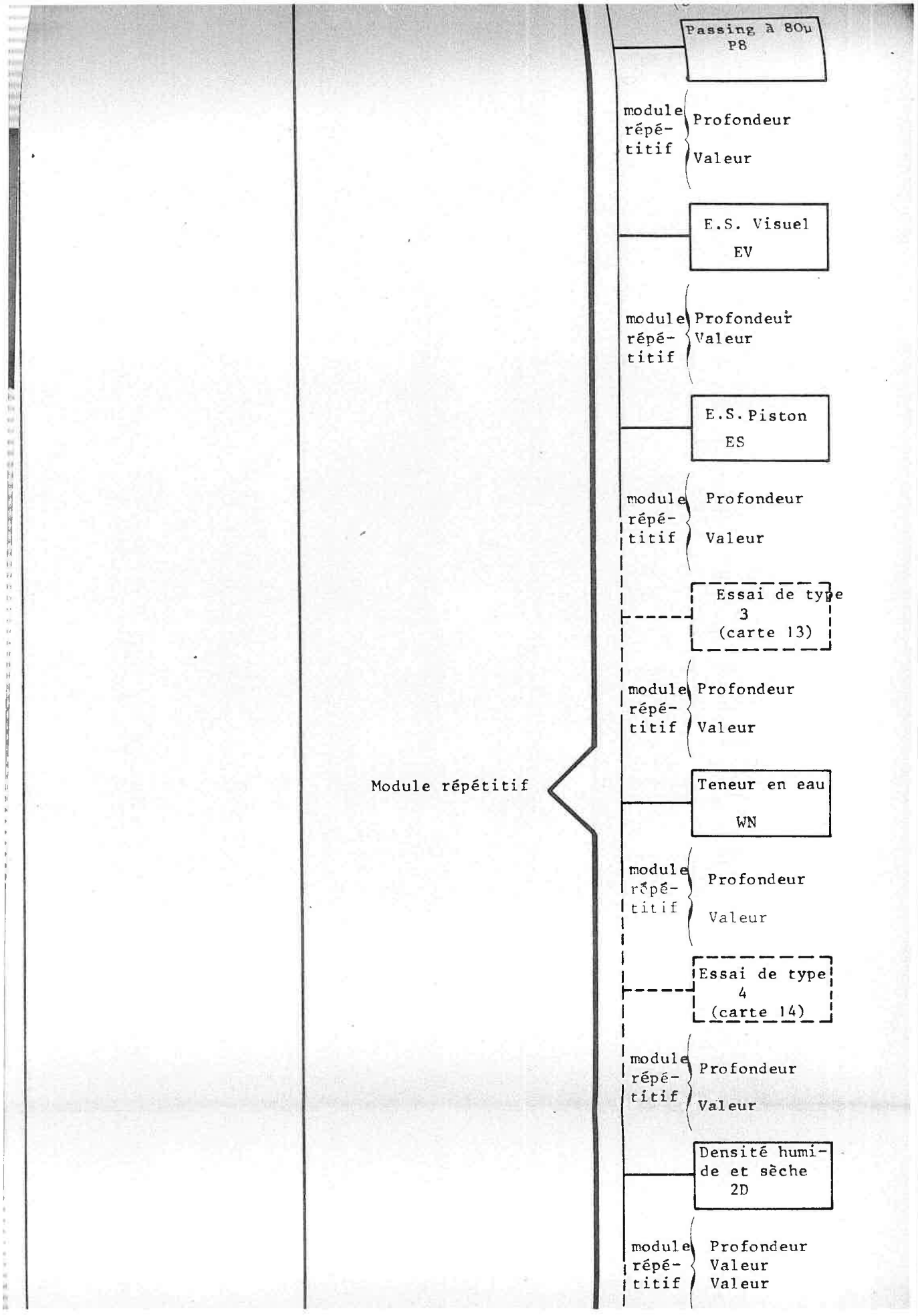
Test géophysique
Interprétation stratigraphique
02
Emetteur Interprétation
03
Organisme
Nom
Information
Année

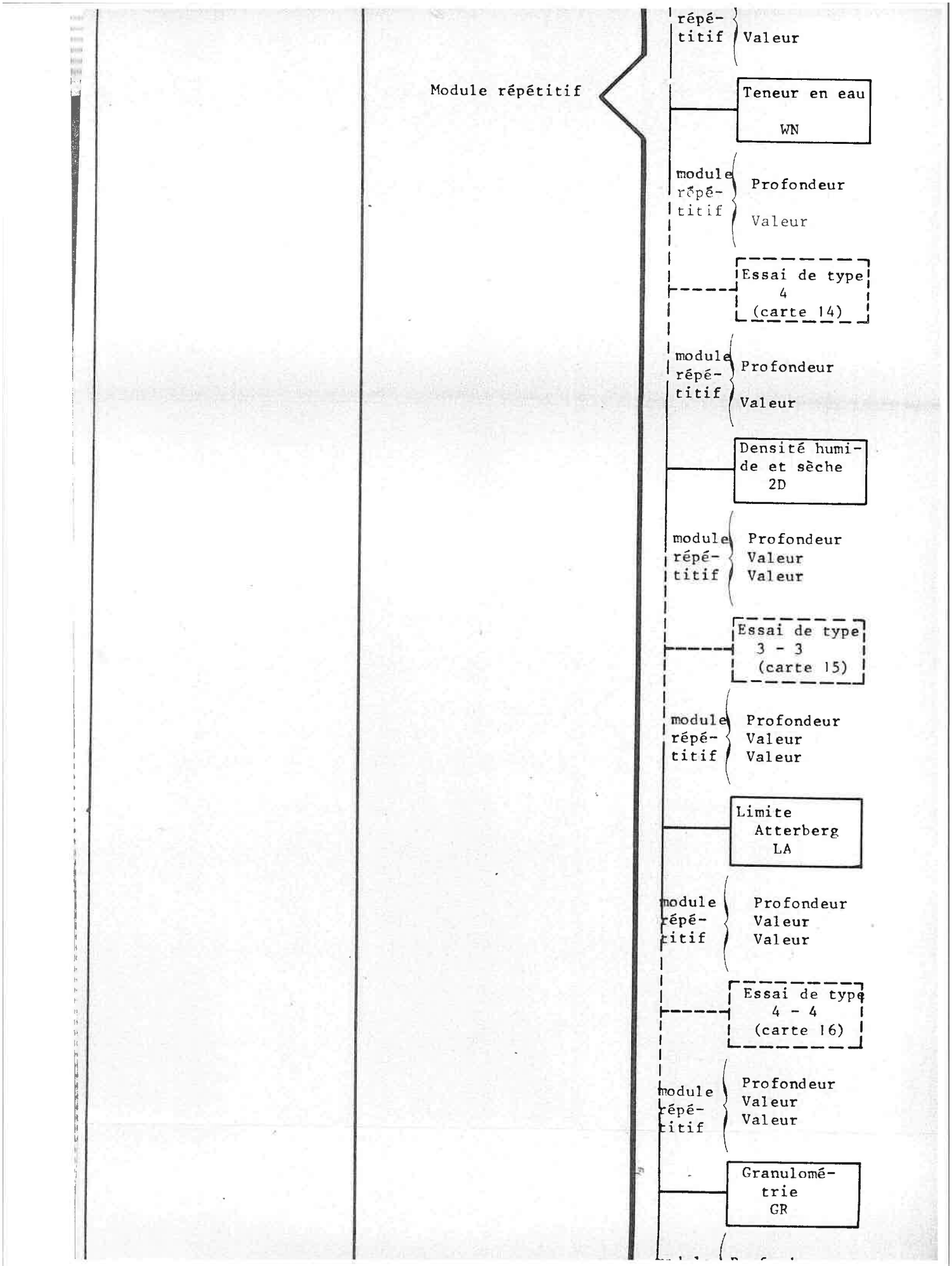
Précision azimut pendage
Formations stratigraphiques 04
Module répétitif
Fiabilité
Formations
Azimut
Pente
Profondeur
Origine
05
Origine
Date
Projet
Renseignements divers
06
Origine info.
Centralisateur
Labo. essais
Origine coupe
Degré confiance

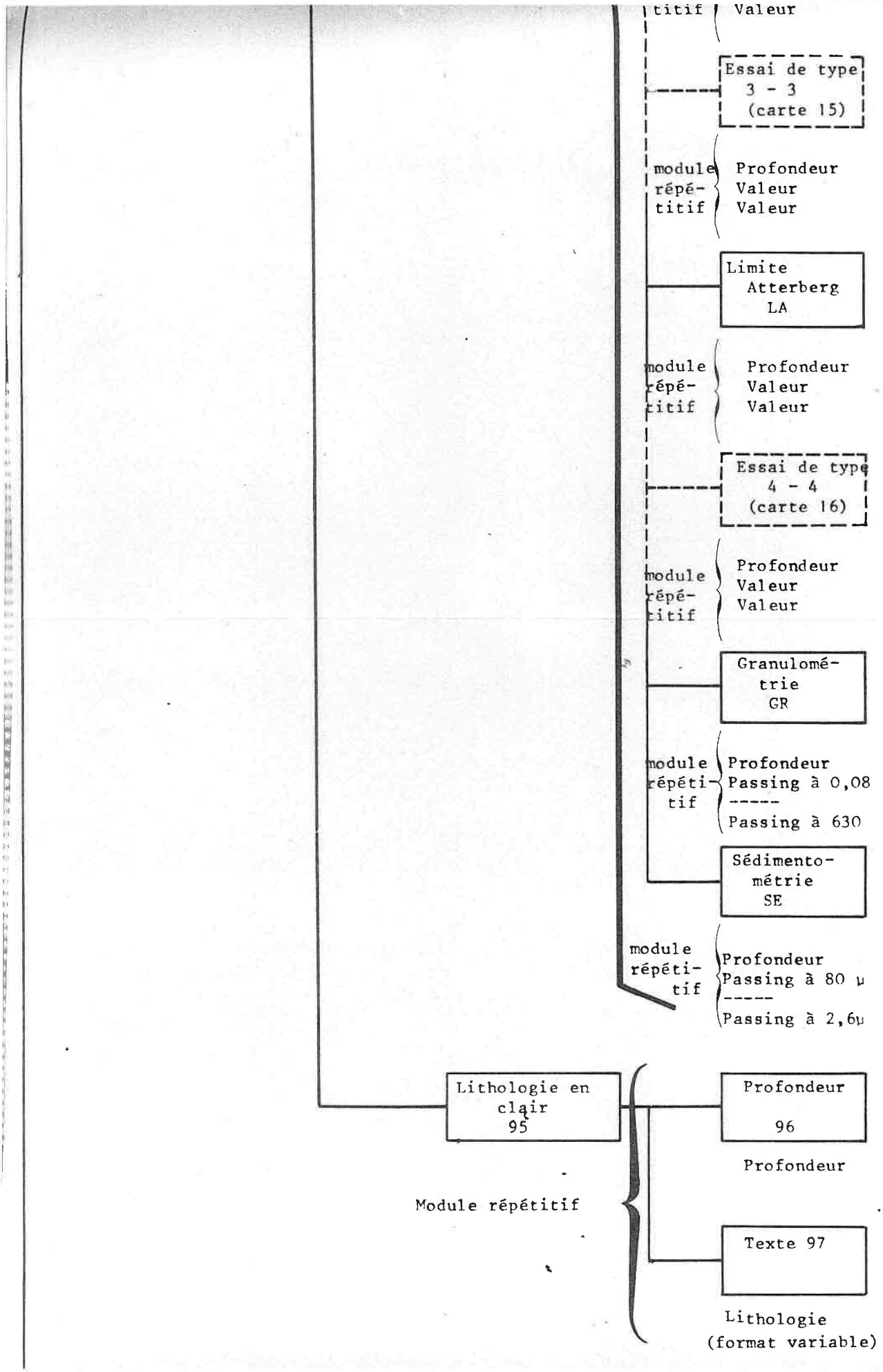
Profondeur atteinte
Généralités sondage
07
But
P. Prof.
Info

PZ
Couche 12
Lithologie Roches
13
Profondeur mur
PT - CO
Car. prélèvement


Profondeur atteinte
Généralités sondage 07
But
P. Prof.
Info
PZ
Couche 12
Lithologie Roches 13
Profondeur mur
PT - CO
Car. prélèvement
CE
CC
Lithologie Composants 14
module répétitif
se rapporte à COMPO 1
D
CE
Lithologie Adjectifs 15
module répétitif
se rapporte à T.A. adjectif
S
Passing à 80µ P8
module répétitif
Profondeur
Valeur
E.S. Visuel EV
module répétitif
Profondeur
Valeur
E.S. Piston ES


Module répétitif
Passing à 80µ
P8
module répé-titif
Profondeur
Valeur
E.S. Visuel
EV
module répé-titif
Profondeur
Valeur
E.S. Piston
ES
module répé-titif
Profondeur
Valeur
Essai de type 3 (carte 13)
module répé-titif
Profondeur
Valeur
Teneur en eau
WN
module répé-titif
Profondeur
Valeur
Essai de type 4 (carte 14)
module répé-titif
Profondeur
Valeur
Densité humide et sèche
2D
module répé-titif
Profondeur
Valeur
Valeur


Module répétitif
répé-
titif
Valeur
Teneur en eau
WN
module
répé-
titif
Profondeur
Valeur
Essai de type
4
(carte 14)
module
répé-
titif
Profondeur
Valeur
Densité humi-
de et sèche
2D
module
répé-
titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Essai de type
3 - 3
(carte 15)
module
répé-
titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Limite
Atterberg
LA
module
répé-
titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Essai de type
4 - 4
(carte 16)
module
répé-
titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Granulomé-
trie
GR


titif
Valeur
Essai de type 3 - 3 (carte 15)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Limite Atterberg LA
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Essai de type 4 - 4 (carte 16)
module répé- titif
Profondeur
Valeur
Valeur
Granulomé- trie GR
module répéti- tif
Profondeur
Passing à 0,08

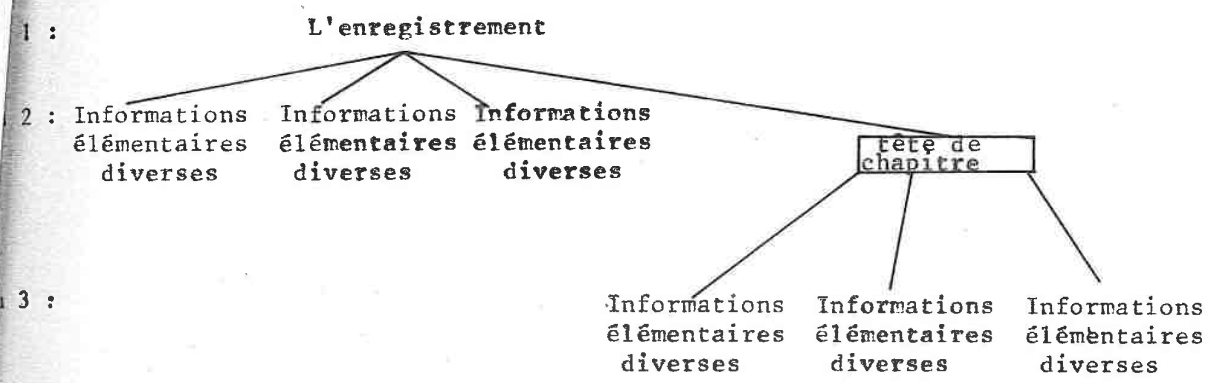
Passing à 630
Sédimento- métrie SE
module répéti- tif
Profondeur
Passing à 80 µ

Passing à 2,6µ
Lithologie en clair 95
Profondeur 96
Profondeur
Module répétitif
Texte 97
Lithologie (format variable)

II - 3 - a - α - ELABORATION DE LA STRUCTURE DANS LE CAS DU FICHIER GEOLOGIQUE

Les structures les plus simples entrant facilement dans une structure complexe, nous avons généralisé notre structure la plus compliquée. Pour ce faire, nous avons défini l'information élémentaire qui est la zone mémoire la plus petite que l'on puisse extraire du fichier par exemple le département, le n° de dossier, le nom d'une roche. Cette information élémentaire correspond le plus souvent à une suite de symbols telle que toute partition de cette suite donne une information fausse (exemple d'un nombre tronqué) ou vide de sens (exemple d'un mot en semantique), mais ce n'est pas indispensable, ainsi pourrait-on regrouper en une seule information élémentaire le mois et l'année du sondage.

Nous avons ensuite défini une arborescence possible à trois niveaux :



Au niveau 1, se trouve obligatoirement l'enregistrement. Le niveau 3 peut être absent si inutile. La tête de chapitre peut être une information élémentaire de nature (par exemple, couche ou piezométrie...). Nous avons ainsi obtenu la structure de la figure 26 dans le cas de notre fichier.

On constate que certaines informations susceptibles de servir fréquemment de critères de sélection ont été placées au niveau 1. Ce sont des informations considérées comme priviligiées et occupant une place particulière dans l'enregistrement (cf. plus bas).

Nous constatons que les informations non structurées

N° DE CLASSEMENT
RC sur sol (≤10bar)
Bassing ≠ 80μ
ES visuel ou inconnu
ES Piston
Densité humide
Densité sèche
Poids spécifique.
Teneur en carbonate
Teneur en sulfate
Los angelès
Deval sec
Deval humide
Fragmentation dyn.
Porosité.
Permeab.(essai inconnu)
Permeab.(essai pompage)
Permeab.(essai Lefranc)
Permeab.(essai lugeon)
Permeab.(essai ædomètre)
Teneur en eau -
RC sur roche (> 10 bar)
vitesses soniques
Limites d'atterberg
Densité humide et sèche
ES visuel + ES Piston
Los angeles + LA gel-dégel
RC après gel dégel
Vitesse son après gel dégel
Granulométrie
Comptage Petro (0D)
CP (0 5)
CP (5 10)
CP (10 20)
CP (20 40)
CP (40 80)
CP (50 80)
CP (0 80)
carte
8 carte
9
A° carte
B°
C°
D° carte.
D° E° F°

Figure 27

dans le système déjà réalisé, se trouvent au niveau 2 dans la nouvelle forme. Les nombres situés dans les cases correspondent à la codification des "têtes de chapitres".

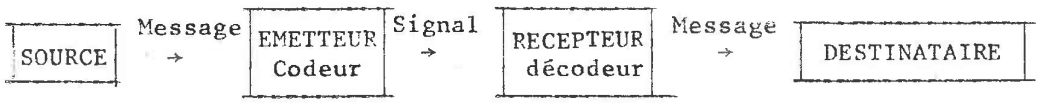
Nous avons également introduit des informations élémentaires de format variable dont nous avons besoin pour le module n° 97 au niveau 3 (entrée de la lithologie en clair).

Le nombre de niveaux a été pris égal à 3 parce qu'il suffisait à notre fichier d'une part et que l'augmentation du nombre de niveaux (voire illimité) compliquait singulièrement le programme.

Certains types d'information destiné à faciliter le traitement, ne peuvent plus être pris en compte, il en est ainsi par exemple de la carte 7 dans l'ancien système (cf. figure 27).

II - 3 - a - β - ASPECT THEORIQUE DE LA GENERALISATION AU NIVEAU DE L'INFORMATION

La théorie de l'information étudie généralement l'information constituée par un ensemble de symboles. Ces symboles assimilés à des particules permettent d'élaborer une théorie parallèle à la thermodynamique statistique. On s'intéresse non pas vraiment à la signification de l'information pour le destinataire, mais à la quantité de symboles et aux codes au niveau de l'émetteur suivant le schéma classique :



Ce point de vue est très logique pour l'étude de l'utilisation des codes en machine, mais semble beaucoup moins pratique voire inutile pour l'étude des informations fournies au destinataire.

Il nous a donc paru plus intéressant de nous placer au niveau du destinataire qui finalement détermine la structure et le contenu du fichier, c'est du moins le problème que nous avons eu à affronter.

Nous ne considérons plus l'information au stade du mot mais au niveau de la phrase.

Dans les lignes qui suivent, nous utiliserons des termes et parfois de raisonnements communs à la théorie de l'information, bien que ne définissant pas ou ne débouchant pas sur les mêmes choses. Encore une fois, il ne s'agit pas de déformer gratuitement la théorie de l'information, mais plutôt d'élaborer certains raisonnements utiles à l'exploitation du système créé.

A) Information et information élémentaire

L'information I telle que nous la considérons est un ensemble d'informations élémentaires x_i (cf : définition au paragraphe II - 3 - a - α) x_i étant une valeur ou un domaine de valeur sémantique ou numérique :

$$I = \{x_1 \ ; \ x_2 \ ; \ \ldots \ ; \ x_n\}$$

L'information élémentaire en données urbaines a été considérée par K. Jones comme définie par un système d'axes à 3 dimensions :

- la première est relative à l'entité (l'identificateur de chaque entité se faisant par un nom ou par un numéro).

- la seconde est relative à l'attribut ou la caractéristique décrivant l'entité.

- la troisième est le temps auquel la donnée se rapporte

Nous compliquerons un peu ce système en considérant 4 types d'informations élémentaires :

1° - Informations élémentaires définissant la nature de l'information

2° - Informations élémentaires définissant l'intensité ou l'attribut de l'information.

3° - Informations élémentaires définissant la localisation de l'information dans l'espace.

4° - Informations élémentaires définissant la localisation de l'information dans le temps (avec éventuellement sa durée de vie).

Ces 4 types d'informations élémentaires évoquent le "où ?, quand ?, comment ?" que les militaires apprennent aux jeunes recrues devant rapporter une information.

A titre d'exemple, nous prendrons une phrase quelconque:

"la sondeuse TEXOMA du Laboratoire est tombée ne panne ce jour à 9 heures à Epinal".

Les informations élémentaires se répartiront en :

nature : fonctionnement, sondeuse, Texoma, Laboratoire
intensité ou attribut : devenu, en panne
localité dans l'espace : Epinal
localisation dans le temps : ce jour, 9 heures.

On peut donc avoir plusieurs informations élémentaires par type d'information élémentaire.

D'autre part, l'information I peut se définir à plusieurs niveaux. Ainsi peut-on considérer l'enregistrement comme une information globale (contenant des informations par exemple administratives lithologiques, piezométriques...). De même et à un autre niveau, la lithologie constitue également une information.

B) Définition de l'information

Nous dirons qu'une information est parfaitement définie, lorsque toute nouvelle information élémentaire susceptible d'être ajoutée au message est redondante, et qu'il n'existe pas d'informations élémentaires exclusives dans le message.

La première condition peut encore s'exprimer comme suit:

Soit une information I :

$$I = \{x_1 ; x_2 ; \ldots ; x_n\}$$

Soit une autre information I' :

$$I' = \{x_1 ; x_2 ; \ldots ; x_n ; y_1 ; y_2 ; \ldots ; y_n\}$$

Si I est parfaitement défini, on doit avoir :

$$I = I'$$

Les informations y_1 , y_2 , ... y_n sont redondantes ce qui se traduit par une relation de la forme :

$$y_i = F (x_i ; x_j ; \ldots x_k)$$

F pouvant signifier fonction dans le cas d'informations numériques et voulant dire que x_i, x_j, ... x_k étant des valeurs sémantiques connues, y_i est également connu.

Pour qu'une information soit bien définie, il faut donc :

$$I = \{x_i \ / \ (\forall y_i \epsilon I'), \ (I \subset I'), \ y_j = f(x_i)\}$$

La deuxième condition pour que I soit parfaitement défini est que si

$$x_i \in I$$
$$x_y \in I$$

x_i ne soit pas exclusif de x_j (exemple : un objet unicolore ne peut être à la fois blanc et noir).

C) Quelques propriétés de l'information

Référentiel de l'information. Ce référentiel est constitué par le créateur du système d'information. C'est l'ensemble J des informations I que peut contenir le système i-e.

$$I = \{x_i \ / \ \forall x_i \in I, \ x_i \in J\}$$

Ces informations I sont émises par une source cohérente, lorsque pour définir la nature (cf. paragraphe A dans II - 3 - a - β) des informations élémentaires, elle émet des informations élémentaires contenues dans le référentiel par l'utilisateur.

Silence, bruit, distorsion - soit une information

$I = \{x_1; x_2; \ldots; x_n\}$

ayant subi au cours de transcription, une modification et devenue

$I' = \{x_1; x_2; \ldots; x_s; \ldots; x_n\}$

avec $x_s \notin I$

Il y aura silence si x_s a remplacé x_k tel que

$x_k \in I$ et $x_k \notin I'$

et qu'une sélection des informations se fasse suivant la présence de x_k dans les informations.

Il y aura bruit lorsqu'une sélection des informations se fera suivant la présence de x_s dans les informations.

Il y aura distorsion lorsque x_s remplace x_k mais que x_k est relié par une fonction connue (la dérive) à x_s :

$x_k = F(x_s)$

avec les mêmes réserves sur F qu'au paragraphe B de II - 3 - a - β

Expansion, réduction - soit une information

$I = \{x_1; x_2; x_3; \ldots; x_n\}$

Nous appelerons expansion de x_2 dans I, l'operation :

$I = \{x_1; \alpha_1; \alpha_2; \ldots; \alpha m; x_3; \ldots; x_n\}$

avec $x_2 = \{\alpha_1; \alpha_2; \ldots; \alpha m\}$

et réduction l'opération inverse

$$\beta = \{x_2; x_3; \ldots; x_{n-2}\}$$

$$I = \{x_1; \beta ; x_{n-1}; x_n\}$$

Lorsque la réduction s'opère sans perte d'information, il conviendra de la pratiquer au maximum. Sinon elle sera pratiquée, mais en conservant la forme expansée pour permettre des sélections rapides sur peu de caractères, l'information expansée étant ensuite utilisée. C'est le cas par exemple, des tests de la carte 1 qui sont généralement redondants avec les informations que contient l'enregistrement.

Thésaurus. On peut en définir deux sortes :

- la liste des termes normalisés qui sert à vérifier l'orthographe du mot entré.

- la liste des termes normalisés correspondant à des codes. Cette liste permet de vérifier l'orthographe du mot entré et de gagner de l'espace mémoire en compactant le mot en clair sous forme d'un code, la transformation se faisant généralement par l'ordinateur en entrée (codage) et en sortie (décodage).

D) Qualité de l'information

Nous considérerons une source cohérente d'informations, par exemple un fichier dont le référentiel est :

$$J \quad \{x^1; x^2; \ldots; x^M\}$$

avec x^1 variable représentant l'un des états possibles de la première information élémentaire.

D'autre part, suivant les valeurs prises par x^1, d'autres informations élémentaires peuvent devenir redondantes (ainsi, si un Maître d'Oeuvre n'a réalisé qu'un projet une année, la désignation du projet est redondante avec l'année) :

$$x_2 = F(x_i; x_j; \ldots; x_k)$$

En fait, dans ce cas, pour évaluer la quantité d'information, nous considérons l'information x_1 comme présente dans I, bien que n'y figurant pas nécessairement.

Moyennant cette condition, et supposant qu'il n'a pas été pratiqué d'expansion ou de réduction, nous définirons la qualité Q de l'information I par :

$$Q(I) = \frac{n_I}{N_I}$$

avec n_I le nombre des informations élémentaires présentes et sous-entendues dans I

N_I le nombre total des informations élémentaires que peut contenir I

Nous pouvons faire intervenir la crédibilité des informations dans cette formule. Si on évalue en pourcentage la crédibilité C_i de l'information I, la formule devient :

$$Qc(I) = \frac{C_I}{100} \quad \frac{n_I}{N_I}$$

Si les crédibilités se rapportent aux informations élémentaires, il vient :

$$Q_{ci}(I) = \frac{1}{N_I} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i}{100}$$

avec C_i crédibilité de l'information élémentaire.

Nous remarquons que Q(I) = 1 correspond à la qualité maximum d'une information, que Q (I)<1 est une information incomplète et que Q (I)>1 serait une information redondante.

Ce qui a été dit, s'applique très bien dans le cas du format fixe. Ainsi pourrait-on facilement évaluer la qualité de la carte 02 du type A.

Dans le cas des informations répétitives, la notion de référentiel ne suffit plus pour définir Q. Si une unité d'informations élémentaires est répétitive, et contient n_r informations élémentaires et est N_r fois présente, la qualité de l'information fournie par les N_r unités sera :

$$Q_r\ (I) = \frac{n_I}{N_r \times n_r}$$

avec n_i nombre d'informations élémentaires présentes et sous-entendues.

Au niveau de l'enregistrement, la formule deviendrait

$$Q_e'(I) = \frac{n_I}{N_I - \Sigma n_r^i + \Sigma N_r^i \times n_r^i}$$

$$Qe\ (I) = \frac{n_I}{N_I + \Sigma n_r^i\ (N_r^i - 1)}$$

La formule se complique donc assez rapidemment.
D'autre part,on voit que cette formule ne tient pas compte du nombre de fois où une unité d'information est répétée, mais seulement de son remplissage, ce qui paraît logique dans le cas particulier du fichier étudié.

Cette notion de qualité a l'avantage de permettre une évaluation chiffrée de la qualité de l'information apportée par exemple par un sondage. En particulier, on pourrait imposer une qualité minimum pour entrer ou pour extraire un sondage suivant l'utilisation que l'on veut en faire.

E) Quantité d'information

A la question : "Sachant qu'il est mort l'unede ces deux années, Iouis XIV est-il mort en 1714 ou 1715 ?", sans l'information, notre chance de tomber juste est de 1/2.

Si par contre, la question devient :

"Sachant qu'il est mort durant l'une de ces 901 années, en quelle année entre les ans 1000 et 1900 Louis XIV est-il mort ?" sans l'information notre chance de tomber juste est de 1/901.

D'une façon générale, nous définirons la quantité d'information comme inversement proportionnelle à la probabilité de l'information répondant à une question.

Soit donc une information I, telle que

$$I = \{ x^1_{i1}; x^2_{i2}; \ldots; x^n_{in} \}$$

avec $Q(I) \leq 1$

et x^j pouvant prendre l'un des états : x^j_{1j}, x^j_{2j}, ..., $x^j_{n_j j}$.

Le nombre des états que peut prendre x^j est donc n_j. Si I_s était un singleton, la probabilité d'une information

$I_s = \{x^j_{ij}\}$ serait

$$P(I_s) = \frac{1}{n_j}$$

Dans le cas d'une information I quelconque, la probabilité d'une information est :

$$P(I) = \frac{n}{\sum_{j=1}^{i=n_j} n_j}$$

Nous définirons donc la quantité d'information par :

$$q(I) = \frac{\sum_{j=1}^{i=n_j} n_j}{n_I}$$

avec n_j : nombre d'états possibles de le j° informations élémentaire

n_I : nombre d'informations élémentaires présentes dans I.

Il convient ici de remarquer que nous n'avons envisagé que le cas d'informations pouvant prendre des valeurs discrètes. Certaines informations prennent des valeurs dans un domaine continu, par exemple la profondeur d'une couche, et on ne peut définir le nombre d'états possibles (infini). On peut suppléer à ce défaut en définissant des classes de valeurs dans le domaine continu (l'importance des classes étant fonction de la précision recherchée) et assimiler ces classes au nombre d'états possibles de l'information.

La notion de quantité d'information nous paraît utile pour deux raisons.

Dans des travaux de reconnaissance, ceux-ci devront apporter le maximum de quantité d'information en compatibilité avec le degré de précision d'une étude. Ainsi un sondage dans une série monotone déjà reconnue au voisinage, apportera une quantité d'information voisine de un, alors que dans une zone compliquée, on pourra évaluer la quantité d'information apportée en fonction du nombre de cas susceptibles d'être rencontrés. Le sondage sera d'autant plus justifié qu'il apporte une grande quantité d'information, ceci pouvant conduire à des notions de rentabilité.

La deuxième raison correspond à la démarche inverse. Supposons que l'on s'intéresse à un point précis A et que celui-ci se trouve entouré en d'autres points par des informations identiques. En supposant le domaine continu, on peut extrapoler ces informations en A en apportant une quantité d'information égale à 1 : l'interpolation est parfaitement sûre. Si, par contre, d'après les informations avoisinantes, il existe trois possibilités en A, l'interpolation en A apportera une quantité d'information égale à 3. Cette interpolation sera donc d'autant plus douteuse qu'elle apportera une quantité d'information élevée; on pourrait donc ainsi chiffrer sa crédibilité.

Ces deux applications pourraient éventuellement faire l'objet ultérieurement de programmes de routine. Dans le premier cas, suivant le paramètre recherché et les informations avoisinantes, on pourrait définir la quantité d'information apportée par un sondage que l'on veut exécuter (en supposant le domaine continu). De même et avec les mêmes hypothèses, on pourrait évaluer la crédibilité d'une extrapolation faite par l'ordinateur.

F) Classifications

Etant donné une source cohérente d'informations, c'est-à-dire émettant des informations contenant des informations élémentaires identiques entre elles, il est possible de les regrouper en les classant.

Il existe trois principaux types de classification :

1) L'essentialisme (Linné) - Ce type de classification, le plus courant consiste sur des informations issues d'une source cohérente, à regrouper les informations suivant leur valeur dans des informations élémentaires communes :

Sources cohérente

Informations élémentaires identiques x_i → fichier

Informations élémentaires communes x_c → classes définies par : classe k pour $x_{jk} < x_c < x_{kl}$

Informations élémentaires propres x_p → caractères originaux de l'individu

2) Le nominalisme (Buffon) - Dans ce type de classification, il n'existe pas de classe et c'est l'individu qui est le niveau le plus haut. Toutefois, la taxinomie numérique (Sokal et Sneath) permet dans ce type de classification de regrouper des individus par des coefficients de ressemblances calculés sur beaucoup de caractères :

La classe k définie par $p_{jk} < p < p_{kl}$

avec $p = f(x_1, x_2, \ldots x_m)$

3) L'empirisme (Adanson) - diffère du nominalisme par le fait que l'on ne calcule pas de coefficients et que la classe est définie par un certain nombre de caractères situés dans le même domaine de valeurs:

la classe k est définie par : $x_i^{jk} < x_i < x_i^{kl}$

$$x_m^{jk} < x_m < x_m^{kl}$$

II - 3 - a - γ - ASPECT THEORIQUE DE LA GENERALISATION AU NIVEAU DE LA STRUCTURE

Le software tel qu'il est en cours d'élaboration, permettra d'introduire une classification du type de Linné.

En effet, ainsi que nous l'avons vu au paragraphe II - 3 - a - α, il est possible d'introduire trois niveaux dans notre arborescence. Au niveau 1, on définira la nature de l'enregistrement (par exemple, sondage, affleurement...), au niveau 2, on définira des classes d'informations dans l'enregistrement (par exemple l'interprétation du sondage, les données relatives à une entité...), au niveau 3 enfin, on trouvera ce que nous appellerons des unités d'information qui regroupent une ou plusieurs informations élémentaires plus ou moins liées (par exemple la profondeur à laquelle un essai a été fait et sa valeur).

Le niveau 3 pourra d'ailleurs être absent s'il n'est pas utile et on regroupera les informations élémentaires dans une unité d'informations de niveau 2.

D'autre part, on pourra établir des chainages entre les enregistrements suivant les besoins (par exemple, nous avons prévu le chainage des tranches d'un affleurement que l'on a été obligé de découper cf. I-3-b), ce qui d'une certaine façon, correspond à un niveau situé au-dessus du niveau 1.

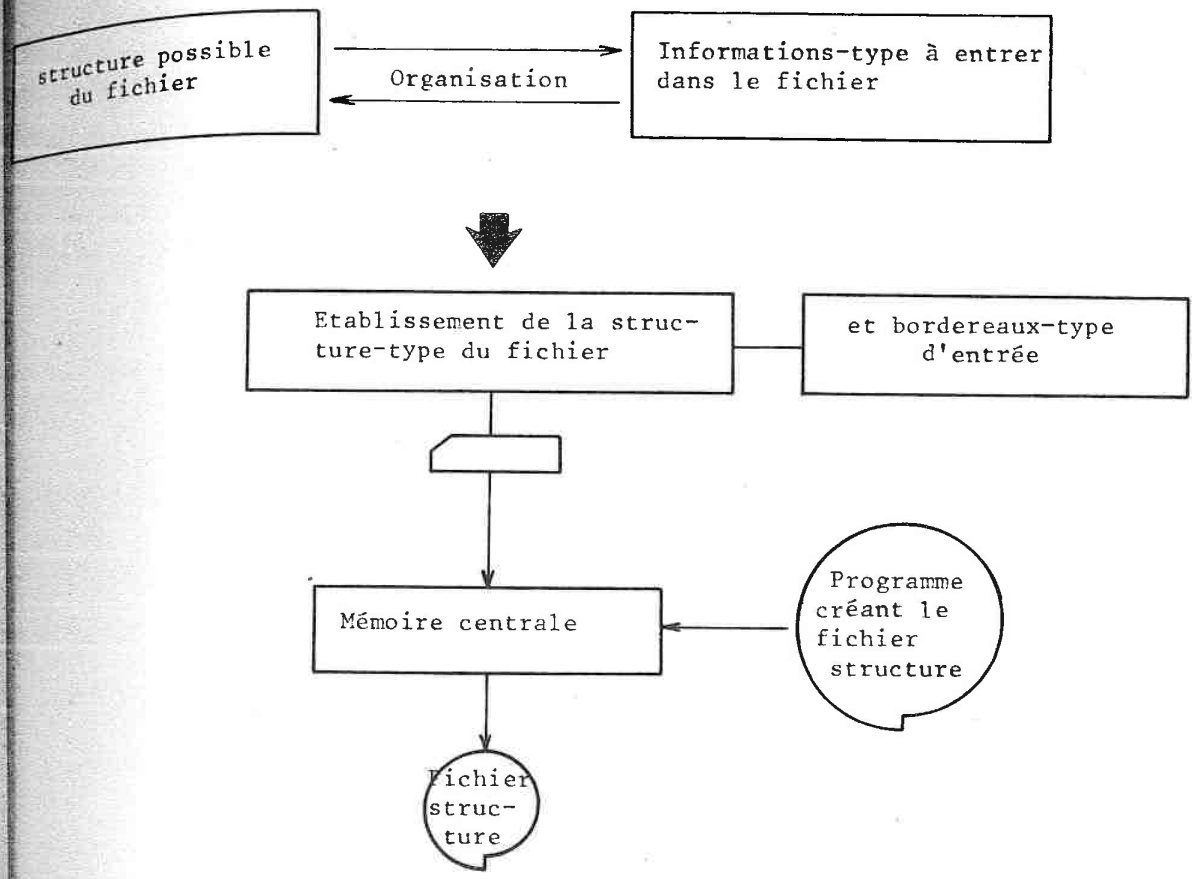
Il convient aussi de signaler qu'au niveau 1, nous avons regroupé certaines informations particulièrement caractéristiques de l'enregistrement (par exemple, les coordonnées géographiques) et constituant donc un critère de sélection privilégié.

Quelques remarques, enfin à propos de la structure possible :

- les différents niveaux (1, 2 ou 3) sont identifiés par un identificateur correspondant au type de ce niveau. Par exemple, un enregistrement de typeA correspond à un sondage, et dans cet enregistrement, un module de type 12 correspond à une entité, alors qu'un essai Los Angelès dans une couche, sera trouvé au niveau 3 identifié par LA.

Sur demande, un identificateur permettra d'extraire toute l'arborescence qui le suit.

tion : préalable à l'utilisation du fichier



ration : opérations de routine

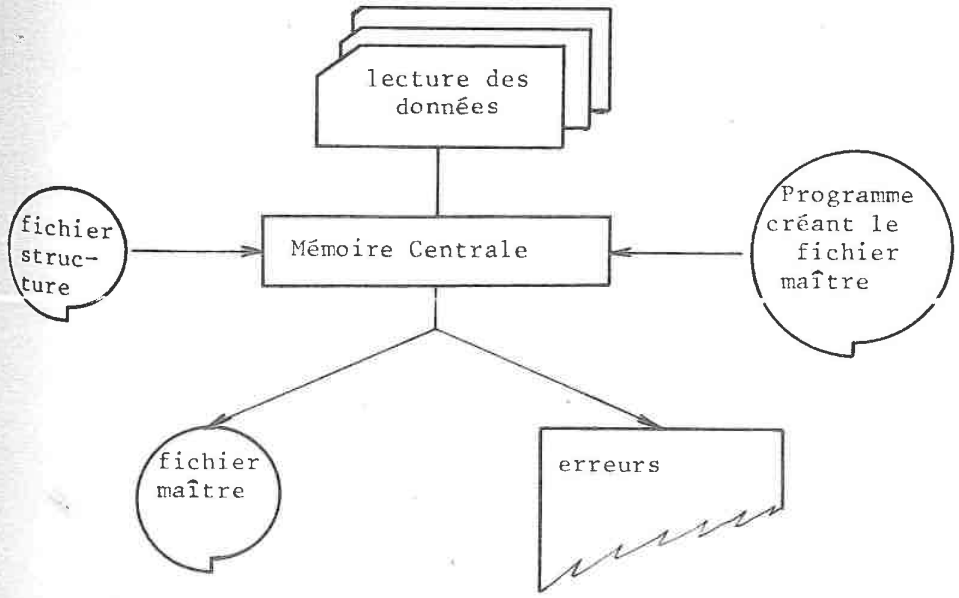


FIGURE 28

- les informations élémentaires ne sont pas entrées d'une façon quelconque derrière l'identificateur qui les précède. Elles sont structurées conformément à une structure préalablement entrée en mémoire (le fichier structure). Ceci permet d'entrer une information sans en déclarer la nature devant. La nature d'une information est ici connue par sa position dans le fichier.

II - 3 - b - Montée du fichier

La création du fichier principal, appelé fichier Maître, passe par la création préalable du fichier structure.

Le fichier structure est une description de la structure adoptée dans le cadre fixé plus haut. Il a pour but de donner les indications nécessaires au programme, pour accéder aux informations du fichier Maître, en permettant de donner à celui-ci la structure propre à résoudre les problèmes posés.

Dans le but visé, le fichier structure se compare très bien à la DATA DIVISION en Cobol à ceci près que toutes les informations sont facultatives, qu'il y a compactage de celles-ci, et que le format variable est admis.

Les opérations de montée de fichier sont schématisées figure 28.

La première opération consiste à mettre au point la structure du fichier qui sera utilisée pour l'adapter à la structuration des informations que l'on veut entrer. On constitue ainsi le fichier structure et du même coup la forme des bordereaux de perforation.

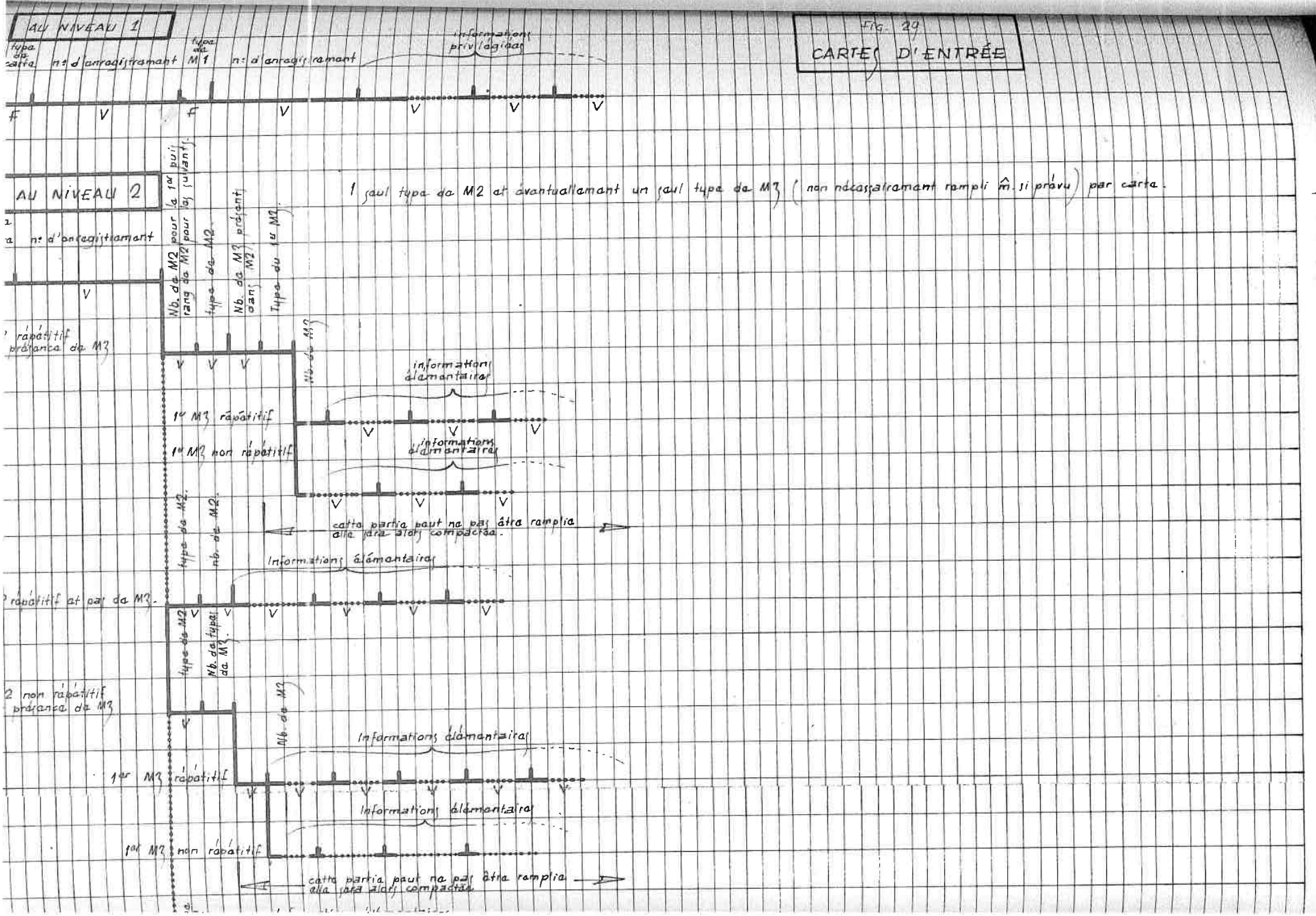
La deuxième opération est la routine aboutissant à la création et à la mise à jour du fichier Maître avec tests d'erreur. Ce travail se fera par remplissage de bordereaux de perforation, perforation lecture des cartes de données et distribution des informations lues sur le support définitif, suivant la structure imposée par le fichier structure.

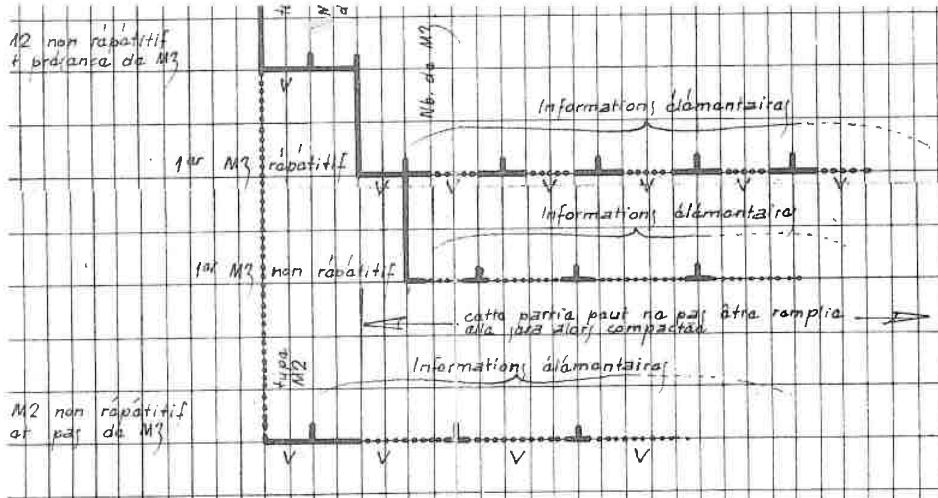
II - 3 - b - α - SUPPORT D'ENTREE DES INFORMATIONS DU FICHIER MAITRE

Le support d'entrée envisagé actuellement est les cartes perforées. Rien ne semble s'opposer à utiliser par la suite un encodeur

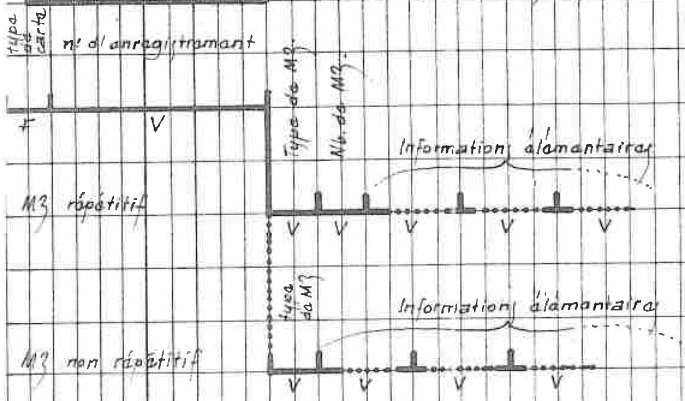
Fig. 29

CARTES D'ENTRÉE





AU NIVEAU 3 — Un seul type de M3 par carte.



CARTE SUITE — La carte précédente est obligatoirement terminée par $

OBSERVATIONS : M1, M2, M3 signifiant respectivement module de niveau 1, 2, 3.
F, V, signifiant respectivement format imposé par le programme ou format à définir.
Le signe * est obligatoire pour terminer une information élémentaire de format variable (ex : zone texte).

sur bande magnétique, si besoin est.

Des thésaurus des deux types décrits au paragraphe C dans II - 3 - a - β pourront être créés.

L'enregistrement est de taille variable.

Les modules de niveau 2 et 3 peuvent être uniques ou répétitifs. Dans ce dernier cas, un emplacement est prévu pour indiquer le nombre de fois où ils sont présents.

L'information élémentaire pourra être de format variable, (exemple : la carte 99 du fichier géologique).

Les cartes d'entrée doivent répondre aux normes de la figure 29, sachant que nous avons convenu d'appeler :

M1 : les enregistrements

M2 : les niveaux 2 contenus dans les enregistrements

M3 : les niveaux 3 contenus dans les modules j de niveau 2, contenus eux-mêmes dans les enregistrements i.

II - 3 - b - β - Fichier structure

Le fichier structure perment d'entrer en machine la structure particulière d'un fichier géré par le programme. Ce fichier structure permet l'écriture du fichier Maître sur son support définitif et permettra également à l'interrogation de se repérer dans les enregistrements.

Ce fichier comprend en entrée (cf. cartes - types en annexe) :

- une carte 0, fixant les tailles variables du fichier.
  Ces tailles variables sont :
  + le numéro de l'enregistrement
  + le "nombre de" (place réservée au paramètre de multiplication des informations répétitives).
  + les types de M_i, M_{ij} et M_{ijk} fixant le nombre de thésaurus utilisés,

  et rappelant les tailles fixes :
  2 caractères pour le type de carte (carte entrée fichier Maître)

2 caractères pour le type de chainage (carte entrée fichier Maître)
4 caractères pour le nom des informations élémentaires (carte entrée fichier structure)
3 caractères pour la taille des informations élémentaires dans le fichier structure.

- une carte par niveau 1 différent.

- suivie d'une carte par niveau 2 différent pour chaque type de niveau 1

- suivie éventuellement d'une carte par niveau 3 différent pour chaque type de niveau 2 et pour chaque type de niveau 1.

Le remplissage de ces cartes n'appelle pas de commentaire.

Le fichier structure correspondra donc à l'arborescence des informations et à l'identification de chacune d'entre elle par son nom, sa taille et sa référence éventuelle à un dictionnaire.

Ce fichier est tout particulièrement destiné à faciliter l'interrogation. En effet, à l'appel d'une information, on retrouvera les "coordonnées" de celle-ci dans l'enregistrement grâce au fichier structure.

II - 3 - b - γ - STRUCTURE INTERNE DU FICHIER MAITRE

Les enregistrements auront une structure très comparable au système que nous avons déjà réalisé.

En effet, nous constituerons automatiquement par la machine, une table des matières de l'enregistrement proprement dit. Puis derrrière cette table, l'enregistrement se présentera sous une forme très semblable à celle utilisée à l'entrée, en supprimant bien sûr les caractères de repérage des cartes (type de carte, répétitions des numéros d'enregistrements, caractères réservés ¢ et * (le nombre de caractères des informations élémentaires de taille variable étant inscrit en tête de celles-ci par la machine), numéros de suite...).

Si la structure des informations ne pose pas de problèmes, l'élaboration de la table des matières est moins évidente. C'es

FIGURE 30

/

Taille de l'enregistrement

taille table

identificateur de module | adresse/origine enregistrement | multiplicité (des modules répétitifs)

PLE DE TABLE / (pour un sondage carotté)

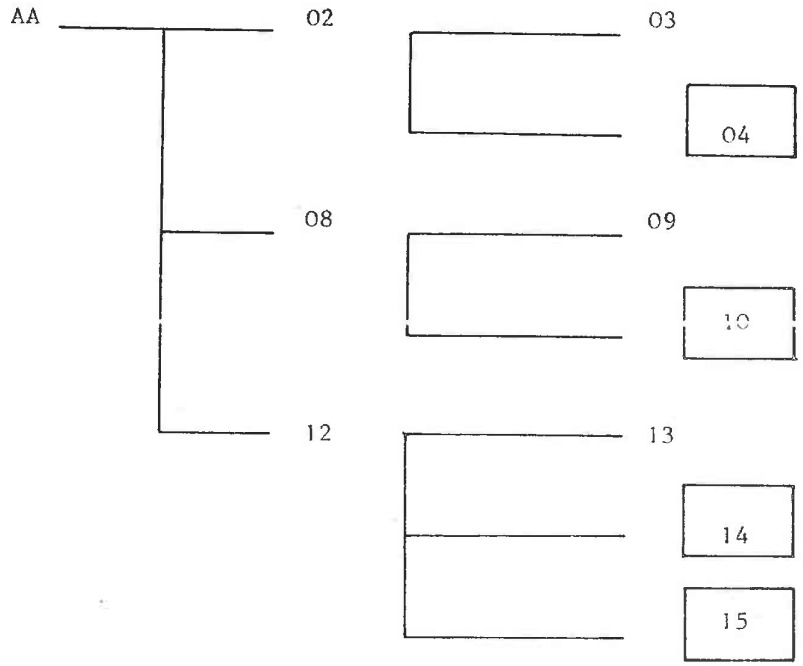
Taille de l'enregistrement

Taille table

132

Identificateur module	Adresse/origine enregistrement	Multiplicité
AA	132	
02	164	
03	164	
04	200	2
08	244	
09	244	
10	254	1
12	284	1
13	284	
14	400	3
15	472	6

Ce qui correspond à :



modules répétitifs

pourquoi nous la détaillerons un peu plus.

Cette table comprend les indications suivantes :

- taille de l'enregistrement (y compris la table).
- taille de la table (branche sur les informations privilégiées de l'enregistrement).
- type de l'enregistrement
- pour chaque module de niveau 2 présent dans l'enregistrement :

Type de M_{ij}	position

Les modules possibles mais absents ne sont pas inscrits dans la table des matières. Nous entendons par position, le cumul de la taille de la table et de la taille des informations déjà écrites dans l'enregistrement.

- pour chaque module M_{ijk} de niveau 3 susceptible d'être présent (cf. fichier structure) dans un M_{ij} donné, et derrière les indications ci-dessus sur M_{ij} :

Type de M_{ijk}	position	s'il est présent.

A titre d'exemple, la table aura donc la structure décrite par la figure 30.

La consultation de cette carte permettra d'accéder immédiatement à l'unité d'information qui nous intéresse ou à défaut de sauter l'enregistrement. Son intérêt a été confirmé au cours de notre expérience.

II - 3 - b - δ - TESTS D'ERREURS

Dans le système mis au point initialement 96 types d'erreurs étaient détectables. Le fait que le programme créé était spécifique à notre fichier, nous donnait toute liberté sur les tests d'erreurs possibles et nous en avions prévu un nombre important sans nous préoccuper de leur nature, mais en visant simplement ce qui nous paraissait le plus intéressant.

Dans le nouveau software, il ne peut plus en être de même car il y a des erreurs générales pour tous les fichiers et il y a des erreurs spécifiques à un fichier suivant sa structure et la na-

ture de ses informations. Ainsi distinguerons-nous plusieurs types d'erreurs.

1) erreurs d'ordre

Les cartes d'entrée ne sont pas dans le bon ordre ou font défaut. Ceci est décelable grâce aux repères tels que numéro de carte, numéro de classement ou à l'aide du fichier structure qui peut déceler des anomalies dans les numéros de module. Ces erreurs étaient testées d'une façon assez générale dans le programme. Etant très générales, elles seront également détectées dans le système en cours d'étude.

2) erreurs de pertinence dans les informations

Par exemple, si telle profondeur existe à tel endroit de l'enregistrement, à un autre endroit, elle ne pourra être que supérieure (exemple profondeur croissante des couches). Ces erreurs ne sont pas générales et feront l'objet de traitements spécifiques. Certaines de ce type ont déjà été testées dans notre premier programme.

3) erreurs d'orthographe

Ces erreurs sont décelables pour les informations en alpha-numériques par vérification sur un dictionnaire. Le temps de vérification de ces erreurs est réputé important. Nous ne l'avons pas pratiqué dans notre expérience réalisée. Il semble cependant que ce test soit très "productif", aussi sera-t-il inclus dans notre nouveau système. Ce test d'erreur sera fait d'une façon générale dans le software écrit.

4) Erreurs pertinentes

Il s'agit d'erreurs de remplissage qui ne sont pas décelables, par exemple, un chiffre faux, mais pertinent ou le remplacement d'un mot par un autre. Notre expérience nous a amenés à constater des erreurs de ce genre, provenant semble-t-il du même individu atteint d'un défaut qui lui faisait faire ces erreurs involontairement.

Ces erreurs sont imparables et liées aux défauts de l'individu devant la technique.

Dans le système en cours de mise au point, il y aura donc des tests d'erreurs effectués d'une façon systématique par le software pour les erreurs de type 1 et 3.

Pour résoudre le problème posé par les erreurs de

type 2, nous envisageons d'écrire des sous-programmes spécifiques à chaque fichier, puisque ces erreurs ne peuvent être définies que pour un fichier existant. Au moment de la constitution et de la mise à jour du fichier maître, le paquet de cartes correspondant à ce sous-programme, sera joint au programme général.

II - 3 - c - *Extraction et interrogation*

Le travail actuellement prévu sur la gestion du fichier ne prévoit pas de software général d'interrogation. Nous en poserons cependant les bases. Ce que nous envisageons pour l'instant est l'extraction de l'information élémentaire, de l'unité d'information, d'un module de niveau 2 ou d'un enregistrement, connaissant les informations nécessaires à son extraction. Par exemple, nous extrairons un enregistrement connaissant son numéro, un module connaissant son type et éventuellement une information nécessaire à sa sélection lorsqu'il est répétitif ainsi que le numéro de l'enregistrement dans lequel il est contenu.

Cette opération appelée extraction sera programmée dès le premier stade. Au demeurant, elle ne présente pas de difficulté de logique donc, sa programmation ne soulèvera pas de problème.

Le deuxième stade sera un certain nombre de questions plus ou moins compliquées répondant directement aux besoins suscités par l'utilisation du fichier " objets géologiques" que nous constituons. Certaines de ces questions sont connues et pourront être formulées rapidement D'autres se manifesteront à l'usage. Par ailleurs, nous espérons bien que d'autres utilisateurs se serviront de ce fichier et ceux-ci pourront également avoir à programmer de nouvelles questions. Nous comptons donc constituer une bibliothèque de questions plus ou moins spécifiques, bibliothèque que l'on utilisera de la façon dont nous avons procédé pour notre première expérience.

Le deuxième stade viendrait à être dépassé, si le nombre d'utilisateurs réels ou potentiels de ce fichier, justifiait l'écriture d'un langage d'interrogation. Ce langage ne serait d'ailleurs pas nécessairement conversationnel.

Vers un software général d'interrogation

Son but est d'extraire des informations élémentaires (ou des ensembles d'informations élémentaires) répondant à certaines conditions. On peut traiter directement sur les informations élémentaires ou auparavant transformer celles-ci par des opérations.

1) Opérations possibles

1-a- sur les valeurs numériques

1-a-α-Opérateurs arithmétiques : +, -, x, / (obligatoirement suivis d'une variable numérique).

1-a-β-Opérateurs logiques : ET, OU, NAND, NOR, E OR (obligatoirement suivis d'une variable numérique ou sémantiques)

1-b- sur les valeurs sémantiques

1-b-α-Opérateurs logiques

2) Conditions élémentaires possibles

Ce sont les conditions simples que l'on peut appliquer sur une information élémentaire, sur plusieurs informations élémentaires ou sur des informations élémentaires et des constantes. Ce sont en fait des relations au sens de la mathématique moderne.

2-a- sur les valeurs numériques

2-a-α-Présence - Absence (peut être suivi seulement par un opérateur logique)

2-a-β-Comparaison : >, <, =, ≠ (suivi obligatoirement d'une variable (numérique pour les 2 premiers symboles)).

2-b- sur les valeurs sémantiques

2-b-α-Présence - Absence

2-b-β-Comparaison : =, ≠

3) Utilisation

Soient x_i, les informations élémentaires numériques, y_i les informations élémentaires sémantiques, x_i' les constantes numériques et y_i' les constantes sémantiques. Une conditions d'extraction qui équivaut à une expression booléenne pourrait s'écrire par exemple :

$$(x_1 > x_5) \boxed{ET} ((x_4 + x_7) = x_5) \boxed{OU} (y_{10} \text{présent})$$

Nous constatons tout d'abord que toutes les combinaisons ne sont pas possibles pour des raisons de logique. Pour les informations répétitives, on recherche par cette condition celle susceptible de satisfaire la relation.

D'autre part, une condition d'extraction peut exister

sans faire intervenir d'opérateurs, mais elle fait obligatoirement intervenir une ou plusieurs conditions élémentaires. Une condition d'extraction peut se lire et se résoudre de la même façon qu'une opération arithmétique. Il faut pour cela programmer les diverses fonctions et opérations utilisées.

La condition ne fait pas l'extraction et il faut donc connaître l'extraction demandée si la condition est remplie. A ce titre il peut exister deux types de conditions :

1) Conditions fermées

Elles sont telles que la condition d'extraction étant vérifiée, on procède à l'extraction, puis, comme dans le cas où la condition d'extraction n'est pas vérifiée, on passe à l'enregistrement suivant. Dans ce cas, l'extraction se fait indépendamment de la vérification de condition. C'est le cas le plus simple. Ceci implique que les informations à extraire ne soient pas répétitives où que l'on extrait toutes les informations répétitives qu'elles soient de niveau 3 ou de niveau 2.

L'extraction se présenterait alors sous la forme : (Σ conditions élémentaires indépendantes), liste des informations élémentaires ou/et des unités d'informations ou/et des modules de niveau 2 ou de l'enregistrement complet à extraire.

2) Conditions ouvertes

Le problème se pose dans le cas d'informations répétitives. En effet, il est possible qu'une information élémentaire x_r faisse partie d'une unité d'informations répétitives.Dans ce cas, une condition élémentaire telle que : $x_r = K$ - signifie "chercher si il existe x_r tel que la relation ci-dessus soit vérifiée". Dans ce cas, il faudra généralement mémoriser x_r (sinon on se retrouve dans le cas des conditions fermées) ou l'unité d'information qui le contient, soit pour de nouvelles conditions élémentaires, soit pour l'extraction.

On pourrait alors dans ce cas prendre une convention pour identifier la mémoire contenant x_r et utiliser ensuite cet identificateur dans le reste de la question utilisée. On se ramène alors au cas des conditions fermées.

II - 3 - d - Conclusion

Il semble que sur le plan théorique, la conception

du système de gestion soit au point. En particulier, il paraît très possible d'utiliser certaines formules établies (cf. paragraphe sur la nature de l'information) pour effectuer certaines opérations de routine pour l'application des informations entrées dans un fichier quel qu'il soit et avoir ainsi des points de comparaison. Nous pensons d'autre part, offrir une grande souplesse pour la structuration du fichier. Enfin, la généralité du software devrait éventuellement permettre la création de système de gestion intégrée, i-e portant sur plusieurs fichiers différents ayant une finalité commune.

Il est à noter que nous n'avons pas abordé précisément la mise à jour d'informations obsolètes. Ce problème simple dans le cas de la modification, est compliqué lorsque l'information a une taille supérieure. Le système le plus lourd est d'effacer l'enregistrement et de le réécrire en fin de fichier avec ses modifications. Ceci suppose un support permanent bon marché ou un compactage périodique du fichier. D'autres solutions sont possibles, mais il en existe vraisemblablement plusieurs suivant le type de modification. Ce problème à déjà été étudié, et il est possible de se procurer une bibliographie bien documentée sur le sujet, par conséquent, il ne nous paraît pas utile en l'occurence d'être original, ce qui explique notre attitude.

Sur le plan de la réalisation pratique, il reste beaucoup de travail surtout, si nous devons un jour créer un sofware d'interrogation. Il est d'ores et déjà certain que des points particuliers (sans incidence sur la "philosophie" du système) seront modifiés à l'analyse organique, puis à la programmation. C'est fréquemment d'ailleur à cette époque du travail que certaines astuces peuvent être trouvées ainsi d'ailleurs que des déficiences dans l'établissement du système.

II - 4 - CONCLUSION /

Le travail que nous avons déjà réalisé, nous a permis d'acquérir une meilleure vue des problèmes posés par l'utilisation de l'informatique comme outil.

Tout d'abord, il nous est apparu dangereux de partir sur un software spécifique qui suppose, premièrement qu'il ne sera utilisé que pour un fichier grevant ainsi lourdement le prix de revient de celui-ci, et deuxièmement que la structure retenue pour le fichier est figée pour le nombre d'année qui nous sépare de l'écriture d'un nouveau software. D'après les éxpériences qui ont pu être faites, il est impensable d'avoir une forme idéale qui ne sera pas susceptible

de révision avant un bon nombre d'années.

On pourrait penser utiliser par la suite, des softwares généraux pour pouvoir changer de structure. Vu la complexité de notre fichier, il faudrait alors recourir à des softwares complexes du type banque de données qui coûte généralement cher et à l'achat et à l'exploitation et qui ainsi que nous l'avons écrit plus haut, sont surpuissants pour nos besoins. Il convient aussi d'ajouter que si la création non automatique d'un fichier important en un fichier différent (pour pouvoir utiliser un software différent)est prohibitive, voire impossible. Cet argument vient s'ajouter aux autres pour la mise en place d'une structure de fichier souple.

Il nous a paru intéressant pour l'établissement d'un software général d'envisager l'information sur un plan théorique pour aboutir à une forme de fichier logique.

III - TRAVAIL MATERIEL

Après les deux chapitres un peu abstraits sur l'information et l'informatique, nous nous proposons de décrire ce qui a été fait matériellement au cours de notre expérience, puis d'exposer la façon qui nous paraît la meilleure pour gérer ce stockage.

III - 1 - TRAVAIL REALISE /

Comme nous l'avons déjà vu dans le chapitre informatique, un programme de montée de fichier a été écrit. Nous avions rempli 98 bordereaux de sondages et affleurements pris près d'Atton (Meurthe-et-Moselle) dans la vallée de la Moselle donc sur ses alluvions. Ces bordereaux ont donc été mis en mémoire. Puis un programme limité d'extraction et traitement a été écrit (cf. chapitre informatique). Nous allons donc passer en revue ces différentes phases.

III - 1 - a -Rédaction des bordereaux

C'est un travail fastidieux. Il est très important de choisir un rédacteur minutieux et suffisamment apathique pour faire ce travail. Les bordereaux ont été remplis par un étudiant en médecine et par un technicien en géologie pour l'essentiel. Nous avons également fait remplir ces bordereaux par diverses personnes du Laboratoire. De nombreuses erreurs sont apparues à la montée de fichier par les tests prévus à cet effet dans le programme. Certaines erreurs étaient très compréhensibles, d'autres beaucoup moins. Ainsi, avons-nous pu trouver des numéros ou des noms très fantaisistes correspondant à une distraction incompatible avec ce travail.

Pour la rédaction des bordereaux, le sondage était remis au descripteur qui disposait d'un dossier avec les différents

FUSEAU GRANULOMETRIQUE DES SONDAGES COMPRIS ENTRE

X MINI	X MAXI	Y MINI	Y MAXI
0874450	0875640	136000	138200

NOMBRE DE SONDAGES= 0006 NOMBRE DE GRANULOMETRIES= 0010

NUMEROS DES SONDAGES

331470001 331470002 331470043 331430004 331430002 331430003

Fig. 31a — Tableau de tête du fuseau granulométrique (cf. fig. 31 b).

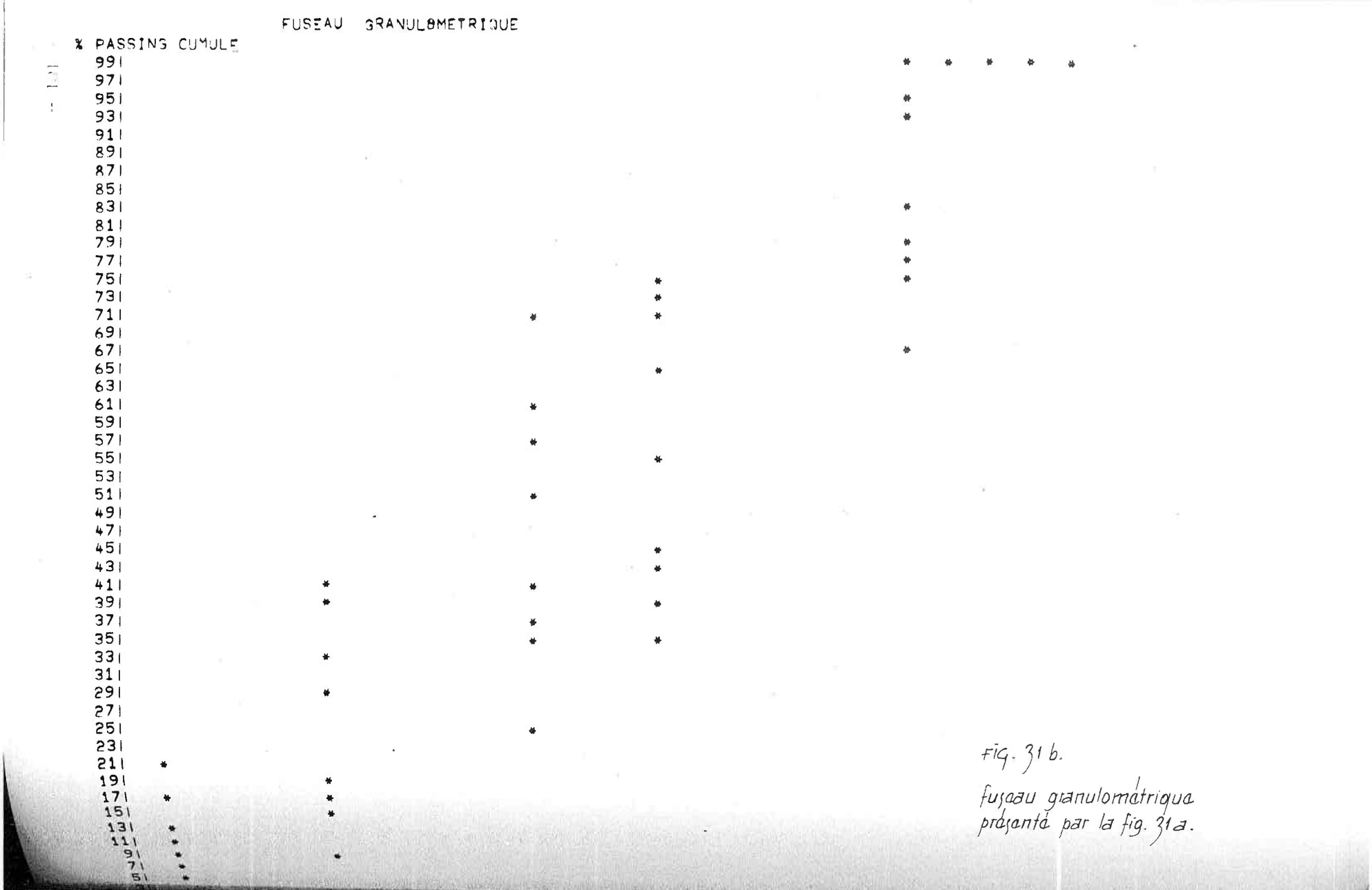


fig. 31 b.

fuseau granulométrique présenté par la fig. 31 a.

bordereaux vierges possibles. Il passait donc en revue tous les bordereaux les uns après les autres, remplissant ceux qui étaient utiles.

Le temps pour remplir un sondage variait entre une et deux heures suivant sa complexité et sa présentation. Il n'y a pas eu de problème pour la compréhension du système par les rédacteurs, bien qu'ils ne soient pas spécialistes.

III - 1 - b - Vérification des bordereaux - Mise sur bande

Une première vérification rapide a été faite par deux ou trois géologues pour éliminer les erreurs les plus grossières. Ce travail parait intéressant car certaines erreurs apparaissant de façon plus ou moins systématique, on a éliminé beaucoup de refus par l'ordinateur.

Puis le programme prévoyait un nombre de tests d'erreur important (96) amenant un rejet non négligeable. Cet aspect du travail parait assez angoissant car le pourcentage de rejet paraît suffisamment élevé pour ne pas douter qu'un nombre d'erreurs non négligeables n'est pas décelé et celles-ci sont donc stockées telles quelles. Il semble que ce soit un des gros défauts de la mise en mémoire sur ordinateur, et que ce défaut ne puisse qu'être atténué.

Les sondages et affleurements ont été ensuite mis sur bande suivant ce qui a déjà été dit au chapitre informatique.

III - 1 - c - Exploitation du fichier

Nous avons défini un certain nombre de questions assez classiques pour soulever les problèmes éventuels causés par le système de stockage adopté.

Les questions posées ont été (cf. chapitre II)

- sélection des sondages N° , N° .....
- sélection des sondages de coordonnées comprises entre X et X' et Y et Y'.
- "vidage" des sondages sélectionnés (cf. figure 24)
- Edition des épaisseurs de découverte, de matériaux profondeur du substratum des sondages sélectionnés (cf. figure 25)
- Edition d'un fuseau granulométrique d'après les granulométries rencontrées dans les sondages sélectionnés (cf. figure 31).

En ce qui concerne les informations, il n'y a pas eu de problème sérieux; cependant, nous avons été amenés à en modifier certaines, en particulier pour faciliter les comparaisons. D'autre part, dans la première forme, nous n'avions pas prévu d'écrire les informations en clair (carte 99) et nous avons pu évaluer la difficulté pour retraduire les informations formalisées en langage clair, pour la documentation. Nous en avons cependant fait l'essai, mais on aboutit à une augmentation très importante du nombre de mots nécessaires pour exprimer une même information. La bi-univocité est cependant bien assurée.

En ce qui concerne l'outil informatique, les performances ont plutôt dépassé nos espérances ainsi que nous l'avons déjà relaté dans le chapitre informatique.

III - 1 - d - Conclusion

Cette expérience est apparue nécessaire après avoir été réalisée, car elle nous a permis d'aboutir à une nouvelle forme qui élimine la plupart des inconvénients rencontrés. Elle nous a permis aussi d'apprécier les moyens nécessaires à la réalisation et à la gestion du fichier. Ces moyens ne sont pas négligeables et c'est ce que nous verrons en seconde partie.

III - 2 - GESTION DU FICHIER A CREER /

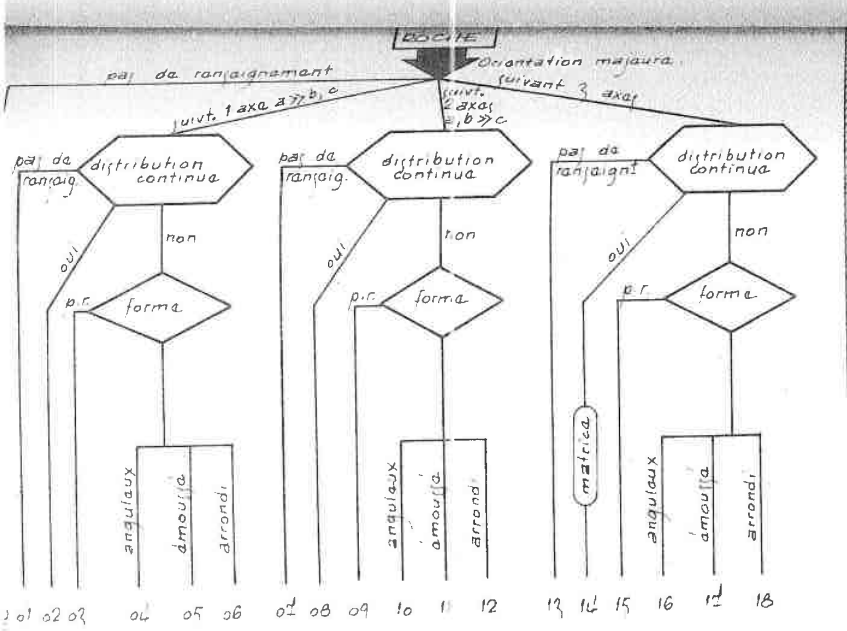
A la lumière de notre expérience, il nous paraît intéressant d'exposer la façon dont nous envisageons la gestion de ce système d'informations.

III - 2 - a - Cqllecte des données

Il est important de ne pas limiter les données à entrer à celles acquises seulement par le Laboratoire. On peut donc envisager deux cas :

1) Données acquises au Laboratoire

En ce qui concerne les anciens sondages, nous ne pensons pas nécessaire de les mettre systématiquement sur ordinateur. Par contre, pour les intégrer et donc pouvoir les utiliser, il paraît indispensable de microfilmer ces sondages ainsi que les rapports correspondants. Ces sondages son



CR : coordinateur d'ensemble

1er caractère

Importance par rapport aux autres constituants

1 Constituant principal
1 dans 2 constituants principaux
1 dans 3 constituants principaux
1 dans 4 constituants principaux

Constituant accessoire (cas ou 1 est employé)
" " " " " " 2 " " "
" " " " " " 3 " " "
" " " " " " 4 " " "

9 Constituant peu important (<5 %)

2ème caractère

Position relative du constituant

1 au dessus
2 au milieu
3 en dessous
4 à tous niveaux

CR : coordinateur relatif

1er caractère :

Position relative

1 sans contact
2 matrice
3 alternant avec
4 passant latéralement à.

2ème caractère :

concordance / passage	pr	stratif nette concord.	stratif nette discord.	sinon diffus ou irrég.
p.r.		C	F	I
pass. progressif	A	D	G	J
bord franc.	B	E	H	K

CC : coordinateur d'entité

1er caractère

2ème caractère

Type de passage

0 passage sans joint ni figure quelconque
1 surface taraudée
2 joint vide
3 joint argileux

chantier : / Sondage : / Couche :

cof:	Roche 1	mult.	str.	Dim.	CE	Roche 2	mult	str.	dim	CE	Roche 3	mult	str.	dim.	CE	Roche 4	mult	str.	dim	CE	Roche 5	mult.	str.	dim.	CE
	Adjectifs:	1 2 nomb. très nomb.		mm cm dm m	CR2 CR3 CR4 CR5	adjectifs	1 2 nomb. très nomb.		mm cm dm m	CR3 CR4 CR5	adjectifs	1 2 nomb. très nomb.		mm cm dm m	CR4 CR5	adjectifs	- 1 2 nomb. très nomb.		mm cm dm m	CR5	adjectifs	1 2 nomb. très nomb.		mm cm dm m	
	composant1 adjectifs composant2 adjectifs composant3 adjectifs composant4 adjectifs				CE																				

CC

En Clair :

BIBL. UNIV. NANCY

FIGURE 32

repérés sur une carte IGN au 1/25 000 spécialement destinée à cet usage. Le sondage est ensuite laissé sur bobine indexée ou mieux, mis en jaquette avec un numéro de classement identique à celui qu'il aurait sur ordinateur (cf manuel remplissage). Au cas où il s'avérerait intéressant d'avoir cet ancien sondage sur ordinateur pour réaliser par exemple un traitement dans une zone (sondage jugé intéressant par observation sur la carte au 1/25 000 de référence), on pourrait alors le formaliser et le rentrer en machine.

Pour les nouveaux sondages ou affleurements reconnus pa le Laboratoire, il nous paraît intéressant d'utiliser dans la mesure du possible, un bordereau de préformalisation (cf. figure 32) composé d'un feuillet fixe donnant les codifications à utiliser et d'un feuillet mobile vierge que l'on remplit pour chaque entité. La transcription sur bordereau de perforation se fait alors sans le moindre problème et en particulier le risque d'erreur par une décomposition artificielle en ensembles et sous-ensembles par le transcripteur n'est plus possible. D'autre part et comme nous l'avons déjà écrit, l'attention du descripteur est alors attirée vers les points paraissant les plus importants dans la description.

La coupe de sondage envoyée dans le dossier est micro filmée suivant le système classique tandis que le sondage est trancrit sur bordereau avec les moindres frais et risques.

Au cas où ce bordereau de préformalisation ne serait pas utilisé, on serait amené à suivre le même processus que pour les sondages extérieurs à l'organisme. Nous donnons en annexe des exemples de remplissage de bordereau.

2) Données acquises en dehors du Laboratoire

Ces données sont microfilmées suivant le schéma classique, puis éventuellement suivant leur intérêt, transcrites sur bordereaux de perforation pour être stockées sur le fichier en mémoire.

Il faut remarquer ici l'intérêt du microfilmage qui permet un travail très rapide à l'extérieur (1document à la seconde).

III - 2 - b - *Rédaction des bordereaux*

Il paraît indispensable d'avoir une personne à temps plein pour assurer le fonctionnement du système d'informations géologi-

ques. Cette personne pourrait être de niveau technicien. Elle devrait être contrôlée par un technicien supérieur géologue, l'intervention d'un ingénieur géologue n'étant nécessaire que pour mettre au point des modifications ou de nouveaux traitements. La personne affectée en permanence au fonctionnement du système devrait répondre à certaines caractéristiques psychologiques (minutie, apathie, sédentarisme) pour pouvoir assurer correctement ce travail.

En même temps que la liaison avec la salle de microfilms, cette personne devrait assurer la transcription des coupes sur bordereaux de perforation de la façon dont nous avons procédé pour notre expérience avec éventuellement recours aux conseils techniques d'un technicien supérieur géologue. Cette personne assurerait également les navettes entre l'atelier de perforation, l'ordinateur et le Laboratoire.

III - 2 - c - *Vérification des bordereaux - Mise sur bande*

Une première vérification manuelle paraît indispensable par un technicien supérieur pour éliminer les erreurs les plus importantes.

Puis toutes les semaines ou tous les quinze jours, suivant l'afflux des sondages et les besoins en interrogation, les cartes perforées de données seraient bloquées pour être entrées en mémoire.

III - 2 - d - *Exploitation du fichier*

Nous ne prévoyons pas actuellement l'interrogation en temps réel. Les personnes désirant interroger le fichier, le feraient par l'intermédiaire du technicien responsable du système. Une série de cartes-types d'interrogation serait à sa disposition pour les différents types d'interrogation possibles. Ainsi suivant urgence, les questions seraient bloquées ou non pour passages périodiques en machine.

Au cas où une question non programmée devrait être posée, il faudrait évidemment en attendre la programmation pour pouvoir la poser.

CONCLUSION

Comme nous avons pu le voir, le sujet est très compliqué. Il semble d'abord qu'il soit difficile de créer un fichier géologique universel, c'est-à-dire valable dans toutes les branches de la géologie, appliquée ou non, et pour tous les usages possibles. Ce travail paraît énorme et sans doute inutile étant donnée la lourdeur d'un tel fichier et donc son manque d'adaptation à un domaine d'utilisation précis. Il nous a donc paru utile de faire ce travail dans le domaine du Génie Civil. La prochaine étape de cette mise au point sera accomplie lorsque le système fonctionnera en routine. Il est évident que notre expérience n'a pu totalement simuler ce fonctionnement. Il est vraisemblable que des modifications s'avèreront souhaitables, mais nous pensons avoir paré aux plus gros problèmes.

Nous avons pris des options pour élaborer ce fichier, options qui n'étaient pas toujours évidentes. Nous les avons prises en en visant l'efficacité (prix de revient modéré, limitation de la main d'oeuvre nécessaire...). Parmi ces options, les plus importantes semblent::

- la mise en place d'une chaîne amont de microfilmage dont l'intérêt en documentation est évident. Son intérêt est également de minimiser le temps de saisie des données, de conserver sous un encombrement réduit les données brutes (auxquelles on peut toujours revenir), d'en permettre une consultation rapide et bon marché et enfin d'avoir immédiatement un système efficace et déjà testé (cf. Laboratoire Régional de l'Equipement d'Aix-en-Provence) pour pallier à une perte d'informations qui continueraient tant qu'un autre système n'est pas au point.

- la conséquence tirée de la chaîne de microfilmage pour les informations mises sur ordinateur. Ces informations seront alors essentiellement destinées au traitement qui semble seul, d'ailleurs, pouvoir justifier l'utilisation d'un ordinateur. L'utilisation en documentation devient accessoire. Du même coup, le fichier sur ordinateur n'a plus besoin d'être aussi complet, aussi rapidement (ce qui serait vital autrement). Il suffit de mettre en mémoire les informations au fur et à mesure qu'elles arrivent en essayant de tenir la cadence et pour ce qui concerne le rattrappage (au Laboratoire ou en d'autres organismes), il ne sera fait qu'au coup par coup, devant à chaque fois être justifié par son utilisation.

- la création d'un fichier non géré en banque de données. Celle-ci dans

l'acception classique du terme, comprend des consoles permettant l'interrogation en temps réel. Ceci nécessite de gros moyens informatiques que nous ne possédons pas et qui, de toutes façons, paraissent disproportionnés avec l'intérêt qu'ils présentent, du moins en l'état actuel des choses.

Le raisonnement que nous avons tenu pour la mise en forme des bordereaux, tout particulièrement en ce qui concerne les informations subjectives, nous paraît assez général pour des problèmes de ce type. Les problèmes posés les plus difficiles, sont dûs à la nature des informations qui se rapportent à une science de la nature. Il est bien délicat en effet de formaliser en propositions rigoureuses, des informations plus ou moins sûres et surtout de traiter ensuite ces propositions rigoureuses d'une façon aveugle en faisant confiance à une foi générale que l'on suppose s'appliquer à tous les cas particuliers.

A ce sujet, il est possible que dans les informations codées ou tout au moins normalisées, certaines s'avèrent insuffisamment consultées ou d'autres absentes. Ceci, se manifestera en phase de routine et il faut donc attendre cette phase pour le corriger. Le software général nous le permettra sans problème.

Nous pensons également que le software général qui sera créé est susceptible de rendre beaucoup de services dans la gestion de fichiers assez compliqués pour en justifier l'utilisation. C'est pour en faciliter l'utilisation pour de nouveaux fichiers qu'il nous a paru intéressant d'en développer la théorie. Le but que nous avons visé là encore est l'efficacité. Nous avons voulu créer un outil utile donc facile à amortir et relativement modeste pour ne pas conduire à des temps d'analyse (et de programmation) prohibitifs. Nous comptons fermement atteindre ce résultat, forts de l'expérience que nous avons réalisée.

Nous espérons avoir fait oeuvre utile dans le domaine du Génie Civil. Nous ne prétendons pas avoir épuisé le sujet qui est très vaste pour cela; cependant, ce travail paraît pouvoir être utilisé comme base de réflexion pour la création de fichiers similaires dans des conditions différentes. En particulier, ce travail a été réalisé à la lumière de notre expérience qui est régionale et il est fort possible que des aménagements soient utiles en changeant de région.

BIBLIOGRAPHIE

I - CONTACTS AVEC ORGANISMES ET PERSONNALITES

M. COULOMB, Services "Fichiers"
CEA, Fontenay-aux-Roses

M. DE JEKHOWSKY, Mme GOUBIN, Service "Fichiers"
IFP, Rueil-Malmaison

M. GRANCLAUDE, Responsable Fichier géochimique
CRPG, Nancy

Laboratoire Régional de l'Equipement d'Aix-en-Provence
(fichier géologique)

Laboratoire Régional de l'Equipement de Rouen
(fichier géologique)

M. RUYER, Professeur à la Faculté des Lettres de Nancy, Psychologue
Spécialiste en cybernétique

M. SERRE, Service traitement de l'information géologique,
S.N.P.A., Pau

M. TIZIANEL, Banque de données urbaines de la région parisienne,
Atelier Parisien d'Urbanisme, Paris

II - OUVRAGES ET ARTICLES CONSULTES

J.R. ABRIAL - Projet Socrate : données, mémoires et utilisateurs d'une banque de donnée
IMAG - CR journées "Banques de Données" Aix-en-Provence 16, 17, 18 Juin 1971

P.D. ALEXANDER - MARRACK, P.F. FRIEND, A.D. YEATS - Mark - Sensing for recording and analyses of sedimentological
Data Preocessing in Biology ant Géology. Cambridge 1969

M. ARNOULD - Aspects géologiques des problèmes d'urbanisme
Bulletin de liaison des Laboratoires Routiers (Nov. 1969)

E. BARBIER SAINT-HILAIRE, E. PICHERAL - Système 8 de gestion de fichier d'enquête sur C11 10070 - Version A 1 A
Manuel d'utilisation IRT

H. BERNET, T. EKSTRÖM, R. LILLJEQUIST, O. STEPHANSSON, A. WIRKSTROM
Geomap - A data system for gëological mapping
Congrès géologique international de Montréal 1972

J. BERTHIER - La documentation internationale de recherche routière de l'OCDE
Bulletin de liaison des Laboratoires Routiers

G. BIGUENET, M. DAYRE, J.L. FAVRE - Essai de cartographie géotechnique de Grenoble et ses environs
Congrès de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur, Paris 1970

BOUSSINEAU, CHARMIAUX, TARDIEU - Le système MIISFIIT
C.E.T.E. Aix-en-Provence - Comptes-rendus journées "Banques de données", Aix-en-Provence 16, 17 et 18 Juin 1971

J.L BUISSON - Contribution à la cartographie géotechnique automatique
Rapport de recherche, L.C.P.C. 1972.

A. CAILLEUX et G. TAYLOR - Notice sur le code Expolaire
Ed. Boudee et Cie

C.J. DIXON - Languages Machines pour la représensentation de l'information géologique
Ecole des mines de Paris - Data processing in biology and géology - Cambridge 1969

M. FRANCON - Holographie
Ed. Masson et Cie 1969.

Ph. GRANDCLAUDE - Le repérage, principalement par coordonnées des objets géologiques enregistrement et traitement de l'information géographique.
CRPG Nancy 1970

Ph. GRANDCLAUDE - Les systèmes d'information en géologie
Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy, stage de recyclage en informatique géologique.

Ph. GRANDCLAUDE - M. MARCHAL - Observations et données concernant les échantillons géochimiques (Notice d'utilisation du carnet opérationnel et exemples types)
C.R.P.G. Nancy 1970

GUIENNET, BRESSANGE, BLANCHIER- Utilisation de l'informatique au stockage des données géotechniques
Rapport de recherche L.R.P.C. Aix-en-Provence 1972

H. HAVARD - Etude comparative des paramètres de la mécanique des sols
DEA
Université de Nancy 1970

I.F.P. - Essai de nomenclature et caractérisation des principales structures sédimentaires
1966 - Ed. Technip

I.F.P. - Les ordinateurs en géologie pétrolière et dans les études de production
1969 - Ed. Technip

I.F.P. - Methodes modernes de traitement de l'information géologique sur ordinateur
1969 - Ed. Technip

K. JONES - Un modèle pour un système d'information pour la planification urbaine (analyse de MM Grouhy et Cognet)
BDU Septembre 1970

P. LAFITTE (sous le direction de) - Traité d'informatique géologique
Ed. Masson et Cie 1972

P. LEYMARIE - Contribution aux méthodes d'acquisition,de représentation et de traitement de l'information en géologie - Thèse
1969 - Université de Nancy

J. MARTIN - Une banque de dossiers médicaux à expression semi-libre
Faculté de Médecine de Nancy
C.R. journées "Banques de Données" Aix-en-Provence 16, 17 et 18 Juin 1971

N. MIGNOT - Etablissement d'un système d'informations géologiques et géotechniques destiné aux études de Génie Civil DEA
1972 (Université de Nancy)

J.R. PIERCE - Symboles, Signaux et Benits - Introduction à la théorie de l'information
Ed. Masson et Cie et Sofradel

DAVID - J.W. RIPER, W. BRIAN HARLAND and J.L CUTBILL - Recording of géological data in the field using forms for input to the IBM Handwriting Reader
Data Processing in Biology and géology - Cambridge 1969

R. SAVARY - Un système de stockagede l'information géotechnique sur ordinateur - Thèse
1973 (université de Nancy)

Y.SERRE - Système de stockage et de traitement des données géologiques
1972, rapport interne SNPA

P.H. STARK, J.M. FORGOTSON - Well data fils and the computer exploration tools for the 70's
1970 - Sociéty of petroleum engineers of Aime

P.G. SUTTERLIN - M.A. COOPER - SAFRAS - A generalized data base management system
1972 - Département of Géology University of Western Ontario
London - Canada

H. TARDIEU - Système MIISFIIT
BDU Mars 1972

M. VANTROYS, D. CAMINADE, D COUREAU - Essai de cartographie géotechnique automatique - Application à la ville nouvelle d'Evry
1969 Ecole des Mines - Ecole des Ponts-et-Chaussées.

E. WELBY - Le système GIM
BDU Juin 1971

NOM DE L'ETUDIANT : NAVARD Hervé

NATURE DE LA THESE : Doctorat de Spécialité en Géologie Appliquée

UNIVERSITÉ DE NANCY I BIBLIOTHÈQUE

VU, APPROUVE

& PERMIS D'IMPRIMER

NANCY, le 1er Juin 1973

LE PRESIDENT DE L'UNIVERSITE DE NANCY I

J.R. HELLUY

UNIVERSITÉ DE NANCY I Le Président