MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

Implémentation d'un système de gestion de fichiers à structure arborescente

Majérus, Patrick

Award date:
1983

Awarding institution:
Universite de Namur

FACULTES UNIVERSITAIRES NOTRE-DAME DE LA PAIX
NAMUR
INSTITUT D'INFORMATIQUE

IMPLEMENTATION D'UN SYSTEME DE GESTION DE FICHIERS A STRUCTURE ARBORESCENTE

Mémoire présenté par
Patrick Majérus
en vue de l'obtention
du titre de
Licencié et Maître en Informatique.

ANNEE ACADEMIQUE 1982-1983

Je tiens à remercier Monsieur Claude Cherton pour l'aide qu'il a apportée à la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également mon épouse pour sa patience et le soutien qu'elle m'a apporté.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

1. Le projet.

Comme le renseigne son titre, ce mémoire a pour but d'implémenter un système de gestion de fichiers à structure arborescente. Ce système a fait l'objet d'une analyse détaillée dans le mémoire de Massimo BENEDETTI, "Etude d'un système de gestion de fichiers à structure arborescente." 1982.
Rappelons-en les principes et objectifs essentiels.

Les objectifs.

La documentation est une partie essentielle mais souvent négligée d'une application informatique. Essentielle parce que l'utilisateur, l'analyste chargé de la maintenance et le programmeur sont rarement une seule et même personne et qu'il est difficile, de comprendre un programme mal documenté à fortiori si on en n'est pas l'auteur.
Négligée à cause du travail long et fastidieux que cela représente pour le programmeur, qui ne dispose d'aucun outil pour l'aider.
La redondance de commentaires, par exemple, souvent nécessaire pour une bonne documentation n'est facilitée que par certaines fonctions des éditeurs.

Notre objectif est de réaliser un outil qui permette de gérer un programme comme un texte découpé en morceaux. Chaque morceau aura une identité propre et pourra faire l'ogjet de traitement particuliers, comme création, modification, recopiage en d'autres endroits à

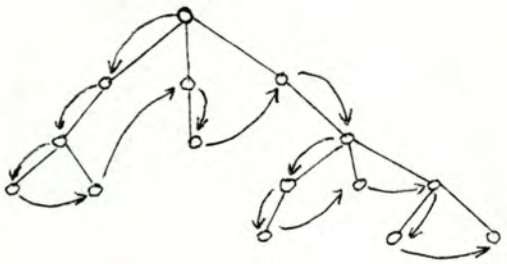
Les principes.

Ce système, destiné au traitement de textes, est basé sur une architecture arborescente : à chaque texte, ou morceau de texte, est associé un noeud d'un arbre. Les relations habituelles définies entre les noeudx d'une structure arborescente, racine, père, fils ou frère, se-

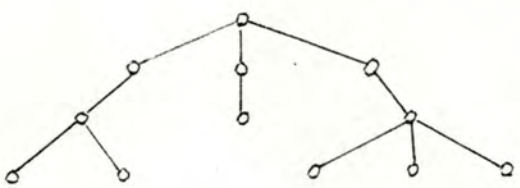
ront également applicables aux textes correspondants.

Notre application consistera donc en une gestion des noeuds, étant entendu qu'un noeud peut exister dans un arbre sans être assodié à un texte.
Par la suite, nous nommerons "contenu du noeud" le texte associé à un noeud.

Un premier objectif a été de décrire une strucure arborescente, ce qui signifie, pour chaque noeud, la possibilité de l'identifier et de retrouver son père, ses frères, ses descendants et la racine de l'arbre qui le contient. Pour cela, les noeuds seront ordonnés suivant le parcours dynastique. Ce que nous appelons parcours dynastique est indiqué par les flèches sur le schéma suivant :



L'arbre lui-même sera décomposé en niveaux, chaque noeud se trouvera sur un niveau particulier



Un noeud sera identifié par son nom et par le chemin à parcourir depuis la racine ou l'un de ses ascendants. Les fils et les frères d'un noeud seront obtenu en suivant le parcours dynastique.
Deux pointeurs permettront d'atteindre directement le père d'un noeud et la racine de l'arbre qui le contient. Chacune des informations relatives à un noeud (nom, niveau, père, racine, suivant dans le parcours dynastique) entrera dans la constitution d'un descriptieur de noeud. Les descripteurs des noeuds d'un arbre seront repris dans une table qui sera mémorisée sur fichier.

Un deuxième objectif a été de décrire le lien entre un noeud et le texte qui lui est éventuellement associé (son contenu). Ce contenu sera rangé dans un fichier le même que celui qui contient la table des noeuds. Le descripteur de noeud en question contiendra l'adresse dans le fichier du début du contenu, si celui-ci existe.

Un troisième objectif a été de pouvoir effectuer des opérations sur les noeuds et leur contenu.
On a voulu créer et insérer des noeuds,
supprimer des noeuds,
modifier des contenus de noeuds,
ajouter un contenu à celui déjà existant d'un noeud,
générer, dans le contnu d'un noeud, le contenu d'un autre noeud.

Ces objectifs ont été atteints dans l'analyse organique du système.

2. But de ce mémoire.

Nous voulons disposer d'un système qui gère les données qui ont été définies, grâce aux traitements décrits par les procédures et à partir de commandes fournies par l'utilisateur. Au vu de ce qui a été fait, l'étape suivante, qui sera effectuée dans ce mémoire, consistera à

- réaliser l'accès aux données des fichiers
- réaliser la lecture des commandes de l'utilisateur
- tester et corriger les procédures de traitement afin d'en obtenir une version correcte.

Ces démarches constitueront les trois parties principales de cet ouvrage.
Dans la première, nous analyserons le problème de l'accès aux données sur les fichiers de l'application. A partir des caractéristiques du problème et des possibilités dont nous disposons sur Apple, nous essaierons de trouver une solution simple et adéquate.
Dans la deuxième partie, nous élaborerons une solution pour la lecture des commandes.
Une troisième partie, plus technique, décrira comment le système a été implémenté.
La quatrième partie tentera d'expliquer comment ont été effectués les tests, quels en ont été les résultats et quelles corrections il a fallu apporter aux textes des différentes procédures. Notre intention n'est pas de décortiquer toutes les erreurs rencontrées ; nous avons essayé de nous limiter aux erreurs les plus significatives, celles sui relevraient d'une lacune dans le traitement.

PREMIERE PARTIE

L'ACCES AUX DONNEES

1. Rappels. Position du problème.

Chacun des fichiers de l'application correspond à une structure arborescente. Il contient les informations relatives à cette structure, c'est-à-dire la table des descripteurs des noeuds de l'arborescence et les contenus, s'ils existent, de chacun de ces noeuds. Nous voulons également qu'il contienne les informations concernant l'occupation de ses propres enregistrements (le mapping du fichier).

La table des noeuds, ainsi que les contenus des noeuds, sont de longueur quelconque, variable et tout à fait imprévisible. Il n'est donc pas possible de définir l'enregistrement du fichier de telle manière qu'il puisse contenir entièrement n'importe lequel des types d'information qu'il doit contenir.

Si nous choisissons une longueur fixe pour les enregistrements du fichier, il peut arriver que l'une ou l'autre des données que nous avons à ranger dans ce fichier va déborder sur plusieurs enregistrements. Ceci va nous poser un problème: comment retrouver les enregistrements qui recouvrent une même donnée?

Ce problème a déjà été résolu dans l'analyse fonctionnelle (cfr Massimo BENEDETTI "Etude d'un système de gestion de fichiers à structure arborescente" 1982).

Les enregistrements du fichier seront numérotés et contiendront, en plus des informations déjà citées, un pointeur.

Ce pointeur servira à chaîner entre eux les enregistrements du fichier qui couvrent une même donnée. Un enregistrement contiendra donc soit une partie de la table des noeuds, soit une partie du contenu d'un noeud, soit une partie du mapping du fichier et pointera vers la suite de la donnée, si elle existe (sauf s'il s'agit du mapping, auquel cas les enregistrements se suivent).

Le prmier enregistrement est alors donné, pour la table des noeuds et le mapping du fichier, de manière fixe, et pour le contenu d'un noeud par un champ du descripteur de ce noeud (RCP: record pointer).

Un fichier de l'application est donc défini comme un ensemble d'enregistrements, rangés par ordre de numére.

Le mapping du fichier est une table dont chaque entrée est un booléen qui indique si l'enregistrement qui a pour numéro l'indice de ce booléen est libre ou occupé.

Pour accéder à une donnée du fichier, il faudra accéder aux différents enregistrements qui la contiennent, s'il y a lieu, et ce en ne connaissant que leur numéro.

Le problème qui se pose à nous est donc le suivant: comment réaliser une structure de fichier qui nous permette d'atteindre un enregistrement sur base de son numéro?

2. De quels moyens disposons-nous?

2.1. La gestion par le système.

Nous disposons du système de gestion de fichiers de Pascal UCSD, implémenté sur APPLE II.

Si nous travaillons avec cet outil, nous devrons déclarer chaque fichier, l'ouvrir, créer ses enregistrements, le fermer. La place en mémoire secondaire est attribuée statiquement aux enregistrements, qui sont rangés de manière contiguë. Les différents fichiers seront placés à la suite l'un de l'autre, de sorte que l'on ne peut étendre l'espace d'un fichier s'il est suivi d'un autre.

Ce dernier point nous obligera à réserver une fois pour toutes de l'espace en mémoire secondaire pour chacun des fichiers de l'application.

Une fois la réservation de place pour un fichier effectuée, il est possible d'accéder à ses enregistrements à partir de leur numéro, en se servant de la procédure SEEK, disponible en Pascal UCSD, qui positionne la fenêtre du fichier sur l'enregistrement de numero donné.

2.2. La gestion par le programmeur.

En Pascal UCSD, le programmeur a la possibilité de contrôler lui-même les transferts physiques, notamment entre la mémoire centrale et la mémoire secondaire (disquette). Les procédures UNITREAD et UNITWRITE transfèrent en effet un bloc de 512 bytes de ou vers un buffer (tableau) déclaré en mémoire centrale.

3. Comment utiliser ces moyens?

3.1. La gestion par le système.

Si nous utilisons la gestion de fichiers de Pascal, la solution à notre problème est évidente, grâce à la procédure SEEK.

Malheureusement, cette solution présente un défaut très important: puisque l'espace d'un fichier n'est pas extensible, il faut réserver une certaine place à chaque fichier, sans savoir si cette place ne sera pas trop importante, ou bien insuffisante. Or, dans notre application, le nombre d'enregistrements effectivement occupés d'un fichier peut être fortemement variable. On risque donc une forte perte de place en mémoire secondaire.

3.2. La gestion par le programmeur.

Cette approche, basée sur les procédure UNITREAD et UNITWRITE, nous oblige à gérer nous-même l'espace d'un fichier en mémoire secondaire. Mais cela nous permettra peut-être d'éviter la perte de place en mémoire.

3.2.1. Problèmes posés.

L'unité d'espace sur la disquette, imposée par les procédures UNITREAD et UNITWRITE, est le block de 512 bytes. Suivant la longueur des enregistrements des fichiers, un bloc pourra en contenir un certain nombre. A chaque fichier, on veut attribuer, suivant ses besoins des blocs dans lesquels seront rangés ses enregistrements.

Il faut pour cela résoudre les deux problèmes suivants:

-quels blocs peuvent être attribués à un fichier sans en voler à un autre, c'est-à-dire quels sont les blocs libres, et quels sont ceux déjà occupés par un fichier?

-comment retrouver un enregistrement d'un fichier, c'est-à-dire comment retrouver le bloc qui le contient et la place qu'il occupe dans le bloc?

3.2.2. Solutions proposées

3.2.2.1. Liste des blocs libres

nous proposons ici deux solutions:

i) Nous pourrions tenir à jour une table de booléens qui, pour chaque bloc, indique s'il est libre ou occupé. Cette solution occupera 35 bytes en mémoire centrale et sur la disquette (280 blocs/8 booléens par byte). Elle exigera aussi un parcours de la table pour chaque recherche d'un bloc libre.

ii) Nous pourrions chaîner entre eux les blocs libres. Chaque bloc libre contiendra un pointeur vers le bloc libre suivant. L'adresse du premier bloc de la chaîne peut être retenue dans un pointeur particulier. On ne garde ainsi en mémoire centrale que le pointeur de départ de la chaîne, qui fournit immédiatement l'adresse d'un bloc libre.

Conclusions.

Cette deuxième solution nous semble préférable puisqu'elle n'occupe que très peu de place en mémoire centrale (un entier) et en mémoire secondaire, puique les blocs libres dans lesquels figurent les pointeurs sont de toute manière inutilisés.

La recherche d'un bloc libre ne demandera plus de parcours en table.

Par contre, la libération d'un bloc demandera un accès physique.

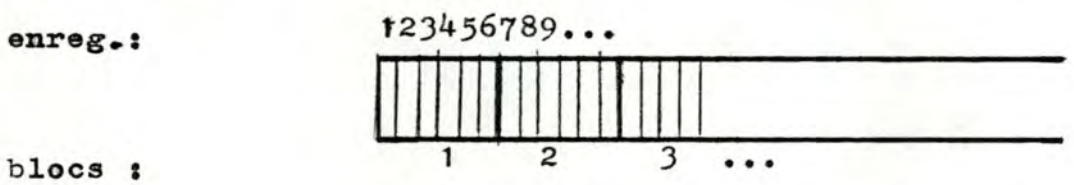
3.2.2.2. Position d'un enregistrement

Les enregistrements d'un fichier sont numérotés, et nous avons dit plus haut que nous devons pouvoir accéder à un enregistrement en fonction de son numéro. La position d'un enregistrement en mémoire secondaire devra donc dépendre de son numéro.

La longueur de l'enregistrement étant fixée, nous pouvons en déduire qu'un bloc de 512 bytes peut contenir N enregistrements. Un fichier ne pouvant occuper que l'espace de Nb blocs disponibles sur la disquette contiendra au maximum N*Nb enregistrements.

Nous convenons qu'un fichier contient exactement ce nombre d'enregistrements, mais qu'un enregistrement peut être libre ou occupé (ce qui est retenu par le mapping du fichier).

Découpons le fichier en blocs logiques contenant chacun N enregistrements et numérotons les dans l'ordre de la numérotation des enregistrements, suivant le schéma ci-dessous:



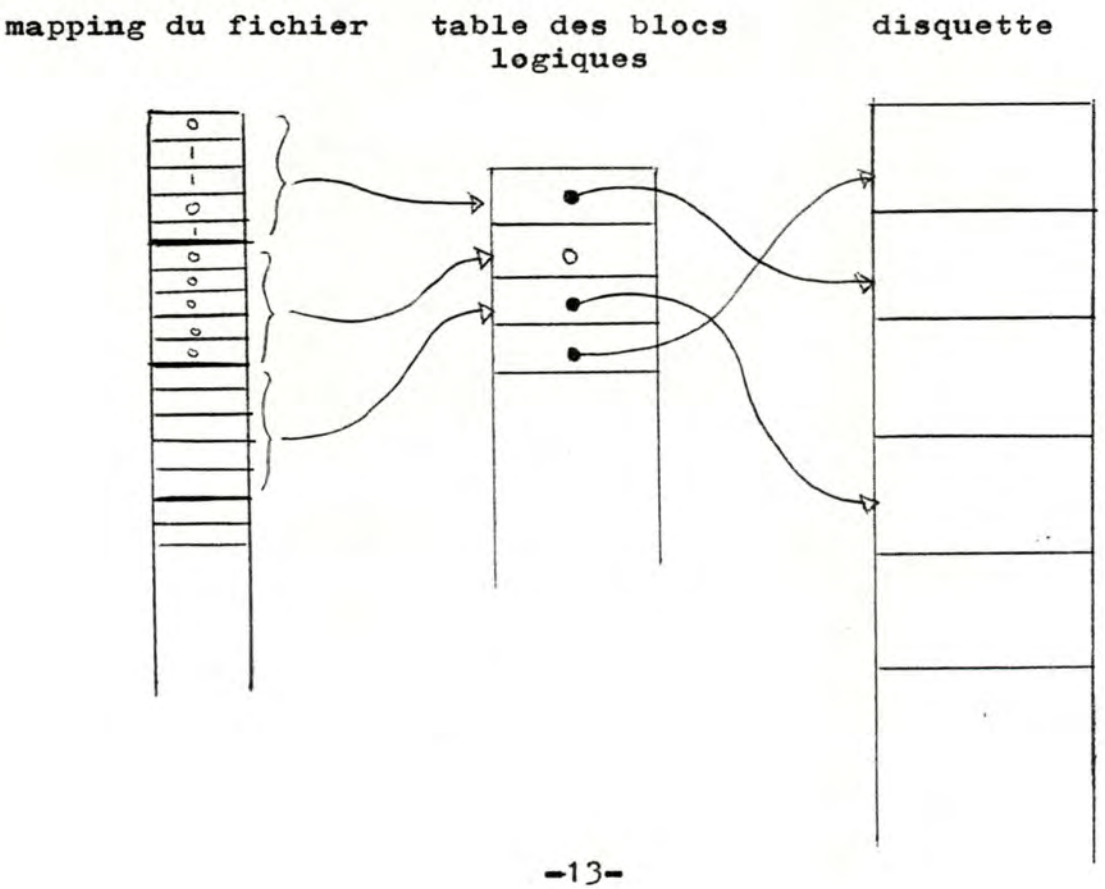
Puisque les enregistrements sont de longueur fixe, on peut calculer le numéro de bloc à partir du numéro d'enregistrement:

numblc = (numenr DIV N) + 1

où DIV est la division entière.

Un bloc logique est occupé si un au moins de ses enregistrements est occupé. Dans ce cas, il doit correspondre à un bloc physique. Cette correspondance peut être établie, par exemple, à l'aide d'une table de Nb entrées où l'entrée correspondant au bloc logique contient l'adresse du bloc où sont effectivement rangés les enregistrements de ce bloc logique.

Si, par contre, aucun enregistrement du bloc logique n'est occupé, alors ce bloc logique ne correspond à aucun bloc physique, et l'entrée de la table peut être mise à zéro.



A chaque fichier de l'application correspond une table des blocs qui indique quels sont les blocs occupés ainsi que leur adresse sur la disquette.

A partir du numéro d'un enregistrement, on peut donc facilement déterminer le bloc dans lequel il se trouve. Il faut encore pouvoir déterminer sa position dans le bloc.

Puisqu'un bloc contient N enregistrements de numéros successifs, il suffit de prendre comme numéro dans le bloc le reste de la division du numéro de l'enregistrement par N.

Cette solution offre l'avantage d'être simple à implémenter, puisque deux formules simples suffisent pour calculer la position de l'enregistrement, et d'être rapide au niveau des accès physiques, un seul accès étant nécessaire pour un bloc dont l'adresse est déterminée par calcul et par consultation d'une table en mémoire centrale.

Elle demande par contre de la place: une table de blocs par fichier en mémoire secondaire et la table du fichier en cours de traitement en mémoire centrale (une pareille table contient 2*Nb bytes).

D'autre part, il peut y avoir perte de place à l'intérieur d'un bloc, du fait que tous les enregistrements du bloc ne sont pas nécessairement occupés.

On pourrait essayer de limiter cette perte de place en mémoire en supprimant l'intermédiaire de la table des blocs logiques et en rangeant directement un enregistrement à sa place dans le bloc physique dont on aurait obtenu l'adresse par calcul. Mais si on travaille avec plusieurs fichiers, autant d'enregistrements devront occuper le même bloc et la même place dans ce

bloc, puisqu'ils sont numérotés de la même façon dans les différents fichiers. Il faudra ranger ces enregistrements ailleurs qu'à leur "bonne" place, en se donnant un moyen de les retrouver. Ceci risque de faire augmenter la place occupée et, surtout, d'augmenter le nombre des accès physiques nécessaires par accès à un enregistrement.

4. Conclusions. Choix d'une solution.

Nous avons envisagé trois solutions pour la gestion des fichiers:

i) utiliser la gestion de fichiers de Pascal

ii) laisser la gestion au programmeur, avec table de blocs intermédiaire

iii) laisser la gestion au programmeur, sans table de blocs intermédiaire.

La première solution ne nous permet pas d'avoir des fichiers de taille variable et peut, de ce fait, entraîner une grande perte de place en mémoire secondaire.

La deuxième solution, même si elle demande l'intervention du programmeur pour la gestion des transferts est simple à implémenter et rapide. Elle occupe cependant de la place en mémoire, où il peut y avoir des pertes.

La troisième solution récupère la place perdue par la deuxième, mais, en contrepartie, le nombre d'accès physiques va augmenter, de même que la complexité de l'implémentation.

Etant donné ces circonstances, c'est la deuxième solution que nous allons choisir et développer, la place perdue étant trop peu importante pour justifier une augmentation du temps d'accès.

5. Développement de la solution choisie.

5.1. Que devons-nous faire?

Nous devons écrire deux procédures:

i) une procédure de lecture d'un enregistrement dont on donne le numéro et appartenant à un fichier dont on donne le nom ou le numéro,

ii) une procédure d'écriture d'un enregistrement dont on donne le numéro et appartenant à un fichier dont on donne le nom ou le numéro.

5.2. Rappels. (cfr 3.2.)

Nous disposons, pour chaque fichier, d'une table des blocs dont les entrées sont, s'ils existent, les adresses des blocs physiques occupés par le fichier.

D'autre part, les blocs libres de la disquette sont chaînés entre eux et l'adresse du premier est disponible dans une variable en mémoire centrale.

Remarque:

La disquette étant constituée de 280 blocs, chaque fichier peut potentiellement contenir 280 blocs. La table des blocs de chaque fichier doit donc être une table de 280 entiers, c'est-à-dire de 560 bytes.

Nous devons mémoriser ces tables en mémoire secondaire, sur des blocs de 512 bytes. Avec des tables de 560 bytes, nous allons soit perdre de la place,

soit compliquer la gestion.

C'est pour cette raison que nous choisissons de travailler avec des tables de 512 bytes, soit 256 entiers. La taille maximale d'un fichier est donc limitée à 256 blocs.

5.3. Optimisation

5.3.1. Table des blocs.

La table des blocs de chaque fichier doit être mémorisée en mémoire secondaire. D'autre part, elle doit se trouver en mémoire centrale chaque fois qu'on veut accéder à un enregistrement du fichier correspondant. On pourrait garder ces tables en permanence en mémoire centrale, mais alors on occupe une table pour chaque fichier de l'application.

Il est plus économique de n'avoir qu'une table en mémoire, celle du fichier auquel on doit accéder. On doit alors charger la table du fichier en mémoire si celui-ci n'est pas celui qui a été accédé en dernier lieu. On augmente ainsi le nombre des accès physiques par accès logique, mais pas dans des proportions importantes si on ne saute pas d'un fichier à l'autre.

5.3.2. Buffer.

Pour effectuer les transferts, nous devrons nous donner un buffer en mémoire centrale, c'est-à-dire une table de ou vers laquelle seront transférés le ou les blocs de la disquette. Etant donné la manière dont nous gérons les fichiers, il nous semble préférable de prendre un buffer de la taille d'un bloc (les enregistrements sont rangés dans des blocs logiques de même taille que les blocs physiques).

5.3.3. Accès au bloc

Pour chaque lecture ou écriture, on peut transférer dans le buffer le bloc concerné. Mais ce bloc s'y trouve peut-être déjà. Dans ce cas, le transfert n'est pas nécessaire. Si par contre le transfert est nécessaire et si le contenu actuel du buffer a été modifié, il faudra recopier le bloc qui se trouve dans le buffer avant d'y amener le nouveau bloc.

Deux variables peuvent suffire pour réaliser cela: une variable entière qui retient l'adresse du bloc dans le buffer,
une variable booléenne qui retient si le contenu du buffer a été ou non modifié.

Si l'opération porte sur un autre fichier, il faut charger la table des blocs de ce fichier. Le bloc dans le buffer n'est pas le bon puisqu'il appartient à un autre fichier. Il faudra donc charger le nouveau bloc. Il suffit d'une variable entière pour retenir le numéro du fichier actuellement en cours de traitement et dont la table des blocs est en mémoire.

5.4. Structure des données.

Nous pouvons donner la structure de donnée sur laquelle vont travailler les deux procédures de lecture et d'écriture, en plus de la stucture de donnée de l'application.

```
Var flenum: integer;   numéro du fichier à consulter
    prcfle: integer;   numéro du fichier précédemment
                       consulté
    enrnum: integer;   numéro de l'enregistrement à lire
                       ou à écrire
    blknum: integer;   numéro du bloc logique contenant
                       cet enregistrement
    blkadr: integer;   adresse du bloc physique corres-
                       pondant au bloc logique
    prcblk: integer;   adresse du bloc physique se trou-
                       vant dans le buffer
    prcop : boolean;   est vrai si le contenu du buffer
                       a été modifié, faux sinon
    flebuf: array [1..N] of enregistrement;
                       buffer pour le transfert des blocs
    tampon: enregistrement;
                       variable de ou vers laquelle on
                       veut transférer l'enregistrement
    ptrlst: array [1..256] of integer;
                       table des blocs du fichier consulté
```

5.5. Algorithmes.

5.5.1. Procedure READFILE.(flenum,enrnum,tampon)

READFILE lit l'enregistrement de numéro enrnum du fichier de numéro flenum et place son contenu dans tampon.

```
if flenum ≠ prcfle
  then begin
         charger la table des blocs de flenum;
         prcfle:=flenum
       end;
blknum:=enrnum DIV N + 1;   calcul du numéro de bloc à
                            partir du numéro d'enregis-
                            trement
```

```
blkadr:=ptrlst[blknum] ;   consultation de la table des
                           blocs pour déterminer l'adres-
                           se du bloc physique contenant
                           l'enregistrement
if blkadr ≠ prcblk
  then                     le bloc ne se trouve pas dans
                           le buffer
    begin
      if prcop
        then               l'ancien bloc a été modifié
          begin
            prcop:=false;  le nouveau bloc n'a pas enco-
                             re été modifié
            UNITWRITE(flebuf,prcblk);
                           on écrit le contenu de flebuf
                           dans le bloc prcblk
          end;
      preblk:=blkadr;      le buffer contient un nouveau
                           bloc
      UNITREAD(flebuf, blkadr)
                           le contenu du bloc blkadr est
                           transféré dans le buffer
    end;
enrnum:=enrnum MOD N + 1;calcul de la position de l'en-
                           registrement dans le bloc
tampon:=flebuf[enrnum]
```

5.5.2. Procedure WRITEFILE (flenum, enrnum, tampon)

WRITEFILE écrit l'enregistrement de numéro enrnum dans le fichier de numéro flenum, à partir de la variable tampon.

```
if flenum ≠ prcfle
  then begin
         charger la table des blocs du fichier flenum;
         prcfle:=flenum
       end;
```

```
blknum:=enrnum DIV N + 1;   calcul du numéro de bloc à
                            partir du numéro d'enregis-
                            trement
blkadr:=ptrlst[blknum];     consultation de la table des
                            blocs
if blkadr = 0
  then chercher un bloc libre;
if blkadr = 280
  then ERREUR               il n'y a plus de bloc libre
  else
    begin
      ptrlst[blknum]:=blkadr;  il faut mettre à jour la
                               table des blocs qui indi-
                               que les blocs occupés
      if blkadr≠prcblk
        then
          begin
            if prcop
              then UNITWRITE(flebuf, prcblk);
            prcblk:=blkadr;
            UNITREAD(flebuf, blkadr)
          end;                 on met le bloc à modifier
                               dans le buffer s'il ne s'y
                               trouve pas
      enrnum:=enrnum DIV N + 1;
      flebuf[enrnum]:=tampon;
      prcop:=true;             on écrit le contenu de
                               tampon dans le buffer,
                               et on indique que le bloc
                               a été modifié
    end
```

6. Structure de l'enregistrement du fichier.

Nous avons déjà vu plus haut qu'un enregistrement était constitué d'une partie "donnée" et d'un pointeur servant à chaîner les enregistrements couvrant une même donnée.(cfr 1. Rappels)

Nous avons vu aussi qu'un enregistrement devait pouvoir contenir trois types de donnée différents:
une partie de la table des noeuds, c'est-à-dire un certain nombre de descripteurs de noeud,
une partie du mapping du fichier, c'est-à-dire une table de booléens,
une partie du contenu d'un noeud, c'est-à-dire une table de caractères.

On peut envisager deux possibilités pour réaliser cette structure:
soit définir l'enregistrement comme un record variable,
soit choisir l'enregistrement d'un type particulier et se servir d'une fonction de correspondance entre le type de l'enregistrement et celui des différentes données.

6.1. Un enregistrement défini comme record variable.

Le champ destiné aux descripteurs de noeud sera une table de records, chaque record étant un descripteur;
L'enregistrement pourrait donc être du type

```
ENR = record of inrec:REC;
                nxr:integer
              end;
```

```
où REC = record case typ:integer of
                1:(array [1..nse] of DESCR);
                2:(array [1..idtmxl] of char);
                3:(array [1..blnmxl] of boolean)
            end
où DESCR = record
             nnm: packed array of char;
             fap: integer;
             lnb: integer;
             nxp: integer;
             rcp: integer;
             rtp: integer
           end
```

6.2. Emploi d'une fonction de correspondance.

Pascal UCSD met à notre disposition des procédures de transfert de bytes, MOVELEFT et MOVERIGHT. Ces procédures permettent de transférer une variable dans une autre, indépendamment du type de ces deux variables.

MOVELEFT(a, b, c) a pour effet de tranférer c bytes de a vers b, en commençant par la gauche.

6.3. Choix d'une solution.

Remarquons que les transferts impliquant la table des noeuds et le mapping du fichier se font en début et en fin de traitement, alors que ceux qui impliquent des contenus de noeuds font partie intégrante des traitements.

On pourrait donc envisager de favoriser ce dernier type de transfert au point de vue de la vitesse et de la simplicité, par rapport aux deux autres types. Ainsi, si on déclare un enregistrement comme un tableau de caractères, le contenu d'un noeud pourra être transféré sans correspondance ni test, comme ce serait le cas avec une structure de record variable. La correspondance devrait alors être faite pour les autres données, pour lesquelles on aurait un traitement plus complexe.

Nous avons opté pour cette solution car elle nous parait également plus claire.

6.4. Développement de la solution.

Il y a deux cas à envisager: le transfert de la table des noeuds et le transfert du mapping du fichier.

6.4.1. Transfert de la table des noeuds

Les procédures affectées par la correspondance sont les procédures SETNTBENT et SETREC, qui effectuent le transfert entre l'enregistrement et la table, dans les deux sens. Nous nous contenterons de développer SETNTBENT, l'autre procédure étant tout à fait analogue.

Rappelons la structure d'un descripteur de noeud:

```
NTBENT = record
           NNM: packed array [1..NNMMXL] of char;
           LNB: integer;
           RTP: integer;
           NXP: integer;
           FAP: integer;
           RCP: integer
         end
```

Dans SETNTBENT, la variable entière I désigne la position, dans l'enregistrement, à partir de laquelle est écrit le descripteur. La variable entière J désigne la dernière position occupée par le champ NNM du descripteur dans l'enregistrement. Pour ce champ, il n'y a pas de correspondance à faire, le recopiage est immédiat:

```
nnmcrx:=1;
for idtcrx:=I to J do
   begin
     ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
     nnmcrx:=nnmcrx+1
   end;
```

Rappelons que l'enregistrement a d'abord été transféré en stk.buf.idt, avant que son contenu ne soit transformé pour constituér les descripteurs de noeud.

Nous devons traduire les caractères qui représentent les pointeurs d'un descripteur en type entier. Un entier, sur Apple II, occupe deux bytes et peut donc être transféré par MOVELEFT dans une variable de deux caractères, par exemple un tableau de deux caractères. Les deux caractères qui représentent un entier seront d'abord transférés dans ce tableau. Par MOVELEFT, on transfèrera alors ce tableau dans la variable entière voulue.

Nous nous donnons donc une variable déclarée comme suit:

```
var  conversion: packed array [1..2] of char;
```

Le transfert vers la table des noeuds peut se faire, pour l'entier LNB par exemple, de la manière suivante:

```
I:=J+1;
J:=J+2;          on positionne I et J sur les deux ca-
                 ractères de stk.buf.idt qui suivent
                 le champ NNM et qui sont représenta-
                 tifs de LNB.
conversion[1]:=stk[stkcrx].buf.idt[I];
conversion[2]:=stk[stkcrx].buf.idt[I];
MOVELEFT( conversion, ntb[ntbcrx].lnb, 2);
```

Les instructions à exécuter pour transférer les autres champs d'un descripteur sont identiques à celles-ci.

6.4.2. Transfert de la table des places libres.

Les bnb premiers enregistrements du fichier sont réservés à cette table.

Le nombre de booléens qu'on peut ranger dans ces enregistrements est

bnb*blnmxl

où blnmxl est la longueur en bits d'un enregistrement. Un fichier peut contenir N*256 enregistrements, où N est le nombre d'enregistrements par bloc. Le mapping du fichier est donc une table de N*256 booléens. Il se peut que bnb*blnmxl soit supérieur à N*256. Dans ce cas, un traitement spécial est à prévoir pour le dernier des bnb enregistrements, qui contient alors trop de booléens.

Ici aussi, nous nous servirons d'une variable intermédiaire, car nous ne pouvons pas utiliser comme paramètre de MOVELEFT une partie d'un tableau. Cette variable peut être déclarée de la manière suivante:

```
var conversion: packed array 1..blnmxl of boolean;
```

On transférera dans cette variable, en faisant la correspondance, tout le contenu de l'enregistrement, avant de le reporter à la bonne place dans la table.

```
I:=0;                          I sert à compter les enregis-
                               trements lus
repeat
  READFILE( flenum, I, stk.buf.idt);
                               lecture de l'enregistrement de
                               numéro I du fichier
  MOVELEFT(stk.buf.idt, conversion, idtmxl);
                               conversion des caractères en
                               booléens
  for j:=1 to blnmxl do
    ftb[ftbcrx][I*blnmxl+j-1] :=conversion j ;
                               I, le numéro de l'enregistre-
                               ment, sert à déterminer l'in-
                               dice de la table à partir du-
                               quel il faut recopier les boo-
                               léens représentés dans cet
                               enregistrement
  I:=I+1;
until I = bnb-1;               les bnb premiers enregistre-
                               ments sont recopiés intégra-
                               lement
k:=((fplmxl+1) MOD blnmxl);
                               k contient le nombre effectif
                               de booléens dans le dernier
                               enregistrement
READFILE( flenum, I, stk.buf);
MOVELEFT( stk.buf.idt, conversion, idtmxl);
for j:=1 to k do
  ftb[ftbcrx][(bnb-1)*blnmxl+j-1] :=conversion j ;
```

Ces instructions effectuent le transfert vers la mémoire centrale. Le transfert inverse se fait de manière identique.

DEUXIEME PARTIE

LA LECTURE DES COMMANDES

Nous disposons d'un fichier, appelé fichier de commande, dans lequel nous devons aller lire, séquentiellement, des commandes écrites par l'utilisateur.
Notre problème est de définir la structure de ce fichier ainsi que les procédures de lecture et d'écriture des commandes. Une commande est une suite de caractères, de longueur quelconque. Ceci ne nous permet pas de définir un fichier Pascal tel que tout enregistrement contienne exactement une commande, à moins d'imposer une longueur maximale à une commande.
Si cette solution était adoptée, la création d'un noeud avec un contenu relativement long pourrait exiger plusieurs commandes: une commande CREATE suivie du nombre de commandes ADD nécessaires.
Nous avons décidé d'adopter une solution qui autorise une longueur quelconque qui n'impose donc pas de limite. Il n'est alors pas possible de définir une commande comme un enregistrement du fichier de commande.
On pourrait découper une commande en ligne; chaque ligne, de longueur fixe, étant alors un enregistrement du fichier

Il faut donner à l'utilisateur un moyen de créer les enregistrements.Un programme qui lit une suite de caractères à l'écran et qui les recopie successivement dans le buffer du fichier serait une solution. Mais cela obligerait l'utilisateur à remplir ce buffer, même si la ligne de commande est plus courte, ce qui est assez fastidieux. Il faudrait pouvoir détecter la fin de la ligne de commande et remplir automatiquement le buffer avec des blancs si la ligne de commande est trop courte.
On peut décider, par exemple, que le caractère "carriage return" indique une fin de ligne et provoque le remplissage du buffer. De cette manière, l'utilisateur

peut écrire des lignes de commande de longueur quelconque, inférieure à celle du buffer.

Etant donné qu'une commande peut être formée de plusieurs lignes, il faut pouvoir en détecter la fin. Si elle comporte un contenu, sa fin correspond à celle de ce contenu. Sinon, on peut l'indiquer par un caractère inutilisé dans la syntaxe des commandes. Nous avons choisi ";".

Plutôt que de créer un programme à part qui effectue la lecture des lignes de commande, nous avons choisi d'implémenter ce traitement à l'intérieur de l'application, chaque ligne étant constituée à partir d'une suite de caractères au moment de son traitement. Le fichier de commande devient alors un fichier de caractères, copie de ce que l'utilisateur a tapé à l'écran, et obtenu par l'éditeur disponible sur Apple.

Nous pouvons écrire la procédure READFØ, de lecture d'une ligne de commande. Cette procédure à pour seul paramètre la variable "tampon" de type packed array [1..idtmxl] of char, dans laquelle doit être copiée la ligne de commande.

```
Procedure READFØ(tampon);

begin
  for idtcrx:=1 to idtmxl do
    tampon[idtcrx] :=' ';
  idtcrx:=0;
```

```
  repeat
    idtcrx:=idtcrx+1;
    tampon[idtcrx]:=FØ↑;
    if(idtcrx≠1) OR NOT EOLN(FØ)
      then get(FØ)
                              si on ne fait pas ce test et
                              si deux "carriage return" se
                              suivent, on décale d'un carac-
                              tère les lignes suivantes
  until (idtcrx=idtmxl) OR EOLN(FØ);
                              on remplit le tampon jusqu'à
                              ce qu'il soit plein ou jus-
                              qu'à la fin de la ligne de
                              commande
end
```

Remarque.

Pour initialiser la procédure, tout appel doit être précédé d'un GET(FØ).

TROISIEME PARTIE

IMPLEMENTATION DU SYSTEME

Introduction.

Dans le premier chapitre, notre but est d'établir la structure du programme de telle sorte qu'elle facilite et accélère la compilation.
Dans le second chapitre, nous décrirons la structure de la disquette qui doit servir de support aux fichiers de l'application.

1. Le programme.

Notre objectif est de pouvoir compiler l'ensemble des procédures de telle manière qu'une modification dans une procédure ne nous oblige pas à les recompliler toutes.
Pour réaliser cet objectif, Pascal UCSD permet le travail avec des librairies, unités de textes compilables séparément et pouvant être introduites dans les programmes objets d'autres procédures.
Un programme peut utiliser plusieurs librairies, une librairie peut elle-même utiliser d'autres librairies.
Le problème est maintenant de savoir comment constituer les librairies.
Dans notre application, il y a trois types de procédures:

les procédures utilitaires d'accès aux données des fichiers,
les procédures d'initialisation et de terminaison,
les procédures de traitements des commandes.

Dans une première librairie, nous allons déclarer toutes les procédures élémentaires, plus TRTNID, qui est une procédure commune à plusieurs traitements. Elle contiendra également les déclarations des constantes, des types et des variables globales.
Nous appelons cette librairie " DECL ".

Dans une seconde librairie, nous déclarons les procédures d'initialisation et de terminaison. Cette librairie, INTER, utilise la librairie DECL, puisque ses procédures utilise les déclarations de variables et de procédures de DECL.

Une troisième librairie, CONT, contiendra certaines procédures de traitement communes à différentes commandes, par exemple TRTCONNOD et TRTCONNODVAL.

Enfin, les procédures de traitement de commandes, TRTCRE, TRTADD, ..., seront déclarées dans le programme principal.

A partir des versions codées du programme principal et des différentes librairies, le linker d'Apple II va créer un progamme exécutable. Ce programme sera stocké sur une diskette, dans un drive, le second drive étant laissé libre pour le support des fichiers.

2. La disquette.

Nous savons déjà que:

les blocs non occupés par un fichier sont chaînés entre eux au moyen de pointeurs,
cette disquette doit en permanence contenir les tables des blocs de tous les fichiers de l'application.

D'autre part, étant donné que le système accède à cette disquette avec les procédures UNITREAD et UNITWRITE, il faudra un moyen d'identifier cette disquette et de vérifier sa présence dans le drive, cela, surtout pour éviter de détruire des blocs d'information sur d'autres disquettes.

Nous allons réserver le premier bloc (adresse 0) à cette identification, qui se restreint pour le moment à un nom.
Les quatre blocs suivants (adresses de 1 à 4) seront destinés à recevoir les tables des blocs des quatre fichiers de l'application.
Le premier bloc libre est donc celui d'adresse 5.
Cetteadresse, qui peut être modifiée en cours de traitement, est une propriété de la disquette et doit donc être mémorisée sur la disquette. Nous pouvons la mémoriser dans le bloc 0 où il nous reste de la place.
A partir de ce premier bloc, il faudra chaîner tous les autres blocs libres (initialement, tous les blocs de la disquette depuis 5 jusqu'à 279).

Nous pouvons écrire une procédure d'initialisation de la disquette.

Les spécifications seront:

-la lecture à l'ecran du nom de la disquette et la mémorisation dans le bloc 0.
-l'initialisation, dans le bloc 0, du pointeur vers le premier bloc libre, à la valeur 5.
-la mise à 0 de toutes les entrées des tables des blocs dans les blocs 1,2,3 et 4.
-la mise à I+1 du pointeur du bloc I pour I compris entre 5 et 279.

Pour libérer un bloc d'adresse I, il faudra:

-donner au pointeur du bloc I l'ancienne valeur du pointeur vers le premier bloc libre.
-mettre à la valeur I le pointeur vers le premier bloc libre.

L'occupation d'un bloc libre I va entraîner le forçage du pointeur vers le premier bloc libre à la valeur du pointeur de I,vers le suivant de I dans la chaîne des blocs libres.

QUATRIEME PARTIE

LES TESTS

Introduction.

Nous avons devant nous un gros système qu'il faut tester. Il est évidemment impossible de tout tester d'un coup, il faut faire une découpe de ce système et tester chaque morceau séparément.

Nous avons décidé de ne pas tester certaines procédures, vu leur simplicité.

D'autres procédures sont constituées (comme TRTNID, par exemple) de procédures assez simples et d'une ou deux autres plus complexes. On peut considérer que celles-ci sont des procédures élémentaires utilisées par une autre procédure pour effectuer le traitement d'une commande, ou d'une partie d'une commande.

Nous nous contenterons de tester ces procédures de traitement dans leur ensemble.

Le plan des tests s'établit donc comme suit :

- Procédures utilitaires de base.
  MOVELEFT, UNITWRITE, UNITREAD
- Procédures de chargement et de déchargement des tables
- Procédures utilitaires pour le traitement des commandes
  TRTARG, TRTNID
- Procédures de traitement des commandes
  TRTCRE, TRTGEN, TRTINS, TRTMOD, TRTADD, TRTDEL

1. Procédures utilitaires de base.

Ces procédures sont des procédures de transfert. Il est impossible de tester UNITWRITE indépendamment de UNITREAD puisqu'on n'a pas accès au contenu de la disquette autrement que par UNITREAD.

Nous avons donc testé ces deux procédures en faisant faire l'aller retour entre la mémoire centrale et la disquette à une chaîne de caractères.
En comparant la chaîne de départ à la chaîne d'arrivée les résultats des tests ont été satisfaisants et nous ont permis de faire confiance à ces procédures.

Pour tester la procédure MOVELEFT, nous devons tester si les transformations booléen-caractère et entier-caractère se font correctement dans les deux sens.

On peut tester le transfert d'une variable entière vers une variable packed array of char, in vérifiant que les caractères obtenus sont bien ceux dont le code est identique aux deux bytes de la représentation de l'entier. Mais qu'en est-il si le contenu de ces deux bytes ne correspond pas à un code caractère ?

Nous avons alors fait un test aller-retour, en transférant l' entier dans le tableau de deux caractères puis en retransférant ce tableau dans une autre variable entière. La comparaison des valeurs entières de départ et d'arrivée permet de conclure que la procédure MOVELEFT fonctionne correctement.

2. Procédures de chargement et de déchargement des tables.

La procédure de chargement des tables reconstitue, en mémoire centrale, la table des noeuds et la table des places libres de chaque fichier.

Pour chaque fichier non vide de l'application, la procédure va lire les enregistrements de la table des noeuds qui se trouvent dans ce fichier et dont on connaît le numéro du premier (une constante) . Les descripteurs de noeud contenus dans ces enregistrements sont placés dans la table des noeuds au fur et à mesure qu'on les rencontre.

De même, pour chaque fichier non vide, la procédure lit les enregistrements qui contiennent la table des places libres du fichier et constitue une table des places libres en mémoire centrale.

La procédure de rechargement recopie les tables en mémoire secondaire. Chacune des tables des places libres est recopiée dans les enregistrements du fichier correspondant.

Parmi les descripteurs de la table des noeuds, la procédure extrait ceux des noeuds d'un même fichier et constitue une table triée suivant l'ordre dynastique. Cette table est alors transférée dans les enregistrements du fichier correspondant.

2.1. Procédures de chargement et rechargement de la table des places libres.

Nous ne testerons pas ces procédures étant donné qu'elles sont essentiellement constituées d'un transfert

entre mémoires centrale et secondaires, et d'une transformation par la procédure MOVELEFT.

Nous devons cependant signaler une chose importante. La table des places libres d'un fichier n'est chargée en mémoire centrale que si ce fichier n'est pas vide. Si le fichier est vide, rien n'est prévu. Il suffit, pour remedier à cela, d'introduire une petite procédure qui met à "true" toutes les entrées de la table des places libres de ce fichier.

2.2. Procédures de chargement et rechargement de la table des noeuds.

Nous avons en fait deux choses à tester :

- Une table des noeuds qui est rangée sur la disquette puis chargée en mémoire centrale est identique à la table donnée au départ.
- La sélection des noeuds d'un fichier et leur mise en ordre dynastique.

2.2.1. Chargement de la table.

Nous aurons besoin, pour tester le bons fonctionnement du chargement et du rechargment, de tester ces deux procédures ensemble.

En effet, nous devons disposer, dans le fichier, d'une table de noeuds, que nous aurons dû y enregistrer au préalable. Comme nous disposons d'une procédure qui effectue cet enregistrement, nous pouvons l'utiliser. Si, par contre, il y a des différendes, c'est qu'une des procédures (ou les deux) comporte des erreurs. Il sera évidemment plus difficile de détecter ces erreurs. Considérons le texte des procédures à tester pour éventuellement

y déceler des erreurs et pour établir les tests à effectuer.

```
Procedure RCHNTB (var crtadr : integer)
begin
  pntcrx := 1;
  crtnxr := bnb;
  repeat
    SETREC;
    if pntcrx = 0 then
          begin
            rec.nxr := 0;
            WRTNTB (crtnxr)
          end
       else
          begin
            FNDFPL (rec.nxr);
            WRINTB (crtnxr)
          end
    crtnxr := rec.nxr
  until pntcrx = 0
end
```

Cette procédure transforme les descripteurs de noeuds pour les ranger dans un enregistrement du fichier (par SETREC, qui est une procédure analogue à SETNTBENT, que nous avons decrite plus haut). Ensuite, elle cherche éventuellement une place libre dans le fichier pour y ranger les enregistrements ainsi constitués. Elle ne présente pas de grosse difficulté si ce n'est la différence

de traitement entre le dernier enregistrement et le premier, pour lequel on ne cherche pas de place libre.

On pourrait effectuer les tests suivants :

- Une table d'au plus NSE noeuds (un seul enregistrement) pour passer directement dans le premier cas. On ne passe alors jamais dans le deuxième chemin.
- Une table de plus de NSE noeuds (au moins deux enregistrements).
  On passe alors au moins une fois par le deuxième chemin.

```
Procedure CHGNTB (var crtfnm : packed array
                        [1..nnmmxl] of char)

Var i,j,k : integer;
    fstidx,lstidx : 0.. ntbmxl;
begin
  k :=1 ; i :=1 ; j :=nnmmxl;
  stk[stkcrx].fnm:=crtfnm;
  stk[stkcrx].nxr:=bnb;
  RDLIN(stk[stkcrx]);
  while k≠nse+1 do
     begin
       ntbcrx:=ntbcrx+1;
       SETNTBENT;
       i:=j+1;
       j:=j+nnmmxl;
       if k = 1
         then
           begin
             rtb[rtbcrx].ntbptr:=ntbcrx;
             ntb[ntbcrx].fap:=rtbcrx;
             fstidx:=ntbcrx
           end;
```

```
      k:=k+1
    end
  repeat
    RDLIN(stk[stkcrx]);
    k:=1; i:=1; j:=nnmmxl;
    while k ≠ nse +1 do
      begin
        ntbcrx:=ntbcrx+1;
        SETNTBENT;
        i:=j+1; j:=j+nnmmxl;
        if stk stkcrx .nxr ≠ 0
          then k:=k+1
          else k:=nse+1
      end
  until stk[stkcrx].nxr = 0; ...
```

Remarquons d'abord que la table des noeuds est entièrement chargée en mémoire centrale et que c'est sur cette table en mémoire que s'effectueront toutes les opérations. En fin de travail, la table éventuellement modifiée sera rechargée en mémoire secondaire. Au moment du chargement, il faudra donc libérer tous les enregistrements qui étaient occupés par la table, pour éviter qu'il n'y ait, à la fin du travail, deux versions de la table des noeuds dans le fichier. Chaque enregistrement lu doit donc être libéré, c'est-à-dire que l'entrée correspondante de la table des places libres du fichier doit être mise à "true". Ce n'est cependant pas nécessaire pour le premier enregistrement de la table, puisqu'il occupe toujours la même place dans le fichier.

Nous ne connaissons pas ici l'indice de la table des places libres du fichier que nous traitons, nous ne connaissons que le nom du fichier dans la variable fsk[fskcrx]. La procédure FREE permet de retrouver cet indice et en même temps de mettre à jour la table:

```
Procedure FREE (var flenme: fskent; var enrnum: integer);
begin
  rtbcrx:=0;
  repeat
    rtbcrx:=rtbcrx+1;
    if rtb[rtbcrx] .rnm = flenme
      then ftbcrx:=rtb[rtbcrx] .ftbptr
  until (rtbcrx = rtbmxl) OR (rtb[rtbcrx] .rnm = flenme);
  ftb[ftbcrx] [enrnum] :=true
end.
```

Nous constatons qu'ici aussi, comme pour la procédure RCHNTB, il y a deux traitements à faire: un pour le premier enregistrement et une boucle pour les enregistrements suivants. Nous prendrons donc un test identique au précédent, c'est-à-dire, premièrement, une table avec un seul enregistrement et deuxièmement une table avec au moins deux enregistrements.

Ces tests nous ont permis d'introduire les corrections suivantes:

- La boucle repeat...until stk stkcrx .nxr = 0 doit être remplacée par la boucle while stk stkcrx .nxr ≠ 0 En effet, cette boucle ne peut être exécutée s'il n'y a qu'un seul enregistrement.
- Dans les deux cas, en fin de boucle while k ≠ nse+1, il faut tester s'il y a encore un descripteur de noeud qui suit le dernier desccipteur de noeud traité. Si oui, dans le cas où ntb ntbcrx .nxp ≠ 0, on doit incrémenter k normalement: k:=k+1. Sinon, on pose k:=nse+1 pour terminer le traitement de l'enregistrement en cours.

2.2.2. Constitution de la table partielle des noeuds. (Sélection et tri par la procédure UPDFAP)

Plutôt que de tester la procédure UPDFAP indépendamment de son environnement, ce qui nous obligerait à écrire des procédures qui permettent de mettre en évidence les résultats de la procédure ; nous allons nous servir des procédures de chargement déjà testées.

Nous entrerons, par lecture à l'écran, une table de noeuds qui sera rechargée sur différents fichiers par l'intermédiaire de UPDFAP et RCHNTB, puis chargée à nouveau en mémoire par CHGNTB. Les différences avec la table escomptée permettront de détecter les erreurs de UPDFAP.

Dans le choix des tables qui nous ont servi de données test, nous nous sommes basés sur les différents chemins de l'algorithme à parcourir, déterminé par les instructions conditionnelles.

Rappelons donc le canevas de cet algorithme ainsi que son idée.
La procédure consiste à recopier les descripteurs de noeuds de NTB appartenant à un même fichier dans la table intermédiaire PNT.
Il s'agit donc d'un simple recopiage, sauf en ce qui concerne les pointeurs nxp et fap qui vont être modifiés.
Le texte qui nous intéresse est donc le suivant :

```
begin
  pntcrx:=0
  repeat
    pntkpx:=pntcrx ;
    pntcrx:=pntcrx+1;
```

```
      if ntb[ntbcrx].lnb = 0
(a)     then
          pnt[pntcrx].nxp:=pntcrx+1
(b)     else
          begin
            crtlev:=pnt[pntkpx].lnb;
            pnt[pntcrx].nxp:=pntcrx+1;
            if pnt[pntcrx].lnb = crtlev
(c)           then pnt[pntcrx].fap:=pnt[pntkpx].fap;
            if pnt[pntcrx].lnb = crtlev+1
(d)           then pnt[pntcrx].fap:=pntkpx;
            if pnt[pntcrx].lnb < crtlev
(e)           then
                begin
                  pntidx:=pntkpx
                  while pnt[pntidx].lnb > crtlev do
                     pntidx:=pnt[pntidx].fap;
                  pnt[pntcrx].fap:=pntidx
                end
          end
        ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
      until ntbcrx = 0;
      pnt[1].fap:=pntcrx
  end.
```

Les chemins à parcourir sont "a", "bc", "bd", et "be". Etant donné que ces chemins sont parcourus dans une boucle, ils peuvent l'être 0, 1 ou plusieurs fois, sauf le chemin a qui lui est parcouru une et une seule fois (un arbre ayant une racine et une seule).

Premier test : passage uniquement par a.

Un arbre n'ayant d'autre noeud que sa racine. Ce premier test met en évidence une erreur sur le pointeur nxp, qui est mis à pntcrn + 1, alors qu'il n'y a pas de suivant et qu'il devrait donc prendre la valeur 0. Cette remarque est valable aussi dans le chemin b, pour le dernier noeud de l'arbre. Il faut donc remplacer

```
pnt [pntcrx] .nxp:=pntcrx + 1
```

par

```
if ntb [ntbcrx] .nnp = 0
   then pnt [pntcrx] .nxp:=0
   else pnt [pntcrx] .nxp:=pntcrx + 1;
```

Second test : passage par bc.

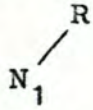
Il faut que l'arbre contienne deux noeuds qui se suivent dans l'ordre dynastique et qui soient au même niveau

exemple

Troisième test : passage par bd.

Il faut un noeud qui soit de niveau d'unité supérieure au niveau de son précédent dans l'ordre dynastique.

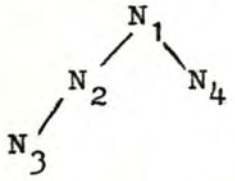
exemple



Il n'est pas absolument nécessaire de tester les chemins bc et bd, étant donné qu'il est évident que dans le premier cas, le noeud courant est le frère du précédent et que dans le second, ce noeud est le fils du précédent. Le

troisième chemin est lui plus complexe. Un test tout à fait général met en évidence l'erreur suivante.

Prenons l'exemple



Le niveau du noeud courant (N_4) est strictement inférieur au niveau du noeud précédent (N_3).

Pour cet exemple, la procédure donne comme résultat que N_4 est le père de N_3, ce qui est faux.

La cause est facile à relever.

crtlev = pnt[pntkpx].lnb = pnt[pntidx].lnb

(dans l'exemple : pntkpx et pntidx désignent N_3)

crtlev = 2 = niveau de N_3)

et la condition de la boucle while n'est donc jamais vérifiée (en fait, n'importe quel test aurait révélé cette erreur).

Nous devons remonter le parcours dynastique depuis le noeud précédant le noeud courant, jusqu'à un noeud de niveau égal à ce noeud courant.

Le père du dernier noeud trouvé est le père du noeud courant. Il faut donc remplacer la séquence d'instruction concernée par :

```
pntidx:=pntkpx
while pnt[pntidx].lnb>pnt[pntcrx].lnb
do pntidx:=pnt[pntidx].fab;
pnt[pntcrx].fab:=pnt[pntidx].fab.
```

Un test reprenant toutes les possibilités, c'est-à-dire une combinaison des trois chemins, n'a pas révélé d'autres erreurs.

3. Procédures utilitaires pour le traitement des commandes.

Nous testerons dans ce chapitre TRTARG et TRTNID les procédures de traitement de l'argument et de l'identifiant de noeud d'une commande.
Ces procédures sont relativement complexes et il nous paraît préférable de les tester à part. De plus, TRTNID est utilisée par plusieurs autres procédures, il est donc préférable de la tester indépendamment de toutes ces procédures.

3.1. La procédure TRTARG.

Cette procédure traite l'argument d'une procédure de génération, c'est-à-dire qu'elle donne une valeur aux variables fstnbr et secnbr.
Un argument est défini par:

< argument>::=<empty>/<W>/<W><entier>/<W>,<entier>/
<W><entier>,<entier>

Cette définition nous donne explicitement les cas à tester. Soient donc les tests suivants avec les résultats attendus.

argument	fstnbr	secnbr
—	0	0
W	0	32767
W entier-1	entier-1	32767
W,entier-2	0	entier-2
W entier-1,entier-2	entier-1	entier-2

Mais avant de passer au test, il faut réécrire la fonction VALNBR. cette fonction transforme les entiers de l'argument lu sous forme d'une suite de caractères dans le fichier de commande, en une variable entière. Il suffit pour cela de transformer crtcar en entier, par exemple par la procédure MOVERIGHT (ou la fonction ORD) et de retrancher 48 à l'entier ainsi obtenu. La fonction peut alors s'écrire:

```
Function VALNBR: integer;

var oldvalnbr, nbr: integer;
begin
  oldvalnbr:= 0;
  MOVERIGHT (crtcar, oldvalnbr, 1);
  oldvalnbr:= oldvalnbr-48;
  GETSGNCAR  (stk[stkcrx]);
  while (crtcar= '0') OR (crtcar= '1')
                      OR (crtcar= '2')
                      OR (crtcar= '3')
                      OR (crtcar= '4')
                      OR (crtcar= '5')
                      OR (crtcar= '6')
                      OR (crtcar= '7')
                      OR (crtcar= '8')
                      OR (crtcar= '9')
    do
       begin
         nbr:= 0;
         MOVERIGHT (crtcar, nbr, 1);
         nbr:= nbr-48;
         oldvalnbr:= oldvalnbr*10+nbr;
         GETSGNCAR  (stk[stkcrx])
       end
  valnbr:= oldvalnbr
end.
```

Remarque.

Nous n'avons pas utilisé la déclaration SET OF '0'..'9' pour réduire le texte, un test effectué révélant que certains chiffres appartenaient à ce set et d'autres pas.

Revenons au test proprement dit.
La procédure qui doit servir de support au test de TRTARG doit disposer de certaines déclarations globales, par exemple GETSGNCAR,...
Nous lui adjoindrons la librairie DECL qui contient ces déclarations.

Au point de vue des traitements, on se contente de lire à l'écran, par exemple, un argument, de le ranger dans stk[stkcrx].buf.idt, de faire un appel à TRTARG et d'afficher les résultats fstnbr et secnbr.
Ces résultats se sont révélés corrects, sauf dans le cas W, entier-2, où fstnbr prend une valeur erronnée.
Pour corriger cette erreur, nous introduisons la procédure ABSFSTNBR qui doit s'exécuter quand, dans l'état 1, on rencontre une virgule.
L'entrée [1,2] de la table ACTARC prendra la valeur 12 et non zéro, ce qui impliquera l'exécution de la procédure. ABSFSTNBR aura pour simple effet de donner la valeur 0 à fstnbr.

D'autres données avec des arguments incorrects nous ont permis de tester le traitement syntaxique.
Exemple: omission de W, de la virgule, entiers incorrects.
On remarque ainsi que rien n'est prévu si un des entiers de l'argument dépasse maxint. Si ce cas se présenté, il y aura un dépassement de capacité dans VALNBR et cela peut se passer à cause d'un oubli de la virgule.

W47,275 écrit W47 275 est interprété comme W47275 et fstnbr dépasse la capacité sans que le système puisse avertir l'utilisateur de la cause de l'erreur et en interdisant toute reprise.
Nous pourrions corriger cela en déclarant oldvalnbr comme "long integer",ce qui est permis sur Apple, et en vérifiant qu'il ne dépasse jamais maxint.

Nous avons testé et corrigé la procédure de traitement d'un argument d'une commande en fin du mémoire dans le texte de toute l'application.

3.2. La procédure TRTNID.

Cette procédure traite l'identifiant de noeud d'une commande et donne comme résultat les indices, dans la table des noeuds, des noeuds identifiés.
Un identifiant de noeud est défini de la manière suivante:

<identifiant de noeud>::=$\{$<nom de noeud>$\}_0^1$ <queue d'identifiant>

<queue d'identifiant>::=<séparateur><nom de noeud>/ <queue d'identifiant><séparateur><nom de noeud>

<séparateur>::= */.$\}$.$\{$ tels que

toute combinaison *,. est exclue
* apparaît uniquement en tête d'un identifiant

La variable de test n'est ici pas uniquement l'identifiant de noeud mais également la table des noeuds sur laquelle nous allons travailler.
La table devrait être la plus générale possible et devrait comporter: plusieurs arbres
plusieurs niveaux dans chaque arbre

Nous donnerons ci-dessous le texte de ANAWAY et SCHNDS, les deux outils principaux de TRTNID utilisés pour: retrouver un noeud dans la table (SCHNDS)

analyser le chemin qui le relie à la racine et le comparer avec le chemin défini par l'identifiant (ANAWAY)

Ce texte nous permettra de situer plus facilement les corrections à effectuer.

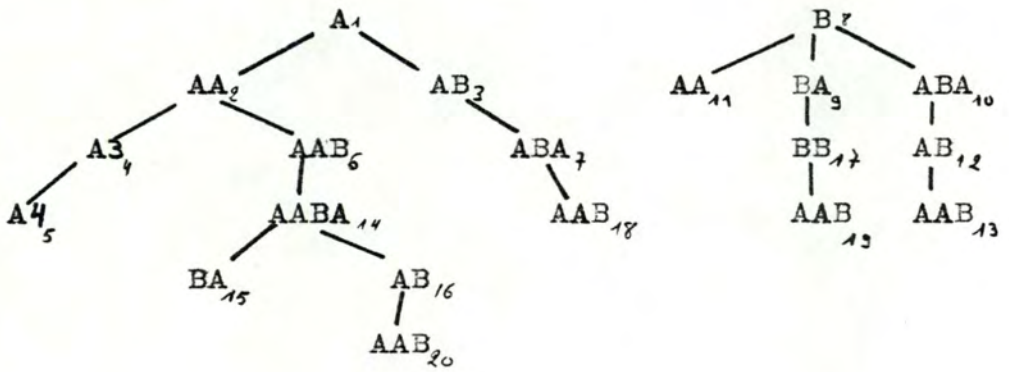
```
Procédure SCHNDS;

begin
  ntbcrx:= 1;
  cmnkpx:= cmncrx;
  while ntbcrx ≤ ntbmxl  do
     begin
       if ntb[ntbcrx].nnm ≠ nsk[cmnkpx]
         then  ntbcrx:= ntbcrx+1
         else
               begin
                 ntbkpx:= ntbcrx;
                 ANAWAY
               end
     end
end.
```

```
Procedure ANAWAY;

var idnnnm: boolean;
    i: integer;
begin
  idnnnm:= true;
  while (cmncrx > 1) AND (idnnnm = true)  do begin
     for i:= 1 to lsk[cmncrx]  do
        ntbcrx:= ntb[ntbcrx] .fap;
     cmncrx:= cmncrx-1;
     if ntb[ntbcrx] .nnm ≠ nsk[cmncrx]
        then  idnnnm:= true;
     if idnnnm = true
        then  if (lsk[cmncrx] = -1  OR lsk[cmncrx] =
                                       ntb[ntbcrx] .lnb)
                 then  UPDASK
  end;
  ntbcrx:= ntbkpx+1;
  cmncrx:= cmnkpx
end.
```

Voici les deux arbres constituant une table de noeuds sur lesquels ont portés les tests



Les nombres en indice sont les indices de la table des noeuds. Pour chaque test effectué, nous avons donne le résultat attendu, le résultat obtenu et l'explication de l'erreur, s'il y en a une.

identifiant	résultat attendu	résultat obtenu
A....BA	15	9, 15
A...AAB	18	6, 18
A....AB	16	3, 12, 16
A.....AAB	20	6, 13, 18, 19, 20
A....AABA..AAB	20	20
A....AB.AAB	20	13, 20

On obtient les noeuds de noms voulus, avec les noeuds intermédiaires corrects. Sont incorrects par rapport à l'identifiant: le numéro de niveau et la racine.

Pourquoi?

On ne teste pas quand, en remontant de père en père, on arrive à la racine. Or cette racine a aussi un "père", qui est en fait l'indice de l'entrée correspondante dans la table des racines. Mais cet indice peut être celui d'un noeud de la table des noeuds.
Prenons l'exemple de A....AB, qui doit donner 16 et qui donne 3, 12 et16. Le noeud 3 est le fils de A. Remontons 4 étages depuis ce noeud. Le premier nous amène à A, dont le pointeur fap vaut 1 (puisque 1ère racine). Comme A est aussi le noeud d'indice 1 dans la table, on va monter ler quatre étages en restant en A.

Le test de correspondance

ntb ntbcrx .nnm = nsk cmncrx

va être positif et le noeud sera accepté!
Le noeud 12 est petit-fils de B, la deuxième racine. En remontant deux étages,on arrive à B, dont le pointeur fap vaut 2. Un étage supplémentaire nous mène au deuxième noeud de la table, c'est-à-dire AA,fils de A. Le quatrième étage nous fait remonter à A et de nouveau, le noeud peut être accepté.

Correction:

Il ne faut jamais remonter au-dessus d'une racine. Pour cela, chaque fois que l'on remonte d'un étage, il faut tester si on n'est pas arrivé à une racine. Si c'est le cas et qu'on n'a pas franchi le nombre d'étages voulu, alors le noeud considéré est à rejeter.

identifiant	résultat attendu	résultat obtenu
AB..AAB	18	—
AA..A4	5	—

Des noeuds existants ne sont pas trouvés.

Pourquoi?

La pile lsk contient les numéros de niveau des noeuds successifs de l'identifiant. Etant donné que l'identifiant

commence par un nom, on exécute la procédure INTTRTNNM qui fait lsk[cmncrx] := levnbr.
A ce moment, cmncrx = 1 et levnbr = 0. Or le numéro de niveau des noeuds dont le nom commence l'identifiant n'est pas 0 puisque ce ne sont pas des racines. Comme en fin de procédure ANAWAY, on fait UPDASK si

lsk cmncrx = ntb ntbcrx .lnb,

et que dans ce cas, la condition n'est pas vérifiée,

(ntb[ntbcrx].lnb = 1 et lsk[cmncrx] = 0),

le noeud n'est pas mis dans la pile des résultats.

Correction:

Il faut initialiser la pile lsk, dans le cas où on commence l'identifiant par un nom, par le numéro de niveau du noeud représenté par ce nom. Or il peut y en avoir plusieurs comme c'est le cas pour AB. Il faudrait donc recommencer pour chaque noeud, en réinitialisant lsk[1].

Nous n'avons pas fait cette correction car, d'une part, elle aurait demandé de trop grandes modifications dans la logique de la procédure et, d'autre part, on peut remplacer AB...AAB par *AB...AAB sans rien perdre des possibilités de la procédure

identifiant	résultat attendu	résultat obtenu
A...AABA..AAB	20	—
B.BA..AAB	19	—

Le nom de noeud existe, le nombre de niveaux qui le relie à la racine est correct, le chemin est correct; pourtant,

les noeuds ne sont pas identifiés.

Pourquoi?

La procédure ANAWAY n'analyse pas correctement le chemin à parcourir du dernier noeud au premier de l'identifiant. On remonte ce chemin par l'instruction

```
for i:= 1 to lsk[cmncrx] do
    ntbcrx:= ntb[ntbcrx].fap
```

Or lsk[cmncrx] contient, au départ, le niveau du dernier noeud de l'identifiant. Cette boucle fait donc remonter directement jusqu'à la racine.
Le test if ntb[ntbcrx].nnm ≠ nsk cmncrx
est donc toujours positif s'il y a un noeud intermédiaire et le chemin est considéré incorrect et est refusé.

Correction:

Il faut remonter du nombre d'étages qui séparent un noeud du noeud qui le précède dans l'identifiant, ce qu'on peut faire par l'instruction

```
for i:= 1 to (lsk[cmncrx]-lsk[cmncrx-1]) do
  ntbcrx:= ntb[ntbcrx].fap;
```

identifiant	résultat attendu	résultat obtenu
*AB.AAB	20, 13	18
*AAB...AAB	20	—
*AB..AAB	18	—
*AA.AAB	6	—

On remarque que le premier test fournit le résultat attendu pour le troisième alors que les identifiants ne

diffèrent que par le nombre de niveaux intermédiaires.

Pourquoi?

C'est la procédure ANAWAY qui ne compte pas le nombre de niveaux correctement entre chaque noeud.
Rappelons qu'une correction précédente nous a fait écrire

```
for i:= 1 to (lsk[cmncrx]-lsk[cmncrx-1] )  do
  ntbcrx:= ntb[ntbcrx].fap;
```

Or, dans ce cas-ci, nous avons lsk[1] = -1, à cause de "*" qui précède l'identifiant.
le dernier écart est donc calculé à partir de -1 alors qu'il devrait l'être à partir de 0.

Correction:

```
if lsk[cmncrx-1] = -1
   then ecart = lsk[cmncrx]
   else ecart = lsk[cmncrx]-lsk[cmncrx-1] ;
for i:= 1 to ecart  do
  ntbcrx:= ntb[ntbcrx].fap;
```

identifiant	résultat attendu	résultat obtenu
..AB	12	—
...AAB	13, 18, 19	—
*AB	3, 12, 16	—

Les noeuds sont complètement ignorés. on remarque que dans ANAWAY, rien n'est fait si, en entrée, cmncrx = 1, ce qui arrive dans les cas cités: il n'y a qu'un seul nom de noeud dans l'identifiant.

Pourquoi?

Cela est du à la forme de la boucle

```
while (cmncrx > 1) AND (idnnnm = true)
```

qui ne s'exécute jamais si cmncrx = 1

Correction:

Il suffit d'introduire un test supplémentaire. on peut cependant distinguer deux cas:

1er cas *AB

Tous les noeuds AB trouvés dans la table par SCHNDS doivent être acceptés;il est inutile d'appeler ANAWAY pour ceux-là. on va donc introduire la suite d'instructions suivantes dans SCHNDS:

```
if (cmncrx = 1) AND (lsk[1] = -1)
    then
      begin
        UPDASK;
        ntbcrx:= ntbcrx+1
      end
    else
      ANAWAY
```

2ème cas ..AB

Il faut analyser le chemin et donc appeler ANAWAY.Dans cette procédure, on va ajouter les instructions

```
if cmncrx = 1
   then
     begin
       i:=0;
       repeat
         ntbcrx:= ntb[ntbcrx].fap;
         i:= i+1
       until ntb[ntbcrx].lnb = 0;
       if i = lsk[cmncrx] then UPDASK
```

Pour chaque noeud de la table, trouvé par SCHNDS, il suffit de compter le nombre de niveaux qui le sépare de la racine et de le comparer au numéro de niveau du noeud de l'identifiant.

Conclusion.

Nous avons corrigé toutes les erreurs que nous avons détectées dans TRTNID, à l'exception d'une seule. L'identifiant A.. .B ne donne rien si A n'est pas une racine. Il faut, dans ce cas, utiliser *A.. .B.

Nous n'avons pas testé ici le cas d'un noeud inexistant, ou le cas d'un identifiant de noeud donnant plusieurs noeuds, alors qu'il est précédé de "!".
La variable nnb,qui compte les noeuds identifiés,est en effet testée en dehors de TRTNID, par les procédures appelantes.

4. Procédures de traitement des commandes.

Les procédures que nous devons tester sont les suivantes:

TRTCRE: introduction d'un noeud dans la table, en dernière position dans l'ordre dynastique, avec éventuellement création de son contenu.

TRTGEN: génération du contenu d'un ou de plusieurs noeuds.

TRTINS: insertion d'un noeud dans la table.

TRTMOD: modification du contenu d'un ou de plusieurs noeuds.

TRTADD: addition au contenu d'un ou de plusieurs noeuds.

TRTDEL: suppression d'un sous-arbre de la table des noeuds.

Toutes ces procédures fonctionnent suivant le même schéma:

- lecture d'une commande dans le fichier de commande
- traitement de la commande:
  - . mise à jour de la table des noeuds
  - . mise à jour des contenus de noeuds sur la disquette

Pour tester ces procédures, il nous faut un moyen pour contrôler leurs effets. Ce moyen n'est pas prévu dans l'application. Nous allons écrire un programme, extérieur à l'application, qui permet d'avoir accès aux données contenues dans les fichiers de l'application, c'est-à-dire les tables des noeuds de ces fichiers et les contenus des noeuds.
Pour construire ce programme, nous pouvons utiliser les procédures qui ont été prévues dans l'application et qui nous intéressent ici, c'est-à-dire les procédures

de chargement de table (CHGNTB) et la lecture des enregistrement d'un fichier (READFILE).

Nous ne donnerons ici que les spécifications du progamme, Le texte Pascal complet se trouvant en fin de l'ouvrage.
Le programme TEST est un programme qui affiche, à l'écran ou à l'imprimante, la table des noeuds, le contenu de chaque noeud, ou les deux suivant le choix de l'utilisateur.

4.1. La procédure TRTCRE.

Nous devons tester

- la création d'une racine
- la création d'un noeud quelconque
- la création d'un noeud avec un contenu sans génération

La création du contenu d'un noeud avec génération utilise la procédure TRTGEN. Nous testerons ce cas dans le chapitre suivant.
Nous testerons aussi, dans ce chapitre, la procédure TRTEND, dont l'utilisation est liée à celle de TRTCRE.

Le premier test que nous avons effectué porte simplement sur la création de noeuds et de racines, sans contenu. Le fichier de commandes fourni au système contenait donc des commandes CREATE entrecoupées de commandes END, ces dernières étant placées de telle sorte que certaines d'entre elles terminaient une structure arborescente et entraînaient la création d'une racine.
On a aussi testé le cas de reprise d'une structure arborescente.
Les erreurs qui ont ainsi été détectées n'ont pas posé

de problème pour la correction:

- Dans TRTSCHLND

Recherche du dernier noeud d'une structure arborescente, en vue d'une reprise.

. possibilité d'une erreur de syntaxe: ")" absente après le nom du fichier.

. absence de la mise à jour de crtlev, qui doit se faire par l'instruction: crtlev:= ntb[lnd].lnb

- Dans SETCRN

.possibilité d'une erreur de syntaxe: absence de """ ou de ";" après le dernier caractère du nom du noeud.

- Dans TRTNOD

. erreur dans la mise à jour du pointeur fap du noeud créé:

on a ntb[ntbcrx].fap:= ntb[ntbidx].fap

où ntbcrx désigne le noeud créé

ntbidx désigne le noeud obtenu en remontant à partir du dernier noeud de la structure arborescente jusqu'au moment où le numéro de niveau soit égal ou inférieur à celui du noeud créé:

```
ntbidx:= lnd;
while ntb[ntbidx].lnb > crtlev   do
  ntbidx:= ntb[ntbidx].fap
```

Il se peut que le noeud qu'on veut créer soit le fils du dernier noeud créé. Dans ce cas,

ntb[ntbidx].lnb = oldlev-1,

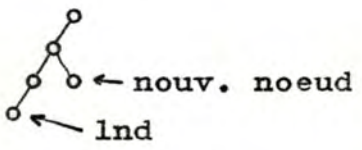
et on ne passe pas dans la boucle. Il faut alors que

ntb[ntbcrx].fap:= ntbidx

La mise à jour du pointeur se fait alors par

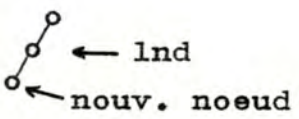
```
if ntb[ntbidx].lnb = oldlev
   then ntb[ntbcrx].fap:= ntb[ntbidx].fap
```

Ce cas correspond au schéma




```
if ntb[ntbidx].lnb = oldlev-1
   then ntb[ntbcrx].fap:= ntbidx
```

Ce cas correspond au schéma



Le deuxième test effectué porte sur la création d'un noeud avec contenu, sans génération.
Cette création se base essentiellement sur les procédures TRTCONNOD et TRTENDCRE.
La seule distinction que l'on peut apporter dans ces tests, c'est de donner un contenu qui tient sur une ligne de commande ou bien un contenu réparti sur plusieurs lignes de commandes; de même, un contenu tenant dans un seul enregistrement du fichier ou bien réparti sur plusieurs enregistrements.
Nous avons pris des contenus de longueur variable, à l'intérieur des différentes catégories déjà citées.
Nous avons ainsi remarqué que certains contenus étaient "parasités" par des morceaux de contenus de noeuds précédents. Cela venait du fait que le buffer de sortie (outrec) n'était pas nettoyé après chaque écriture d'un enregistrement. Ce nettoyage a été ajouté dans la procédure TRTENDCRE.

Nous avons aussi testé la procédure TRTCONNODVAL grâce à la commande CV qui effectue le même traitement que TRTCONNOD, dans le cas où il n'y a pas de commande de génération dans le contenu du noeud créé.
La création avec génération, qui utilise TRTCRE (avec

l'option V pour Value) et TRTCONNODVAL, sera testée dans le chapitre suivant.

4.2. La procédure TRTGEN.

Cette procédure traîte la génération du contenu d'un ou de plusieurs noeuds dans le contenu d'un autre noeud. Elle est utilisée au moment de la création d'un noeud, quand, dans le contenu du noeud créé, on rencontre une commande de génération. Elle est alors appelée par la procédure TRTCONNODVAL de TRTCRE.

Les procédures utilisées pour le traitement sont TRTARG, TRTNID qui ont déjà été testées et dont le fonctionnement correct est assuré; GEN, qui parcourt tous les noeuds identifiés par TRTNID et TRTARG; et GENREC, qui génère le contenu d'un des noeuds identifiés. Les procédures à tester sont donc TRTCONNODVAL, GEN et GENREC.

La procédure GEN détermine les noeuds dont le contenu doit être généré. Elle sera donc testée en faisant varier l'argument et l'identifiant de noeud de la commande de génération. Rappelons que l'argument détermine quels noeuds du sous-arbre, ayant le noeud identifié pour racine, seront pris en compte; les deux entiers de l'argument donnant un intervalle de niveaux relatif à la racine du sous-arbre.

En donnant tous les cas possibles d'argument et en les combinant avec différents cas d'identifiants, on a pu détecter les erreurs suivantes dans GEN:

- dépassement de la capacité,du au test

  if ntb ntbcrx .lnb oldlev+secnbr

  car secnbr peut prendre la valeur maxint.

- valeur d'indice illégale de ntb à cause de

  ntbcrx:= ntb ntbcrx .nxp

  Le passage au noeud suivant du sous-arbre est impossible s'il n'y a pas de noeud suivant (nxp = 0)

Nous avons corrigé cela de la manière suivante:

```
var bool: boolean;
  :
repeat
  if (secnbr = maxint)
    OR ((secnbr < maxint) AND (ntb[ntbcrx].lnb ≤ oldlev
                                              +maxint))

   then
     if ntb[ntbcrx].lnb ≥ oldlev+fstnbr
       then
         GENREC (crtadr);
  ntbcrx:= ntb[ntbcrx].nxp;
  if ntbcrx = 0 then bool:= true
                else if ntb[ntbcrx].lnb = oldlev
                       then bool:= true
                       else bool:= false
until bool;
```

La procédure TRTGEN est une procédure récursive, Nous avons donc introduit des commandes de création avec aucun, un ou plusieurs appels récursifs. Nous avons ainsi pu détecter des erreurs dans le sauvetage des variables.

L'appel récursif, ainsi que les sauvetages, se font dans GENREC. Nous avons deux piles de sauvetage:

- stk, pour les enregistrements successifs
- ssk, pour les variables du système (ntbcrx et askkpx)

1° Considérons d'abord le stack stk. Dès qu'on entre dans GENREC, on sauve stk par

```
stk[stkcrx].crp:= idtcrx;
```

et `stkcrx:= stkcrx+1`

puisqu'il va être occupé par le contenu du noeud qu'on doit générer. S'il n'y a pas d'appel récursif, on sort de GENREC sans appel à TRTGEN, sans passer par la restauration du stack.
Il faut corriger cela en plaçant cette restauration à la fin de la procédure GENREC:

```
stkcrx:= stkcrx-1;
```

et `idtcrx:= stk[stkcrx].crp`

2° D'autre part, tout appel de la procédure TRTGEN doit être précédé d'un sauvetage de la pile ssk par `sskcrx:= sskcrx+1`.

La procédure TRTCONNODVAL, qui avait déjà été testée, mais sans appel à TRTGEN, n'a pas du être modifiée car son traitement (copiage du contenu de la commande dans l'enregistrement de sortie) n'est interrompu que par TRTGEN, et les variables, par exemple idtcrx, sont correctement restaurées.
Cependant, on remarque que, en sortant de TRTGEN, TRTCONNODVAL saute au caractère suivant, qui peut être un blanc. Mais dans TRTGEN, TRTNID a déjà sauté au caractère non blanc qui suit l'identifiant de noeuds: on perd ainsi tous les caractères blancs et un caractère non blanc après cet identifiant.

Considérons l'exemple suivant:

```
/C, N1"Ceci est le contenu du noeud N1
      /G (*N2) bbbbb ceci est la suite de ce con-
      tenu."
```

TRTNID se termine nécessairement, de part sa construction, par GETSGNCAR, et positionne alors crtcar sur"C."
On perd les caractères blancs qu'on aurait voulu insérer à cette place.
On peut corriger cet effet en plaçant un caractère non blanc juste derrière la parenthèse de l'identifiant.
Il faut donc faire suivre un identifiant de noeud par un caractère non blanc quelconque.

4.3. La procédure TRTADD.

La procédure TRTADD ajoute le contenu présent dans le texte de la commande au contenu de tous les noeuds donnés par l'identifiant de noeud.
Pour chaque noeud donné, il faut chercher le dernier enregistrement du contenu de ce noeud et le complèter avec le début du contenu de la commande, en ajoutant éventuellement des enregistrements, si nécessaire (procédure ADDCON). Les tests devront porter sur:

1° la longueur du contenu à ajouter (une ou plusieurs lignes de commande, un ou plusieurs enregistrements)
2° le nombre de noeuds identifiés (un ou plusieurs)
3° la longueur du contenu déjà existant (aucun ou plusieurs enregistrements)

1er test: un seul noeud avec contenu
un contenu à ajouter sur une seule ligne de commande

On obtient dans le dernier enregistrement du noeud des morceaux de son ancien contenu, le contenu à ajouter ayant disparu. Celui-ci se trouve en stk[1].buf.idt et

commence en idtcrx.
Or, les enregistrements successifs du contenu du noeud sont lus sur stk[1].buf.idt, en écrasant le contenu à ajouter et en modifiant la valeur de idtcrx.

Correction.

- Il faut sauver idtcrx avant la lecture du contenu existant et restaurer idtcrx avant l'appel de TRTCONNOD.
- Il faut lire le contenu existant sur un autre étage du stack, par exemple stk[2].

Mais cela ne suffit pas. En effet TRTCONNOD va remplir OUTREC, le record de sortie, avec le contenu à ajouter. Mais OUTREC doit d'abord être initialisé avec la fin du contenu existant.
D'autre part, il faut que le dernier enregistrement, incomplet, soit remplacé par l'enregistrement obtenu en le complètant. On peut, par exemple, le réécrire; mais pour cela, il faut retenir son adresse au moment où il est lu sur le stack.

2ème test: plusieurs noeuds avec ou sans contenu
un contenu à ajouter sur une seule ligne de commande

Le contenu est ajouté au premier noeud mais pas aux suivants.

Explication.

En lisant le contenu à ajouter, TRTCONNOD déplace le pointeur idtcrx vers la fin de la ligne de commande. Ce pointeur n'est pas restauré pour le noeud suivant et le traitement ne peut se faire.

Correction.

Avant tout traitement, on sauve la position du début du

contenu à ajouter: stk[1].crp:= idtcrx.
Le sauvetage avant la lecture du contenu existant devient inutile. Il faut restaurer idtcrx avant tout appel à TRTCONNOD, de même que crtcar qui a, lui aussi,été modifié: crtcar:=stk[1].buf.idt[idtcrx].
Dans le cas où le noeud n'avait pas de contenu,son nouveau contenu est parasité par du texte indésirable. Comme pour le premier cas, il faut initialiser le record de sortie avec la fin du texte précédent, c'est-à-dire à blanc, et surtout, positionner son indice au début: odtcrx:= 0.

3ème test: un seul noeud avec ou sans contenu
un contenu à ajouter sur plusieurs lignes de commande

Il n'y a pas eu de correction à faire car la procédure TRTCONNOD, principale responsable de ce traitement, a déjà été testée.

4ème test: plusieurs noeuds, avec ou sans contenu
un contenu à ajouter sur plusieurs lignes de commande

Seul le premier noeud a été correctement traité.

Explication.

Après le traitement du premier noeud, on dispose, sur le stack, de la dernière ligne de la commande correspondant à la fin du contenu. Les premières lignes, avec le début à ajouter, sont perdues.

Correction.

Il y a deux manières de corriger cela:

- Soit retenir la position, dans le fichier, du premier caractère du contenu et y revenir par la procédure SEEK. Il faudrait pour cela, compter chaque caractère du fichier au fur et à mesure de leur lecture.
- Soit sauver successivement, sur le stack, toutes les lignes d'une même commande.
  C'est la procédure TRTCONNOD qui devrait rechercher sur le stack les lignes de commandes successives.
  Le sauvetage devrait se faire en dehors de TRTCONNOD puisque cette procédure est exécutée pour chaque noeud traité. Mais comme c'est elle qui lit le contenu de la commande, ce n'est pas possible. Il faudrait alors une procédure, extérieure à TRTCONNOD, qui lise la commande et mette ses lignes sur le stack à la disposition de TRTCONNOD.

Aucune de ces deux solutions n'a été implémentée jusqu'à présent.

Nous donnerons en conclusion le texte final de la procédure ADDCON

```
var fstidx : 0 . . ntbmxl;
    fstlev : integer;
begin
  stk[1].crp:= idtcrx;   sauvetage de idtcrx
  repeat
    askcrx:= askcrx-1;
    fstidx:= ask[askcrx];
    fstlev:=ntb[fstidx].lnb;
    if ntb[fstidx].rcp = 0
      then
        begin
          rnb:=0;
```

```
      idtcrx:=stk[1].crp;
      crtcar:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
      for odtcrx:=1 to odtmxl
        do outrec.odt[odtcrx]:=' ';
      odtcrx:=0;
      TRTCONNOD(fstidx)
    end
  else
    begin
      if fstlev = 0
        then for nnmcrx:=1 to nnmmxl
               do stk[2].fnm[nnmcrx] :=
                 ntb[fstidx].nnm[nnmcrx]
        else for nnmcrx:=1 to nnmmxl
               do stk[2].fnm[nnmcrx] :=
                  ntb[ntb[fstidx].rtp].nnm[nnmcrx] ;
      stk[2].buf.nxr:=ntb[fstidx].rcp;
      rnb:=0;
      repeat
        crtnxr:=stk[2].buf.nxr;
        RDLIN(stk[2]);
        rnb:=rnb+1
      until stk[2].buf.nxr = 0;
      odtcrx:=1;
      while stk[2].buf.idt[odtcrx] ≠ chr(3)
        do
         begin
           outrec.odt[odtcrx]:=stk[2].buf.idt[odtcrx];
           odtcrx:=odtcrx+1
         end;
      odtcrx:=odtcrx-1;
      idtcrx:=stk[1].crp;
      crtcar:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
      TRTCONNOD(fstidx)
    end
  until askcrx = askkpx
end.
```

4.4. La procédure TRTINS.

La procédure TRTINS crée un noeud avec ou sans contenu et l'insère dans la table des noeuds à une place déterminée par l'utilisateur:

- soit comme fils aîné d'un noeud existant (procédure TRTEL)
- soit comme fils cadet d'un noeud existant (procédure TRTYO)
- soit comme frère cadet d'un noeud existant (procédure TRTYB)

Ce noeud existant sera donné par la partie "identifiant de noeud" de la commande. Ce noeud peut donc ne pas être identifié de manière unique: un nouveau noeud peut être inséré en plusieurs endroits de la table. Il y a deux partie dans le traitement de l'insertion du nouveau noeud:
- l'insertion du noeud
- la création de son contenu

Comme nous avons la possibilité de créer plusieurs fois le même contenu, nous aurons les même problèmes que ceux que nous avons rencontrés dans la procédure TRTADD. Si le contenu tient sur une seule ligne de commande, il faudra restaurer la bonne valeur de idtcrx avant chaque appel de TRTCONNOD ou TRTCONNODVAL.

La correction à faire pour le cas où le contenu se répartit sur plusieurs lignes est celle présentée pour TRTADD et qui n'a pas été implémentée.

Vu cette dernière remarque et le fait que TRTC TRTCONNOD et TRTCONNODVAL ont déjà été testées et corrigées, nous nous contenterons de considérer le test de l'insertion d'un noeud dans la table.
Les tests que nous devons faire portent sur les trois procédures d'insertion dans une situation particulière de la table des noeuds:

Insertion du fils aîné d'un noeud

- qui n'a pas encore de fils et a un frère cadet
- qui n'a pas encore de fils ni de frère cadet
- qui a un fils
- qui a plusieurs fils

Insertion du fils cadet d'un noeud

- qui n'a pas de fils
- qui a un fils
- qui a plusieurs fils
- dont le fils cadet a des descendants
- dont le fils cadet n'a pas de descendant
- qui a un frère cadet
- qui n'a pas de frère cadet

Insertion du frère cadet d'un noeud

- qui a déjà un frère cadet
- qui n'a pas de frère cadet
- qui a des descendants
- qui n'a pas de descendant

Tous ces tests ont pour objectif de vérifier que l'ordre dynastique est bien respecté.
Dans le cas de l'insertion du frère cadet d' un noeud qui n'avait pas de descendant, l'indice lstidx du noeud précédant le nouveau noeud dans la chaîne dynastique n'était pas mise à jour. On corrige cela par:

```
if ntb[ntbcrx].lnb ≤ fstlev then lstidx:= fstidx
```

où fstidx désigne l'indice du noeud dont on veut créer le frère

ntbcrx = ntb[fstidx].nxp, désigne l'indice du suivant de ce noeud

fstlev désigne le niveau de ce noeud

lstidx désigne l'indice du noeud précédant le noeud à créer dans la chaîne hiérarchique

La même erreur se reproduit dans TRTYO pour la création d'un fils cadet si le noeud dont on veut créer le fils n'en a pas encore. La correction se fait de la même manière par:

if ntb[ntbcrx].lnb $\leq$ fstlev then lstidx:= fstidx

Dans la procédure TRTEL, où le noeud créé est toujours le suivant immédiat du noeud dont on veut créer le fils aîné, il n'y a pas de problème. On peut noter que dans le deuxième cas, conduisant à un résultat erronné, la procédure utilisée n'était pas la mieux adaptée. Pour donner un fils à un noeud qui n'en a pas, il vaut mieux créer un fils aîné qu'un fils cadet.
Mais, à moins de signaler explicitement ce fait à l'utilisateur, il vaut mieux effectuer la correction pour que la procédure fonctionne dans tous les cas.

4.5. Procédure TRTMOD.

Cette procédure permet de remplacer soit le nom, soit le contenu d'un ou de plusieurs noeuds donnés par l'identifiant. Elle utilise deux procédures:

- MODNNM pour le remplacement du nom,
- MODCON pour le remplacement du contenu.

MODNNM ne pose pas de problème, elle ne fait que changer une variable en mémoire centrale. tandis que pour la procédure MODCON se pose de nouveau les mêmes problèmes que pour TRTADD:

- écrasement du contenu de la commande, corrigé par la lecture de l'ancien contenu dans une autre entrée du
- nécessité du sauvetage et de la restauration de idtcrx et de crtcar, s'il y a plusieurs noeuds à modifier

- impossibilité de modifier le contenu de plusieurs noeuds si le nouveau contenu est réparti sur plusieurs lignes de commande.

4.6. Procédure TRTDEL.

Cette procédure permet d'effacer tous les sous-arbres dont les racines sont les noeuds donnés par l'identifiant. Elle utilise pour cela:

- DELALL qui supprime tous les noeuds d'un arbre
- DELNDS qui supprime tous les noeuds d'un sous-arbre

Nous avons testé trois cas:

1° la suppression d'un arbre entier
2° la suppression d'un noeud quelconque
3° la suppression d'un noeud tel qu'un de ses descendants soit le dernier noeud de la structure arborescente

Le premier test n'a pas révélé d'erreur. Le deuxième a montré que le pointeur nxp (vers le suivant) du noeud précédant celui qui est supprimé n'est pas à jour, mais on peut l'ymettre par la séquence d'instructions suivantes:

```
ntbcrx:= ntb[fstidx].fap;      on remonte au père du noeud
                               à supprimer
repeat
  ntbkpx:= ntbcrx;
  ntbcrx:= ntb[ntbcrx].nxp     on suit le parcours dynasti-
                               que jusqu'à ce qu'on arrive
                               au noeud à supprimer
until[ntbcrx] = fstidx;
ntb[ntbkpx].nxp:= ntb[lstidx].nxp
                               ntbkpx retient l'indice du
                               noeud précédent
```

Le troisième test a montré que ce cas n'était pas prévu. Quand on parcourt le sous-arbre à supprimer, il faut tester en chaque noeud si celui-ci n'est pas le dernier. Si oui, on s'arrête; sinon, on va au noeud suivant.

ANNEXE UN

LE TEXTE DU PROGRAMME

```
(*$S+*)

program sgfa(input,output);


uses (*$U APPLE2:DECLIB.CODE *)decl,
     (*$U APPLE2:INTERLIB.CODE *)inter,
     (*$U APPLE2:CONTLIB.CODE *)contenu;


var reponse:char;
    ix,jx:integer;


(*$I APPLE2:CIMAD.TEXT *)

begin(*PROGRAM TESTCRE*)


  trtint;

  while not eof(f0)
    do
      begin
        rdlin(stk[stkcrx]);
        idtcrx:=0;
        getsgncar(stk[stkcrx]);
        if crtcar='/'
          then
            getsgncar(stk[stkcrx])
          else
            begin
              numerr:=1;
              erreur(numerr)
            end;
        if  (crtcar <> 'C')
        and (crtcar <> 'E')
        and (crtcar <> 'I')
        and (crtcar <> 'D')
        and (crtcar <> 'A')
        and (crtcar <> 'M')
             then
               begin
                 numerr:=1;
                 erreur(numerr)
               end;

        case crtcar of 'C':begin
                             getsgncar(stk[stkcrx]);
                             trtcre
                           end;
                       'E':begin
                             getsgncar(stk[stkcrx]);
                             trtend
                           end;
                       'I':begin
```

```
                        getsgncar(stk[stkcrx]);
                        trtins
                      end;
                'D':begin
                        getsgncar(stk[stkcrx]);
                        trtdel
                      end;
                'M':begin
                        getsgncar(stk[stkcrx]);
                        trtmod
                      end;
                'A':begin
                        getsgncar(stk[stkcrx]);
                        trtadd
                      end
            end;

        get(f0)
    end;

  trtter


end.(*SGFA*)
```

```
procedure tstrotcmp;

var blanc:packed array [1..nnmmxl] of char;

begin
  for i:=1 to nnmmxl
    do blanc[i]:=' ';
  rtbcrx:=0;
  repeat rtbcrx:=rtbcrx+1
    until(rtb[rtbcrx].rnm=crn) or (rtb[rtbcrx].rnm=blanc) or (rtbcrx=rtbmxl);
  if rtb[rtbcrx].rnm=blanc
     then rtbkpx:=rtbcrx
     else begin
            if rtbcrx=rtbmxl then numerr:=3;
            if rtb[rtbcrx].rnm=crn then numerr:=2;
            erreur(numerr)
          end
end;(*TSTROTCMP*)



procedure trtschlnd;

var crf:packed array [1..nnmmxl] of char;
    crfcrx:0..nnmmxl;

begin
  for crfcrx:=1 to nnmmxl do crf[crfcrx]:=' ';

  getsgncar(stk[stkcrx]);
  crfcrx:=0;
  while (crtcar <> ')') and (crfcrx < nnmmxl)
     do begin
          crfcrx:=crfcrx+1;
          crf[crfcrx]:=crtcar;
          getsgncar(stk[stkcrx])
        end;
  if crtcar <> ')' then begin
                          numerr:=1;
                          erreur(numerr)
                        end;
  rtbcrx:=1;
  while (rtb[rtbcrx].rnm <> crf) and (rtbcrx <= rtbmxl)
    do rtbcrx:=rtbcrx+1;
  if rtbcrx > rtbmxl then begin
                            numerr:=9;
                            erreur(numerr)
                          end
                     else begin
                            ntbkpx:=rtb[rtbcrx].ntbptr;
                            lnd:=ntb[ntbkpx].rtp;
                            crtlev:=ntb[lnd].lnb+1
                          end
end;(*TRTSCHLND*)
```

```
procedure trtrot;

begin
  tstrotcmp;

  rtb[rtbkpx].ftbptr:=rtbkpx;
  rtb[rtbkpx].ntbptr:=ntbfrp;
  for crncrx:=1 to nnmmxl
    do rtb[rtbkpx].rnm[crncrx]:=crn[crncrx];
  ntbcrx:=ntbfrp;
  ntb[ntbcrx].lnb:=crtlev;
  ntb[ntbcrx].fap:=rtbkpx;
  ntb[ntbcrx].rtp:=ntbcrx;
  ntb[ntbcrx].rcp:=0;
  for crncrx:=1 to nnmmxl
    do ntb[ntbcrx].nnm[crncrx]:=crn[crncrx];
  lnd:=ntbcrx;
  ntbfrp:=ntb[ntbcrx].nxp;
  ntb[ntbcrx].nxp:=0;
  crtlev:=crtlev+1
end;(*TRTROT*)



procedure trtnod;

var oldlev:integer;
    ntbidx:0..ntbmxl;


procedure tstnodcmp;

var cond:boolean;

begin
  ntbidx:=lnd;
  oldlev:=crtlev;
  while ntb[ntbidx].lnb<>crtlev-1
     do ntbidx:=ntb[ntbidx].fap;
  oldlev:=ntb[ntbidx].lnb;
  ntbidx:=ntb[ntbidx].nxp;

  cond:=true;
  while cond and (ntbidx<>0)
    do
      if ntb[ntbidx].lnb>oldlev
        then
          if (ntb[ntbidx].lnb=crtlev) and (ntb[ntbidx].nnm=crn)
            then begin
                   numerr:=4;
                   erreur(numerr)
                 end
            else ntbidx:=ntb[ntbidx].nxp
        else cond:=false;
end;(*TSTNODCMP*)


begin
  tstnodcmp;
  ntbcrx:=ntbfrp;
  for crncrx:=1 to nnmmxl
    do ntb[ntbcrx].nnm[crncrx]:=crn[crncrx];
  ntb[ntbcrx].lnb:=crtlev;
  ntb[ntbcrx].rcp:=0;
  ntb[lnd].nxp:=ntbcrx;
  ntbidx:=lnd;
```

```
  oldlev:=crtlev;
  while ntb[ntbidx].lnb > oldlev
    do ntbidx:=ntb[ntbidx].fap;

  if ntb[ntbidx].lnb=oldlev
    then ntb[ntbcrx].fap:=ntb[ntbidx].fap;
  if ntb[ntbidx].lnb=oldlev-1
    then ntb[ntbcrx].fap:=ntbidx;

  ntb[ntbcrx].rtp:=ntb[ntbidx].rtp;
  lnd:=ntbfrp;
  ntb[ntb[ntbcrx].rtp].rtp:=lnd;
  ntbfrp:=ntb[ntbcrx].nxp;
  ntb[lnd].nxp:=0;
  crtlev:=crtlev+1
end;(*TRTNOD*)


procedure trtnnm;

begin
  setcrn;
  if crtlev = 0 then trtrot
                else trtnod
end;(*TRTNNM*)



procedure trtcre;

begin
  rnb:=0;
  if crtcar='V' then begin
                       vrfsw:=true;
                       getsgncar(stk[stkcrx])
                     end

                else if crtcar='R' then begin
                                          vrfsw:=false;
                                          getsgncar(stk[stkcrx])
                                        end

                                   else begin
                                          numerr:=1;
                                          erreur(numerr)
                                        end;

  if crtcar=',' then getsgncar(stk[stkcrx])
                else begin
                       numerr:=1;
                       erreur(numerr)
                     end;

  if crtcar='(' then begin
                       trtschlnd;
                       getsgncar(stk[stkcrx])
                     end;

  trtnnm;
  if crtcar<>';'
    then
      begin
        odtcrx:=0;
        if vrfsw=true then trtconval(lnd)
                      else trtconnod(lnd)
      end
```

```
end;(*TRTCRE*)


procedure trtend;

begin
  if crtcar=';'
    then begin
           crtlev:=crtlev-1;
           if crtlev<0
             then begin
                    numerr:=7;
                    erreur(numerr)
                  end
         end
    else begin
           for crncrx:=1 to nnmmxl
             do crn[crncrx]:=' ';
           crncrx:=0;
           while (crtcar<>';') and (crncrx<>nnmmxl)
             do begin
                  crncrx:=crncrx+1;
                  crn[crncrx]:=crtcar;
                  getsgncar(stk[stkcrx])
                end;

           if crtcar<>';'
             then
               begin
                 numerr:=1;
                 erreur(numerr)
               end;

           ntbcrx:=lnd;
           while(ntb[ntbcrx].nnm<>crn) and (ntb[ntbcrx].lnb<>0)
             do ntbcrx:=ntb[ntbcrx].fap;
           if (ntb[ntbcrx].lnb=0) and (ntb[ntbcrx].nnm=crn)
             then crtlev:=0;

           if (ntb[ntbcrx].lnb<>0) and (ntb[ntbcrx].nnm=crn)
             then crtlev:=ntb[ntbcrx].lnb;
           if (ntb[ntbcrx].lnb=0) and (ntb[ntbcrx].nnm<>crn)
             then begin
                    numerr:=11;
                    erreur(numerr)
                  end
         end
end;(*TRTEND*)




procedure trtins;

var sob:char;
    fstidx,lstidx,sobfpl:0..ntbmxl;
    fstlev:integer;
```

```
procedure trtyb;

var i:integer;

begin
  askcrx:=askcrx-1;
  fstidx:=ask[askcrx];
  sobfpl:=ntbfrp;
  fstlev:=ntb[fstidx].lnb;
  ntbcrx:=ntb[fstidx].nxp;
  if ntb[ntbcrx].lnb<=fstlev
    then lstidx:=fstidx;
  while ntb[ntbcrx].lnb > fstlev
    do begin
         lstidx:=ntbcrx;
         ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
       end;
  for i:=1 to nnmmx1
    do ntb[sobfpl].nnm[i]:=crn[i];
  ntb[sobfpl].lnb:=fstlev;
  ntb[sobfpl].fap:=ntb[fstidx].fap;
  ntb[sobfpl].rtp:=ntb[fstidx].rtp;
  ntb[sobfpl].rcp:=0;
  ntbfrp:=ntb[sobfpl].nxp;
  ntb[sobfpl].nxp:=ntb[lstidx].nxp;
  ntb[lstidx].nxp:=sobfpl
end;(*TRTYB*)


procedure trtyo;

var i:integer;

begin
  askcrx:=askcrx-1;
  fstidx:=ask[askcrx];
  sobfpl:=ntbfrp;
  fstlev:=ntb[fstidx].lnb;
  ntbcrx:=ntb[fstidx].nxp;
  if ntb[ntbcrx].lnb<=fstlev
    then lstidx:=fstidx;
  while ntb[ntbcrx].lnb>fstlev
    do begin
         lstidx:=ntbcrx;
         ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
       end;
  for i:=1 to nnmmx1
    do ntb[sobfpl].nnm[i]:=crn[i];
  ntb[sobfpl].lnb:=fstlev+1;
  ntb[sobfpl].fap:=fstidx;
  ntb[sobfpl].rcp:=0;
  if fstlev = 0
    then ntb[sobfpl].rtp:=fstidx
    else ntb[sobfpl].rtp:=ntb[fstidx].rtp;
  ntbfrp:=ntb[sobfpl].nxp;
  ntb[sobfpl].nxp:=ntb[lstidx].nxp;
  ntb[lstidx].nxp:=sobfpl
end;(*TRTYO*)
```

```
procedure trtel;

var i:integer;

begin
  askcrx:=askcrx-1;
  fstidx:=ask[askcrx];
  sobfpl:=ntbfrp;
  fstlev:=ntb[fstidx].lnb;
  for i:=1 to nnmmx1
    do ntb[sobfpl].nnm[i]:=crn[i];
  ntb[sobfpl].lnb:=fstlev+1;
  ntb[sobfpl].fap:=fstidx;
  ntb[sobfpl].rcp:=0;
  if fstlev=0 then ntb[sobfpl].rtp:=fstidx
              else ntb[sobfpl].rtp:=ntb[fstidx].rtp;
  ntbfrp:=ntb[sobfpl].nxp;
  ntb[sobfpl].nxp:=ntb[fstidx].nxp;
  ntb[fstidx].nxp:=sobfpl
end;(*TRTEL*)


begin

  rnb:=0;
  if crtcar = 'V' then begin
                         vrfsw:=true;
                         getsgncar(stk[stkcrx])
                       end
                  else if crtcar = 'R'
                    then begin
                           vrfsw:=false;
                           getsgncar(stk[stkcrx])
                         end
                    else begin
                           numerr:=1;
                           erreur(numerr)
                         end;
  if crtcar = '('
    then begin
      getsgncar(stk[stkcrx]);
      trtnid;
      if (mny=false) and (nnb>1)
        then begin
               numerr:=6;
               erreur(numerr)
             end
        else if nnb=0
               then begin
                      numerr:=5;
                      erreur(numerr)
                    end;
      getsgncar(stk[stkcrx]);
    end
    else begin
           numerr:=1;
           erreur(numerr)
         end;
  if crtcar = 'Y'
    then begin
           getsgncar(stk[stkcrx]);
           case crtcar of 'B':sob:='B';
                          'O':sob:='O'
           end;
           if (crtcar<>'O') and (crtcar<>'B')
             then begin
```

```
                    numerr:=1;
                    erreur(numerr)
                  end
          end
      else if crtcar = 'E'
          then begin
                  getsgncar(stk[stkcrx]);
                  if crtcar = 'L' then sob:='L'
                                  else begin
                                         numerr:=1;
                                         erreur(numerr)
                                       end
                end
          else begin
                  numerr:=1;
                  erreur(numerr)
                end;
   getsgncar(stk[stkcrx]);
   if crtcar=','
     then begin
            getsgncar(stk[stkcrx]);
            setcrn
          end
     else begin
            numerr:=1;
            erreur(numerr)
          end;
   repeat
     case sob of 'B':trtyb;
                 'O':trtyo;
                 'L':trtel
     end;
     if crtcar<> ';'
       then
         begin
           odtcrx:=0;
           if vrfsw=false
             then trtconnod(scbfpl)
             else trtconval(scbfpl)
         end
   until askcrx=askkpx
end;(*TRTINS*)




procedure trtmod;

var fstidx:0..ntbmxl;
    prsnnm,prscon:boolean;


procedure modnnm;

begin
  for nnmcrx:=1 to nnmmxl
      do ntb[fstidx].nnm[nnmcrx]:=crn[nnmcrx]
end;(*MODNNM*)
```

```
procedure modcon;

begin
  if ntb[fstidx].rcp=0
    then
      begin
        odtcrx:=0;
        idtcrx:=stk[1].crp;
        crtcar:=stk[1].buf.idt[idtcrx];
        trtconnod(fstidx)
      end
    else
      begin
        rtbcrx:=ntb[ntb[fstidx].rtp].fap;
        ftbcrx:=rtb[rtbcrx].ftbptr;
        for nnmcrx:=1 to nnmmxl
          do stk[2].fnm[nnmcrx]:=ntb[ntb[fstidx].rtp].nnm[nnmcrx];
        stk[2].buf.nxr:=ntb[fstidx].rcp;
        repeat
          ftb[ftbcrx][stk[2].buf.nxr]:=true;
          rdlin(stk[2])
        until stk[2].buf.nxr=0;
        rnb:=0;
        idtcrx:=stk[1].crp;
        crtcar:=stk[1].buf.idt[idtcrx];
        odtcrx:=0;
        trtconnod(fstidx)
      end
end;(*MODCON*)



begin
  if crtcar='('
    then begin
           getsgncar(stk[stkcrx]);
           trtnid;
           getsgncar(stk[stkcrx])
         end
    else begin
           numerr:=1;
           erreur(numerr)
         end;
  if (mny=false) and (nnb>1)
    then begin
           numerr:=6;
           erreur(numerr)
         end
    else if nnb=0
           then begin
                  numerr:=5;
                  erreur(numerr)
                end;
  if crtcar ='"' then prsnnm:=false
                 else begin
                        prsnnm:=true;
                        setcrn
                      end;
  if crtcar=';'then prscon:=false
               else prscon:=true;
  stk[1].crp:=idtcrx;
  repeat
    askcrx:=askcrx-1;
    fstidx:=ask[askcrx];
    if prsnnm=true then modnnm;
```

```
    if prscon=true then modcon
  until askcrx=askkpx
end;(*TRTMOD*)



procedure addcon;

var fstidx:0..ntbmxl;
    fstlev:integer;

begin
  stk[1].crp:=idtcrx;
  repeat
    askcrx:=askcrx-1;
    fstidx:=ask[askcrx];
    fstlev:=ntb[fstidx].lnb;
    if ntb[fstidx].rcp=0
      then
        begin
          rnb:=0;
          idtcrx:=stk[1].crp;
          crtcar:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
          for odtcrx:=1 to odtmxl
            do outrec.odt[odtcrx]:=' ';
          odtcrx:=0;
          trtconnod(fstidx)
        end
      else
        begin
          if fstlev=0
            then for nnmcrx:=1 to nnmmxl
                   do stk[2].fnm[nnmcrx]:=ntb[fstidx].nnm[nnmcrx]
            else for nnmcrx:=1 to nnmmxl
                   do stk[2].fnm[nnmcrx]:=ntb[ntb[fstidx].rtp].nnm[nnmcrx];
          stk[2].buf.nxr:=ntb[fstidx].rcp;
          rnb:=0;
          repeat
            crtnxr:=stk[2].buf.nxr;
            rdlin(stk[2]);
            rnb:=rnb+1
          until stk[2].buf.nxr=0;
          odtcrx:=1;
          while stk[2].buf.idt[odtcrx] <> chr(3)
            do
              begin
                outrec.odt[odtcrx]:=stk[2].buf.idt[odtcrx];
                odtcrx:=odtcrx+1
              end;
          odtcrx:=odtcrx-1;
          idtcrx:=stk[1].crp;
          crtcar:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
          trtconnod(fstidx)
        end
  until askcrx=askkpx
end;(*ADDCON*)
```

```
procedure trtadd;

begin
  if crtcar='('
    then begin
           getsgncar(stk[stkcrx]);
           trtnid;
           getsgncar(stk[stkcrx])
         end
    else begin
           numerr:=1;
           erreur(numerr)
         end;
  if (mny=false) and (nnb>1)
    then begin
           numerr:=6;
           erreur(numerr)
         end
    else if nnb=0
           then begin
                  numerr:=5;
                  erreur(numerr)
                end
           else addcon
end;(*TRTADD*)




procedure trtdel;


procedure del;

var fstidx,lstidx:0..ntbmxl;
    fstlev:integer;
    idx : integer;

procedure delall;

begin
  rtbcrx:=ntb[fstidx].fap;
  ftbcrx:=rtb[rtbcrx].ftbptr;
  for idx:=1 to nnmmxl
    do rtb[rtbcrx].rnm[idx]:=' ';
  for fplcrx:=bnb+1 to fplmxl
    do ftb[ftbcrx][fplcrx]:=true;
  ntbcrx:=fstidx;
  repeat
    for nnmcrx:=1 to nnmmxl
      do ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx]:=' ';
    ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
  until ntbcrx=0;
  lnd:=ntb[fstidx].rtp;
  ntb[lnd].nxp:=ntbfrp;
  ntbfrp:=fstidx
end;(*DELALL*)
```

```
procedure delnds;

var fini : boolean;


begin
  rtbcrx:=ntb[ntb[fstidx].rtp].fap;
  ftbcrx:=rtb[rtbcrx].ftbptr;
  for nnmcrx:=1 to nnmmxl
    do stk[1].fnm[nnmcrx]:=ntb[ntb[fstidx].rtp].nnm[nnmcrx];
  ntbcrx:=fstidx;

  fini:=false;
  repeat
    stk[1].buf.nxr:=ntb[ntbcrx].rcp;
    for nnmcrx:=1 to nnmmxl
      do ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx]:=' ';
    if stk[1].buf.nxr<>0
      then repeat
             ftb[ftbcrx][stk[1].buf.nxr]:=true;
             rdlin(stk[1])
           until stk[1].buf.nxr=0;
    lstidx:=ntbcrx;

    if ntb[ntbcrx].nxp=0
      then fini:=true
      else ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp;

    if not fini and (ntb[ntbcrx].lnb<=fstlev)
      then fini:=true
  until fini;

  ntbcrx:=ntb[fstidx].fap;
  repeat
    ntbkpx:=ntbcrx;
    ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
  until ntbcrx=fstidx;
  ntb[ntbkpx].nxp:=ntb[lstidx].nxp;

  ntb[lstidx].nxp:=ntbfrp;
  ntbfrp:=fstidx
end;(*DELNDS*)


begin
  repeat
    askcrx:=askcrx-1;
    fstidx:=ask[askcrx];
    fstlev:=ntb[fstidx].lnb;
    if fstlev=0
      then delall
      else delnds
  until askcrx=askkpx;
  for nnmcrx:=1 to nnmmxl
    do stk[1].fnm[nnmcrx]:=fsk[1][nnmcrx]
end;(*DEL*)




begin(*TRTDEL*)
  if crtcar='('
    then
      begin
        getsgncar(stk[stkcrx]);
```

```
        trtnid
      end
    else
      begin
        numerr:=1;
        erreur(numerr)
      end;
  if (mny=false) and (nnb>1)
    then
      begin
        numerr:=6;
        erreur(numerr)
      end
    else if nnb=0
           then
             begin
               numerr:=5;
               erreur(numerr)
             end
           else del
end;(*TRTDEL*)
```

```
(*$S+*)

unit decl;

interface


const askmxl = 10;
      nnmmxl = 6;
      fskmxl = 5;
      ftbmxl = 4;
      fplmxl = 1535;
      ntbmxl = 160;
      recmxl = 82;
      odtmxl = 80;
      rtbmxl = 4;
      stkmxl = 10;
      idtmxl = 80;
      sskmxl = 10;
      bnb    = 3;
      nse    = 5;
      dsknmemxl = 10;

      blklgh = 512;
      reclgh = 82;
      rnbblk = 6;
      blnmxl = 640;


type fskent = packed array [1..nnmmxl] of char;
     fpl    = packed array [0..fplmxl] of boolean;
     lincom = packed array [1..idtmxl] of char;
     ntbent = record
                 nnm:packed array [1..nnmmxl] of char;
                 lnb:integer;
                 rtp:0..ntbmxl;
                 nxp:0..ntbmxl;
                 fap:0..ntbmxl;
                 rcp:integer
              end;(*END RECORD*)
     rtbent = record
                 rnm   :packed array [1..nnmmxl] of char;
                 ntbptr:0..ntbmxl;
                 ftbptr:0..ftbmxl
              end;(*END RECORD*)

     rec    = record
                 odt:packed array [1..odtmxl] of char;
                 nxr:integer
              end;(*END RECORD*)

     inrec  = record
                 idt:packed array [1..idtmxl] of char;
                 nxr:integer
              end;(*END RECORD*)

     stkent = record
                 fnm:packed array [1..nnmmxl] of char;
                 crp:0..idtmxl;
                 buf:inrec
              end;(*END RECORD*)
```

```
    sskent = record
               ntbcrx:0..ntbmxl;
               askkpx:0..askmxl
             end;

    dskrec = record
               dskname : packed array [1..10] of char;
               blklstptr : integer
             end;

var askcrx : integer;
    askkpx : integer;
    ask    : array[1..askmxl] of integer;
    crn    : packed array [1..nnmmxl] of char;
    fsk    : array [1..fskmxl] of fskent;
    ftb    : array [1..ftbmxl] of fpl;
    ntb    : array [1..ntbmxl] of ntbent;
    rtb    : array [1..ntbmxl] of rtbent;
    stk    : array [1..stkmxl] of stkent;
    crncrx : integer;
    fskcrx : integer;
    ftbcrx : integer;
    ftbkpx : integer;
    fplcrx : integer;
    fplkpx : integer;
    ntbcrx : integer;
    ntbkpx : integer;
    nnmcrx : integer;
    odtcrx : integer;
    rtbcrx : integer;
    rtbkpx : integer;
    rnmcrx : integer;
    stkcrx : integer;
    fnmcrx : integer;
    idtcrx : integer;
    trsarg,actarg : array [0..4,1..5] of integer;
    trsnid,actnid : array [0..5,1..6] of integer;
    crtlev : integer;
    crtcar : char;
    crtnxr : integer;
    lnd    : 0..ntbmxl;
    mny    : boolean;
    nnb    : integer;
    ntbfrp : 0..ntbmxl;
    rnb    : integer;
    vrfsw  : boolean;
    f0     : file of char;
    lgnnbr : integer;
    numerr : integer;
    outrec : rec;
    str    : stkent;
    flenme : string[15];
    ssk:array[1..sskmxl] of sskent;
    sskcrx:0..sskmxl;
    fstnbr : integer;
    secnbr : integer;

    i      : integer;
    car    : char;
    rcslev : integer;

    prcblk : integer;
```

```
    prcfle : integer;
    prcop  : boolean;
    flenum : integer;

    dskbuf : packed array [1..1] of dskrec;
    ptrlst : packed array [1..256] of integer;
    flebuf : packed array [1..rnbblk] of inrec;
    fstblk : packed array [1..1] of integer;
    password : packed array [1..10] of char;



procedure erreur(var numero:integer);
procedure readf0(var tampon:lincom);
procedure verifdsk;
procedure chgblktbl(var flenum:integer);
procedure rchblktbl;
procedure fndblk(var blkadr:integer);
procedure free(var flenme:fskent;
               var enrnum:integer);
procedure readfile(flenum,enrnum:integer;
                   var tampon:inrec);
procedure writefile(flenum,enrnum:integer;
                    var tampon:rec);
procedure rdlin(var str:stkent);
procedure getcar(var str:stkent);
procedure getsgncar(var str:stkent);
procedure schfpl(var crtadr:integer);
procedure wrtrec(var crtadr:integer);
procedure putcar(var crtadr:integer);
procedure trtnid;


implementation


procedure erreur;

begin
  case numero of 1:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' ERREUR DE SYNTAXE');
                 2:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' FICHIER DEJA CREE');
                 3:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' TABLE DES RACINES PLEINE');
                 4:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' NOEUD DEJA EXISTANT');
                 5:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' AUCUN NOEUD IDENTIFIE');
                 6:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' FAMILLE DE NOEUDS IDENTIFIEE'
                 7:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' FIN DE CREATION ERRONEE');
                 8:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' DEBORDEMENT TABLE FPL');
                 9:writeln('LIGNE ',lgnnbr,' DEBORDEMENT TABLE NTB');
                10:writeln('PLUS DE BLOCS LIBRES!!!');
                11:writeln('LIGNE',lgnnbr,' NOM DE NOEUD INEXISTANT')
      end;(*CASE*)
  exit(program)
end;(*BEGIN*)

procedure readf0;

var j:integer;

begin
  lgnnbr:=lgnnbr+1;
  writeln;
  writeln('LIGNE DE COMMANDE NUMERO ',lgnnbr);
  writeln;
```

```
  for idtcrx:=1 to idtmxl
    do tampon[idtcrx]:=' ';

  idtcrx:=0;
  repeat
    idtcrx:=idtcrx+1;
    tampon[idtcrx]:=f0^;
    if (idtcrx<>1) or not eoln(f0)
      then get(f0)
  until (idtcrx=idtmxl) or eoln(f0);
  if (idtcrx<idtmxl) then
    for j:=idtcrx+1 to idtmxl
      do tampon[j]:=' '
end;



procedure verifdsk;          ( Cette procédure vérifie la présence de
                               la disquette dont l'utilisateur a donné
var caractere:char;            le nom. )

begin
  repeat
    unitread(5,dskbuf,12,0);
    writeln('VERIFIEZ SI LA DISQUETTE ');
    for i:=1 to 10
      do write(password[i]);
    writeln;
    writeln('SE TROUVE DANS LE DRIVE 2.');
    writeln('TAPEZ <RETURN> POUR CONTINUER.');
    readln(caractere)
  until dskbuf[1].dskname = password;
end;(*VERIFDSK*)



procedure chgblktbl;         ( Cette procédure charge en mémoire la table
                               des blocs d'un fichier )

var caractere : char;


begin

  if prcfle <> 0
    then unitwrite(5,ptrlst,512,prcfle);
  prcfle:=flenum;

  unitread(5,ptrlst,512,flenum)

end;(*CHGBLKTBL*)



procedure rchblktbl;         ( Cette procédure recharge sur disque le bloc
                               se trouvant dans le buffer et la table des
begin                                    blocs du f ichier correspondant )
  unitwrite(5,flebuf,492,prcblk);
  unitwrite(5,ptrlst,512,prcfle)
end;(*RCHBLKTBL*)
```

```
procedure fndblk;                          ( Cette procédure met dans
                                         blkadr l'adresse du premier bloc libre et
                                        met à jour cette adresse. )
begin
  blkadr:=dskbuf[1].blklstptr;
  if blkadr <> 280
    then
      begin
        unitread(5,fstblk,2,blkadr);
        dskbuf[1].blklstptr:=fstblk[1];
        unitwrite(5,dskbuf,12,0)
      end
end;(*FNDBLK*)



procedure free;



begin

  rtbcrx:=0;
  repeat
    rtbcrx:=rtbcrx+1;
    if rtb[rtbcrx].rnm=flenme
      then ftbcrx:=rtb[rtbcrx].ftbptr
  until (rtbcrx=rtbmxl) or (rtb[rtbcrx].rnm=flenme);
  ftb[ftbcrx][enrnum]:=true;
end;(*FREE*)

procedure readfile;

var idx,
    blknum,
    blkadr:integer;
    caractere:char;

begin
  if flenum <> prcfle
    then chgblktbl(flenum);

  blknum:=enrnum div rnbblk + 1;
  blkadr:=ptrlst[blknum];
  if blkadr <> prcblk
    then
      begin
        if prcop
          then
            begin
              prcop:=false;
              unitwrite(5,flebuf,492,prcblk)
            end;
        prcblk:=blkadr;
        unitread(5,flebuf,492,blkadr)

      end;
  enrnum:=enrnum mod rnbblk+1;
  for idx:=1 to idtmxl
    do tampon.idt[idx]:=flebuf[enrnum].idt[idx];
  tampon.nxr:=flebuf[enrnum].nxr;
end;(*READFILE*)
```

```
procedure writefile;

var blkadr,
    blknum,
    idx     :integer;
    caractere:char;

begin
  if flenum <> prcfle
    then chgblktbl(flenum);

  blknum:=enrnum div rnbblk + 1;
  blkadr:=ptrlst[blknum];
  if blkadr = 0
    then fndblk(blkadr);
  if blkadr = 280
    then
      begin
        numerr:=10;
        erreur(numerr)
      end
    else
      begin
        ptrlst[blknum]:=blkadr;
        if blkadr <> prcblk
          then
            begin
              if prcop = true
                then unitwrite(5,flebuf,492,prcblk);
              prcblk:=blkadr;
              unitread(5,flebuf,492,blkadr)
            end;
        enrnum:=enrnum mod rnbblk + 1;
        for idx:=1 to idtmxl
          do flebuf[enrnum].idt[idx]:=tampon.odt[idx];
        flebuf[enrnum].nxr:=tampon.nxr;
        prcop:=true
      end
end;(*WRITEFILE*)


procedure rdlin;


var flenum : integer;


begin

  for idtcrx := 1 to idtmxl do str.buf.idt[idtcrx]:=' ';
  if str.fnm = fsk[1]
    then
      readf0(str.buf.idt)

    else
      begin
            if str.fnm = fsk[2] then flenum:=1
        else if str.fnm = fsk[3] then flenum:=2
        else if str.fnm = fsk[4] then flenum:=3
        else if str.fnm = fsk[5] then flenum:=4;

            readfile(flenum,str.buf.nxr,str.buf)
      end;
  idtcrx:=0
```

```
end;(*RDLIN*)


procedure getcar;

begin
  if idtcrx = idtmxl
    then
      begin
        if str.fnm=fsk[1] then get(f0);
        rdlin(str)
      end;
  idtcrx:=idtcrx+1;
  crtcar:=str.buf.idt[idtcrx]
end;(*GETCAR*)


procedure getsgncar;

begin
  repeat
    getcar(str)
  until crtcar <> ' '
end(*GETSGNCAR*);


procedure schfpl;

begin
  ntbkpx:=ntb[crtadr].rtp;
  rtbkpx:=ntb[ntbkpx].fap;
  ftbkpx:=rtb[rtbkpx].ftbptr;
  fplcrx:=bnb + 1;
  while (ftb[ftbkpx][fplcrx]=false) and (fplcrx<=fplmxl)
     do fplcrx:=fplcrx+1;
  if fplcrx > fplmxl then begin
                            numerr:=8;
                            erreur(numerr)
                          end;(*IF*)
  fplkpx:=fplcrx;
  ftb[ftbkpx][fplcrx]:=false
end;(*SCHFPL*)


procedure wrtrec;

var crtfnm:fskent;
    i:integer;
    flenum:integer;

begin
  schfpl(crtadr);
  rnb:=rnb+1;
  if rnb=1 then begin
                  ntb[crtadr].rcp:=fplkpx;
                  crtnxr:=fplkpx;
                  schfpl(crtadr)
                end;(*IF*)
  outrec.nxr:=fplkpx;

  if ntb[crtadr].lnb<>0
    then for i:=1 to nnmmxl
           do crtfnm[i]:=ntb[ntb[crtadr].rtp].nnm[i]
```

```
    else for i:=1 to nnmmxl
           do crtfnm[i]:=ntb[crtadr].nnm[i];


       if crtfnm = fsk[2] then flenum:=1
  else if crtfnm = fsk[3] then flenum:=2
  else if crtfnm = fsk[4] then flenum:=3
  else if crtfnm = fsk[5] then flenum:=4;
  writefile(flenum,crtnxr,outrec);
  crtnxr:=outrec.nxr
end;(*WRTREC*)



procedure putcar;

begin
  if odtcrx = odtmxl
      then begin
             wrtrec(crtadr);
             for odtcrx:=1 to odtmxl
               do outrec.odt[odtcrx]:=' ';
             odtcrx:=0
           end;(*IF*)
  odtcrx:=odtcrx+1;
  outrec.odt[odtcrx]:=crtcar;

end;(*PUTCAR*)




procedure trtnid;



const nskmxl=10;
      cmnmxl=10;

type name = packed array [1..nnmmxl] of char;

var ste,oldste:integer;
    nsk:array[1..cmnmxl] of name;
    nskcrx : 0..nskmxl;
    nme:name;
    nmecrx:0..nnmmxl;
    lsk:array [1..cmnmxl] of integer;
    cmncrx:0..cmnmxl;
    cmnkpx:0..cmnmxl;
    levnbr:integer;
    code: integer;


function codnid:integer;


begin
  if (crtcar <> '!') and (crtcar <> '%') and (crtcar <> '.')
                     and (crtcar <> ')')
                     and (crtcar <> '0')
                     and (crtcar <> '1')
                     and (crtcar <> '2')
                     and (crtcar <> '3')
                     and (crtcar <> '4')
                     and (crtcar <> '5')
```

```
                        and (crtcar <> '6')
                        and (crtcar <> '7')
                        and (crtcar <> '8')
                        and (crtcar <> '9')
                        and (crtcar <> 'A')
                        and (crtcar <> 'B')
                        and (crtcar <> 'C')
                        and (crtcar <> 'D')
                        and (crtcar <> 'E')
                        and (crtcar <> 'F')
                        and (crtcar <> 'G')
                        and (crtcar <> 'H')
                        and (crtcar <> 'I')
                        and (crtcar <> 'J')
                        and (crtcar <> 'K')
                        and (crtcar <> 'L')
                        and (crtcar <> 'M')
                        and (crtcar <> 'N')
                        and (crtcar <> 'O')
                        and (crtcar <> 'P')
                        and (crtcar <> 'Q')
                        and (crtcar <> 'R')
                        and (crtcar <> 'S')
                        and (crtcar <> 'T')
                        and (crtcar <> 'U')
                        and (crtcar <> 'V')
                        and (crtcar <> 'W')
                        and (crtcar <> 'X')
                        and (crtcar <> 'Y')
                        and (crtcar <> 'Z')
      then codnid:=6
      else case crtcar of '!':codnid:=1;
                          '*':codnid:=2;
                          '.':codnid:=3;
                          ')':codnid:=5;
                          '1','2','3','4','5','6','7','8','9','0':codnid:=4;
                          'A','B','C','D','E','F','G','H','I','J':codnid:=4;
                          'K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T':codnid:=4;
                          'U','V','W','X','Y','Z':codnid:=4

                   end
end;(*CODNID*)


procedure trtone;

begin
  mny:=false
end;(*TRTONE*)


procedure levdst;

begin
  levnbr:=levnbr+1
end;(*LEVDST*)


procedure trsnnmlev;

begin
  cmncrx:=cmncrx+1;
  levnbr:=levnbr+1
end;(*TRSNNMLEV*)
```

```
procedure inttrtnnm;

begin
  nmecrx:=1;
  lsk[cmncrx]:=levnbr;
  nsk[cmncrx][nmecrx]:=crtcar
end;(*INTTRTNNM*)


procedure trtsta;

begin
  lsk[cmncrx]:=-1;
  nsk[cmncrx][nmecrx]:=crtcar
end;(*TRTSTA*)


procedure itetrtnnm;

begin
  nmecrx:=nmecrx+1;
  nsk[cmncrx][nmecrx]:=crtcar
end;(*ITETRTNNM*)


procedure updask;

begin
  nnb:=nnb+1;
  ask[askcrx]:=ntbkpx;
  if nnb = 1 then askkpx:=askcrx;
  askcrx:=askcrx+1
end;(*UPDASK*)


procedure anaway;

var idnnnm:boolean;
    i,aux:integer;

begin
  if cmncrx = 1
    then
      begin
        i:=0;
        repeat
          ntbcrx:=ntb[ntbcrx].fap;
          i:=i+1
        until ntb[ntbcrx].lnb=0;
        if i = lsk[cmncrx]
          then updask
      end;

  idnnnm:=true;
  while (cmncrx>1) and idnnnm
    do
      begin
        i:=0;
        if lsk[cmncrx-1]=-1
          then aux:=lsk[cmncrx]
          else aux:=lsk[cmncrx]-lsk[cmncrx-1];
        repeat
          i:=i+1;
          ntbcrx:=ntb[ntbcrx].fap
        until (i=aux) or (ntb[ntbcrx].lnb=0);
        cmncrx:=cmncrx-1;
```

```
        if (ntb[ntbcrx].nnm <> nsk[cmncrx]) or (i<aux)
          then idnnnm:=false;
        if idnnnm and (cmncrx=1)
          then if (lsk[cmncrx]=-1) or (lsk[cmncrx]=ntb[ntbcrx].lnb)
                 then updask
      end;
  ntbcrx:=ntbkpx+1;
  cmncrx:=cmnkpx
end;(*ANAWAY*)


procedure schnds;

var trouve:boolean;

begin
  ntbcrx:=1;
  cmnkpx:=cmncrx;
  trouve:=false;

  while ntbcrx<=ntbmxl
    do
      begin
        if ntb[ntbcrx].nnm <> nsk[cmnkpx]
          then ntbcrx:=ntbcrx+1
          else
            begin
              trouve:=true;
              ntbkpx:=ntbcrx;
              if (cmncrx = 1) and (lsk[1] = -1)
                then
                  begin
                    updask;
                    ntbcrx:=ntbcrx+1
                  end
                else anaway
            end
      end;
  if (ntbcrx > ntbmxl) and not trouve
    then
      begin
        numerr:=11;
        erreur(numerr)
      end
end;(*SCHNDS*)

begin
  levnbr:=0;
  nnb:=0;
  mny:=true;
  ste:=0;
  for cmncrx:=1 to cmnmxl
    do
      for nmecrx:=1 to nnmmxl
        do nsk[cmncrx][nmecrx]:=' ';
  cmncrx:=1;
  nmecrx:=1;
  while ste >= 0
    do
      begin
        oldste:=ste;
        code:=codnid;
        ste:=trsnid[oldste,code];
        case actnid[oldste,code] of -1:begin
                                         numerr:=1;
                                         erreur(numerr)
```

```
                                    end;
                                  1:trtone;
                                  3:levdst;
                                 43:trsnnmlev;
                                  4:inttrtnnm;
                                 24:trtsta;
                                 44:itetrtnnm;
                                 45:schnds

          end;
          getsgncar(stk[stkcrx])
        end
end;(*TRTNID*)


begin
end.
```

```
(*$S+*)

unit inter;

interface

(*$U APPLE2:DECLIB.CODE *)
uses decl;

procedure chgntb(var crtfnm:fskent);
procedure trtint;
procedure trtter;

implementation




procedure chgntb;

var i,j,k:integer;
    fstidx,lstidx:0..ntbmxl;
    nxrkpx:integer;

procedure setntbent;

var conversion:packed array[1..2] of char;

begin

  nnmcrx:=1;
  for idtcrx:=i to j
    do
      begin
        ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
        nnmcrx:=nnmcrx+1

      end;


  i:=j+1;
  j:=j+2;
  for idtcrx:=i to j
    do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
  moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].lnb,2);


  i:=j+1;
  j:=j+2;
  for idtcrx:=i to j
    do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
  moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].fap,2);

  i:=j+1;
```

```
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].nxp,2);

    i:=j+1;
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].rtp,2);

    i:=j+1;
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].rcp,2);


end;(*SETNTBENT*)

begin


    k:=1;
    i:=1;
    j:=nnmmx1;

    for nnmcrx:=1 to nnmmx1
      do stk[stkcrx].fnm[nnmcrx]:=crtfnm[nnmcrx];
    stk[stkcrx].buf.nxr:=bnb;

    rdlin(stk[stkcrx]);

    while k <> nse+1
      do
        begin
          ntbcrx:=ntbcrx+1;

          setntbent;

          i:=j+1;
          j:=j+nnmmx1;
          if k = 1
            then
              begin
                for nnmcrx:=1 to nnmmx1
                  do rtb[rtbcrx].rnm[nnmcrx]:=ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx];
                rtb[rtbcrx].ntbptr:=ntbcrx;
                ntb[ntbcrx].fap:=rtbcrx;
                fstidx:=ntbcrx
              end;

          if ntb[ntbcrx].nxp=0
            then
              k:=nse+1
            else
              k:=k+1
        end;


    while stk[stkcrx].buf.nxr<>0 do

    begin
      nxrkpx:=stk[stkcrx].buf.nxr;
      rdlin(stk[stkcrx]);
      k:=1;
```

```
    i:=1;
    j:=nnmmxl;
    while k <> nse+1
      do
        begin
          ntbcrx:=ntbcrx+1;
          setntbent;
          i:=j+1;
          j:=j+nnmmxl;
          if ntb[ntbcrx].nxp <> 0
            then k:=k+1
            else k:=nse+1
        end;
        free(crtfnm,nxrkpx)
  end;

  ntb[fstidx].rtp:=ntbcrx;
  lstidx:=ntbcrx;.
  for ntbcrx:=fstidx+1 to lstidx
    do
      begin
        ntb[ntbcrx].rtp:=fstidx;
        ntb[ntbcrx-1].nxp:=ntbcrx;
        ntb[ntbcrx].fap:=ntb[ntbcrx].fap+fstidx-1
      end;
  ntb[lstidx].nxp:=0;
  ntbcrx:=lstidx


end;(*CHGNTB*)




procedure trtint;


procedure chgempftb;

begin
  ftbcrx:=ftbcrx+1;
  for fplcrx:=bnb+1 to fplmxl
    do ftb[ftbcrx][fplcrx]:=true
end;(*CHGEMPFTB*)



procedure chgftb(var crtfnm:fskent);

var tamp:inrec;
    i,j,k:integer;
    conversion:packed array [1..blnmxl] of boolean;

begin


        if crtfnm=fsk[2] then flenum:=1
    else if crtfnm=fsk[3] then flenum:=2
    else if crtfnm=fsk[4] then flenum:=3
    else if crtfnm=fsk[5] then flenum:=4;
```

```
  i:=0;
  repeat

    readfile(flenum,i,tamp);
    moveleft(tamp.idt,conversion,idtmxl);

    for j:=1 to blnmxl
      do ftb[ftbcrx][i*blnmxl+j-1]:=conversion[j];
    i:=i+1

  until i=bnb-1;


  k:=((fplmxl+1) mod blnmxl);
  readfile(flenum,i,tamp);
  moveleft(tamp.idt,conversion,idtmxl);

  for j:=1 to k
    do ftb[ftbcrx][(bnb-1)*blnmxl+j-1]:=conversion[j];

  rtb[rtbcrx].ftbptr:=ftbcrx


end;(*CHGFTB*)


procedure chgtbs;


begin
  rtbcrx:=rtbcrx+1;
  ftbcrx:=ftbcrx+1;
  chgftb(fsk[fskcrx]);
  chgntb(fsk[fskcrx])
end;(*CHGTBS*)


procedure setfsk(var crf:fskent);


var crfcrx:0..nnmmxl;


begin
  for crfcrx:=1 to nnmmxl
    do
      begin
        idtcrx:=idtcrx+1;
        crf[crfcrx]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx]
      end
end;(*SETFSK*)



procedure inttrsarg;


begin

  for i:=1 to 4 do trsarg[i,1]:=-2;
  trsarg[0,1]:=1;
  trsarg[0,2]:=-2;
  trsarg[1,2]:=3;
```

```
    trsarg[2,2]:=3;
    trsarg[3,2]:=-2;
    trsarg[4,2]:=-2;
    for i:=0 to 2 do trsarg[i,3]:=-1;
    trsarg[3,3]:=-2;
    trsarg[4,3]:=-1;
    trsarg[0,4]:=-2;
    trsarg[1,4]:=2;
    trsarg[2,4]:=-2;
    trsarg[3,4]:=4;
    trsarg[4,4]:=-2;
    for i:=0 to 4 do trsarg[i,5]:=-2
  end;(*INTTRSARG*)


  procedure intactarg;


  begin
    actarg[0,1]:=0;
    for i:=1 to 4 do actarg[i,1]:=-1;
    actarg[0,2]:=-1;
    actarg[1,2]:=12;
    actarg[2,2]:=0;
    actarg[3,2]:=-1;
    actarg[4,2]:=-1;
    actarg[0,3]:=3;
    actarg[1,3]:=13;
    actarg[2,3]:=23;
    actarg[3,3]:=-1;
    actarg[4,3]:=0;
    actarg[0,4]:=-1;
    actarg[1,4]:=14;
    actarg[2,4]:=-1;
    actarg[3,4]:=34;
    actarg[4,4]:=-1;
    for i:=0 to 4 do actarg[i,5]:=-1;
  end;(*INTACTARG*)


  procedure inttrsnid;


  begin
    for i:=1 to 4
      do
        begin
          trsnid[i,1]:=-2;
          trsnid[i,2]:=-2;
          trsnid[i,3]:=3;
          trsnid[i,4]:=4;
          trsnid[i,5]:=-2;
          trsnid[i,6]:=-2
        end;
    trsnid[0,1]:=1;
    trsnid[0,2]:=2;
    trsnid[1,2]:=2;
    trsnid[0,3]:=3;
    trsnid[2,3]:=-2;
    trsnid[0,4]:=4;
    trsnid[0,5]:=-2;
    trsnid[4,5]:=-1;
    trsnid[0,6]:=-2;
    trsnid[5,1]:=-2;
    trsnid[5,2]:=-2;
```

```
  trsnid[5,3]:=3;
  trsnid[5,4]:=5;
  trsnid[5,5]:=-2;
  trsnid[5,6]:=-2;
end;(*INTTRSNID*)


procedure intactnid;


begin
  for i:=1 to 4
    do actnid[i,1]:=-1;
  actnid[0,1]:=1;
  actnid[0,2]:=0;
  actnid[1,2]:=0;
  actnid[2,2]:=-1;
  actnid[3,2]:=-1;
  actnid[4,2]:=-1;
  actnid[0,3]:=3;
  actnid[1,3]:=3;
  actnid[2,3]:=-1;
  actnid[3,3]:=3;
  actnid[4,3]:=43;
  actnid[0,4]:=4;
  actnid[1,4]:=4;
  actnid[2,4]:=24;
  actnid[3,4]:=4;
  actnid[4,4]:=44;
  for i:=0 to 3
    do actnid[i,5]:=-1;
  actnid[4,5]:=45;
  for i:=0 to 4
    do actnid[i,6]:=-1;
  actnid[5,1]:=-1;
  actnid[5,2]:=-1;
  actnid[5,3]:=43;
  actnid[5,4]:=44;
  actnid[5,5]:=-1;
  actnid[5,6]:=-1
end;(*INTACTNID*)


begin

  writeln('DONNEZ LE NOM DU FICHIER DE COMMANDE(15 CHAR AU MAXIMUM):');
  readln(flenme);
  reset(f0,flenme);

  lgnnbr:=0;
  stkcrx:=1;
  askcrx:=1;
  ntbcrx:=0;
  rtbcrx:=0;
  ftbcrx:=0;
  sskcrx:=1;
  rnb:=0;
  crtlev:=0;

  writeln('DONNEZ LE NOM DE LA DISQUETTE DE L"APPLICATION:');

  i:=0;
  repeat
    i:=i+1;
```

```
      read(car);
      password[i]:=car
    until (i=10) or (car=' ');
    if i<10
      then
        repeat
          i:=i+1;
          password[i]:=' '
        until i=10;


    prcfle:=0;
    prcblk:=0;
    prcop:=false;

    verifdsk;
    unitread(5,dskbuf,12,0);
    fstblk[1]:=dskbuf[1].blklstptr;


    for fskcrx:=1 to fskmxl do
      begin
        readf0(stk[stkcrx].buf.idt);
        if stk[stkcrx].buf.idt[1] = '*'
          then
            begin
              idtcrx:=1;
              setfsk(fsk[fskcrx]);
              chgtbs;
              get(f0)
            end
          else
            begin
              idtcrx:=0;
              setfsk(fsk[fskcrx]);
              if fskcrx<>1 then chgempftb;
              get(f0)
            end;
      end;
    ntbfrp:=ntbcrx+1;
    for ntbcrx:=ntbfrp to ntbmxl-1 do
      begin
        ntb[ntbcrx].nxp:=ntbcrx+1;
        for nnmcrx:=1 to nnmmxl do ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx]:=' '
      end;
    for nnmcrx:=1 to nnmmxl
      do ntb[ntbmxl].nnm[nnmcrx]:=' ';
    ntb[ntbmxl].nxp:=0;

    rtbkpx:=rtbcrx+1;
    for rtbcrx:=rtbkpx to rtbmxl do
      for nnmcrx:=1 to nnmmxl do rtb[rtbcrx].rnm[nnmcrx]:=' ';

    inttrsarg;
    intactarg;
    inttrsnid;
    intactnid;

    for nnmcrx:=1 to nnmmxl
     do stk[stkcrx].fnm[nnmcrx]:=fsk[1][nnmcrx]

  end;(*TRTINT*)
```

```
procedure trtter;


const pntmxl = 40;

type pntent = record
                nnm:packed array[1..nnmmxl] of char;
                lnb:integer;
                rtp:0..ntbmxl;
                nxp:0..ntbmxl;
                fap:0..ntbmxl;
                rcp:integer
              end;

var pnt:array[1..pntmxl] of pntent;
    crtfnm:packed array[1..nnmmxl] of char;
    adr:integer;
    pntcrx,pntkpx:0..pntmxl;
    crtlev:integer;
    blanc:packed array[1..nnmmxl] of char;


procedure fndfpl(var crtadr:integer);

begin
  fplcrx:=bnb+1;
  while (ftb[ftbcrx][fplcrx]=false) and (fplcrx<=fplmxl)
    do fplcrx:=fplcrx+1;
  if fplcrx>fplmxl
    then
      begin
        numerr:=8;
        erreur(numerr)
      end;
  ftb[ftbcrx][fplcrx]:=false;
  crtadr:=fplcrx
end;(*FNDFPL*)




procedure wrtntb(var crtadr:integer);

begin
       if crtfnm=fsk[2] then flenum:=1
  else if crtfnm=fsk[3] then flenum:=2
  else if crtfnm=fsk[4] then flenum:=3
  else if crtfnm=fsk[5] then flenum:=4;

  writefile(flenum,crtadr,outrec)
end;(*WRTNTB*)


procedure setrec;

var i, j, k:integer;
    conversion: packed array [1..2] of char;


begin
  k:=1;
  i:=0;
  j:=0;
  while k <> nse + 1 do
```

```
    begin
      i:=j+1;
      j:=j+nnmmxl;
      nnmcrx:=1;
      for odtcrx:=i to j
        do
          begin
            outrec.odt[odtcrx]:=pnt[pntcrx].nnm[nnmcrx];
            nnmcrx:=nnmcrx+1
          end;

      moveleft(pnt[pntcrx].lnb,conversion,2);


      i:=j+1;
      j:=j+2;
      for odtcrx:=i to j
        do outrec.odt[odtcrx]:=conversion[odtcrx-j+2];


      moveleft(pnt[pntcrx].fap,conversion,2);
      i:=j+1;
      j:=j+2;
      for odtcrx:=i to j
        do outrec.odt[odtcrx]:=conversion[odtcrx-j+2];

      moveleft(pnt[pntcrx].nxp,conversion,2);
      i:=j+1;
      j:=j+2;
      for odtcrx:=i to j
        do outrec.odt[odtcrx]:=conversion[odtcrx-j+2];

      moveleft(pnt[pntcrx].rtp,conversion,2);
      i:=j+1;
      j:=j+2;
      for odtcrx:=i to j
        do outrec.odt[odtcrx]:=conversion[odtcrx-j+2];

      moveleft(pnt[pntcrx].rcp,conversion,2);
      i:=j+1;
      j:=j+2;
      for odtcrx:=i to j
        do outrec.odt[odtcrx]:=conversion[odtcrx-j+2];

      pntcrx:=pnt[pntcrx].nxp;
      if pntcrx <> 0
        then k:=k+1
        else k:=nse+1

    end;

end;(*SETREC*)



procedure rchftb;


var i,j,k:integer;
    tamp:rec;
    conversion:packed array [1..blnmxl] of boolean;


begin
      if crtfnm=fsk[2] then flenum:=1
```

```
    else if crtfnm=fsk[3] then flenum:=2
    else if crtfnm=fsk[4] then flenum:=3
    else if crtfnm=fsk[5] then flenum:=4;
    i:=0;

    repeat
          for j:=1 to blnmxl
            do conversion[j]:=ftb[ftbcrx][i*blnmxl+j-1];
          moveleft(conversion,tamp.odt,odtmxl);
          writefile(flenum,i,tamp);
          i:=i+1
       until i = bnb-1;

    k:=((fplmxl+1) mod blnmxl);
    for j:=1 to k
      do conversion[j]:=ftb[ftbcrx][i*blnmxl+j-1];
          moveleft(conversion,tamp.odt,odtmxl);
          writefile(flenum,i,tamp)

end;(*RCHFTB*)



procedure rchntb;


begin
  pntcrx:=1;
  crtnxr:=bnb;
  repeat
    setrec;
    if pntcrx = 0
      then
        begin
          outrec.nxr:=0;
          wrtntb(crtnxr)
        end
      else
        begin
          fndfpl(outrec.nxr);
          wrtntb(crtnxr)
        end;
    crtnxr:=outrec.nxr
  until pntcrx = 0
end;(*RCHNTB*)



procedure updfap;


var pntidx:0..pntmxl;


begin
  pntcrx:=0;
  repeat
    pntkpx:=pntcrx;
    pntcrx:=pntcrx+1;
    if ntb[ntbcrx].lnb = 0
      then
        begin
          for i:=1 to nnmmxl
            do pnt[pntcrx].nnm[i]:=ntb[ntbcrx].nnm[i];
```

```
            pnt[pntcrx].lnb:=ntb[ntbcrx].lnb;
            if ntb[ntbcrx].nxp = 0
              then pnt[pntcrx].nxp:=0
              else pnt[pntcrx].nxp:=pntcrx+1;
            pnt[pntcrx].rcp:=ntb[ntbcrx].rcp;
          end
        else
          begin
            crtlev:=pnt[pntkpx].lnb;
            for i:=1 to nnmmx1
              do pnt[pntcrx].nnm[i]:=ntb[ntbcrx].nnm[i];
            pnt[pntcrx].lnb:=ntb[ntbcrx].lnb;
            pnt[pntcrx].rtp:=1;
            if ntb[ntbcrx].nxp = 0
              then pnt[pntcrx].nxp:=0
              else pnt[pntcrx].nxp:=pntcrx+1;
            pnt[pntcrx].rcp:=ntb[ntbcrx].rcp;
            if pnt[pntcrx].lnb = crtlev
              then pnt[pntcrx].fap:=pnt[pntkpx].fap;
            if pnt[pntcrx].lnb = crtlev +1
              then pnt[pntcrx].fap:=pntkpx;
            if pnt[pntcrx].lnb < crtlev
              then
                begin
                  pntidx:=pntkpx;
                  while pnt[pntidx].lnb > pnt[pntcrx].lnb
                    do pntidx:=pnt[pntidx].fap;
                  pnt[pntcrx].fap:=pnt[pntidx].fap
                end
          end;

      ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
    until ntbcrx = 0;
    pnt[1].rtp:=pntcrx
  end;(*UPDFAP*)


  begin
    rtbcrx:=1;
    for i:=1 to nnmmx1
      do blanc[i]:=' ';
    while rtbcrx <= rtbmx1
      do
        begin
          if rtb[rtbcrx].rnm = blanc
            then rtbcrx:=rtbcrx+1
            else
              begin
                ntbcrx:=rtb[rtbcrx].ntbptr;
                ftbcrx:=rtb[rtbcrx].ftbptr;
                for nnmcrx:=1 to nnmmx1 do
                  crtfnm[nnmcrx]:=rtb[rtbcrx].rnm[nnmcrx];


                updfap;
                rchntb;
                rchftb;
                rtbcrx:=rtbcrx+1
              end
        end;
    rchblktbl;
    close(f0)
  end;(*TRTTER*)

  begin
  end.
```

```
(*$S+*)

unit contenu;

interface

uses (*$U APPLE2:DECLIB.CODE *)decl,
     (*$U APPLE2:INTERLIB.CODE *)inter;

procedure trtgen(var crtadr:integer);
procedure trtendcre(var crtadr:integer);
procedure setcrn;
procedure trtconnod(var crtadr:integer);
procedure trtconval(var crtadr:integer);


implementation



procedure trtgen;

var fstnbr,secnbr:integer;


procedure trtarg;

var ste,oldste,code:integer;

function codarg:integer;


begin
  if (crtcar<>'W') and (crtcar<>',') and (crtcar<>'(') and not (crtcar='0')
                                                      and not (crtcar='1')
                                                      and not (crtcar='2')
                                                      and not (crtcar='3')
                                                      and not (crtcar='4')
                                                      and not (crtcar='5')
                                                      and not (crtcar='6')
                                                      and not (crtcar='7')
                                                      and not (crtcar='8')
                                                      and not (crtcar='9')
    then codarg:=5
    else
      case crtcar of 'W':codarg:=1;
                     ',':codarg:=2;
                     '(':codarg:=3;
                     '0','1','2','3','4','5','6','7','8','9':codarg:=4
              end

end;(*CODARG*)
```

```
function valnbr:integer;

var oldvalnbr,nbr:integer;


begin
  oldvalnbr:=0;
  moveright(crtcar,oldvalnbr,1);
  oldvalnbr:=oldvalnbr-48;
  getsgncar(stk[stkcrx]);
  while (crtcar = '0') or
        (crtcar = '1') or
        (crtcar = '2') or
        (crtcar = '3') or
        (crtcar = '4') or
        (crtcar = '5') or
        (crtcar = '6') or
        (crtcar = '7') or
        (crtcar = '8') or
        (crtcar = '9')
   do
    begin
      nbr:=0;
      moveright(crtcar,nbr,1);
      nbr:=nbr-48;
      oldvalnbr:=oldvalnbr*10+nbr;
      getsgncar(stk[stkcrx])
    end;
  valnbr:=oldvalnbr
end;(*VALNBR*)



procedure absarg;

begin
  fstnbr:=0;
  secnbr:=0;
  getsgncar(stk[stkcrx])
end;(*ABSARG*)


procedure absfstsecnbr;

begin
  fstnbr:=0;
  secnbr:=maxint;
  getsgncar(stk[stkcrx])
end;(*ABSFSTSECNBR*)


procedure absfstnbr;

begin
  fstnbr:=0;
  getsgncar(stk[stkcrx])
end;(*ABSFSTNBR*)
```

```
procedure abssecnbr;

begin
  secnbr:=maxint;
  getsgncar(stk[stkcrx])
end;(*ABSSECNBR*)


procedure trtfstnbr;

begin
  fstnbr:=valnbr
end;(*TRTFSTNBR*)


procedure trtsecnbr;

begin
  secnbr:=valnbr
end;(*TRTSECNBR*)



begin
  ste:=0;
  while ste >= 0
    do
      begin
        oldste:=ste;
        code:=codarg;
        ste:=trsarg[oldste,code];
        case actarg[oldste,code] of -1:begin
                                         numerr:=1;
                                         erreur(numerr)
                                       end;
                                   13:absfstsecnbr;
                                    3:absarg;
                                   23:abssecnbr;
                                   14:trtfstnbr;
                                   34:trtsecnbr;
                                   12:absfstnbr;
                                    0:getsgncar(stk[stkcrx])
        end
      end
end;(*TRTARG*)



procedure genrec(var crtadr:integer);


begin
  stk[stkcrx].crp:=idtcrx;
  stkcrx:=stkcrx+1;
  if ntb[ntbcrx].rcp <> 0
    then
      begin
        stk[stkcrx].buf.nxr:=ntb[ntbcrx].rcp;
        if ntb[ntbcrx].lnb<>0
          then stk[stkcrx].fnm:=ntb[ntb[ntbcrx].rtb].nnm
          else stk[stkcrx].fnm:=ntb[ntbcrx].nnm;

        repeat
          rdlin(stk[stkcrx]);
```

```
          while idtcrx <> idtmxl
            do
              begin
                getcar(stk[stkcrx]);
                if crtcar <> '/'
                  then putcar(crtadr)
                  else
                    begin
                      getcar(stk[stkcrx]);
                      if crtcar = '6'
                        then
                          begin
                            getcar(stk[stkcrx]);
                            ssk[sskcrx].ntbcrx:=ntbcrx;
                            ssk[sskcrx].askkpx:=askkpx;
                            sskcrx:=sskcrx+1;
                            trtgen(crtadr);
                            sskcrx:=sskcrx-1;
                            ntbcrx:=ssk[sskcrx].ntbcrx;
                            askkpx:=ssk[sskcrx].askkpx
                          end
                        else
                          begin
                            numerr:=1;
                            erreur(numerr)
                          end
                    end
              end
        until stk[stkcrx].buf.nxr = 0
      end;
  stkcrx:=stkcrx-1;
  idtcrx:=stk[stkcrx].crp
end;(*GENREC*)



procedure gen(var crtadr:integer);

var oldlev:integer;
    bool:boolean;

begin
  repeat
    askcrx:=askcrx-1;
    ntbcrx:=ask[askcrx];
    oldlev:=ntb[ntbcrx].lnb;
    if (fstnbr = 0) and (secnbr = 0)
      then genrec(crtadr)
      else
        repeat
          if (secnbr=maxint) or ((secnbr<maxint) and
             (ntb[ntbcrx].lnb <= oldlev+secnbr))
            then
              if ntb[ntbcrx].lnb >= oldlev+fstnbr
                then genrec(crtadr);
          ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp;
          if ntbcrx=0
            then bool:=true
            else if ntb[ntbcrx].lnb=oldlev
                   then bool:=true
                   else bool:=false

        until bool
  until askcrx = askkpx
```

```
end;(*GEN*)



begin
  trtarg;
  trtnid;
  if (mny = false) and (nnb > 1)
    then
      begin
        numerr:=6;
        erreur(numerr)
      end
    else
      if nnb = 0
        then
          begin
            numerr:=5;
            erreur(numerr)
          end
        else gen(crtadr)
end;(*TRTGEN*)



procedure trtendcre;

var crtfnm:packed array[1..nnmmxl] of char;
    flenum,i:integer;


begin
  rnb:=rnb+1;
  if rnb=1 then begin
                  schfpl(crtadr);
                  ntb[crtadr].rcp:=fplkpx;
                  crtnxr:=fplkpx
                end;
  outrec.nxr:=0;
  for i:=1 to nnmmxl
    do crtfnm[i]:=ntb[ntb[crtadr].rtp].nnm[i];
  if crtfnm=fsk[2] then flenum:=1;
  if crtfnm=fsk[3] then flenum:=2;
  if crtfnm=fsk[4] then flenum:=3;
  if crtfnm=fsk[5] then flenum:=4;

  if odtcrx<odtmxl
    then
      for i:=odtcrx+1 to odtmxl
        do outrec.odt[i]:=' ';

  writefile(flenum,crtnxr,outrec);

  rnb:=0

end;(*TRTENDCRE*)
```

```
procedure setcrn;

begin
  for crncrx:=1 to nnmmx1 do crn[crncrx]:=' ';
  crncrx:=0;
  while ((crtcar <> '"') and (crtcar <> ';')) and (crncrx < nnmmx1)
    do begin
         crncrx:=crncrx+1;
         crn[crncrx]:=crtcar;
         getsgncar(stk[stkcrx])
       end;
  if (crtcar <> '"') and (crtcar <> ';')
     then begin
            numerr:=1;
            erreur(numerr)
          end
end;(*SETCRN*)


procedure trtconnod;

var abscar:char;

begin
  abscar:=' ';
  if crtcar <> '"' then begin
                          numerr:=1;
                          erreur(numerr)
                        end;


  repeat
    getcar(stk[stkcrx]);
    if crtcar = '"' then begin
                           getcar(stk[stkcrx]);
                           if crtcar <> '"'
                             then crtcar:=chr(3)
                         end;
    abscar:=crtcar;
    putcar(crtadr)
  until abscar=chr(3);
  trtendcre(crtadr)
end;(*TRTCONNOD*)



procedure trtconval;

var abscar:char;

begin
  rcslev:=0;

  if crtcar <> '"' then
                     begin
                       numerr:=1;
                       erreur(numerr)
                     end;

  abscar:=' ';

  repeat
    getcar(stk[stkcrx]);
```

```
    if crtcar = '/'
      then begin
             getsgncar(stk[stkcrx]);
             if crtcar = '0'
               then begin
                      getsgncar(stk[stkcrx]);
                      trtgen(crtadr);
                      getcar(stk[stkcrx])
                    end
               else begin
                      numerr:=1;
                      erreur(numerr)
                    end
           end;
    if crtcar = '"'
      then
        begin
          getcar(stk[stkcrx]);
          if crtcar <> '"'
            then crtcar:=chr(3)
        end;
    abscar:=crtcar;
    putcar(crtadr)
  until abscar = chr(3);
  trtendcre(crtadr)
end;(*TRTCONVAL*)


begin
end.
```

```
(*$S+*)

program test(input,output);

(*$U APPLE2:DECLIB.CODE *)
uses decl;

var trouve:boolean;
    reponse,choix:char;
    outfile:interactive;
    device:string[8];
    j:integer;


procedure affcon;


begin
  write(outfile,'FICHIER:  ');
  writeln(outfile,stk[stkcrx].fnm);
  writeln(outfile);

  repeat
    write(outfile,'NNM: ',ntb[ntbcrx].nnm);
    write(outfile,'  LNB:',ntb[ntbcrx].lnb,'  FAP:',ntb[ntbcrx].fap);
    write(outfile,'  NXP:',ntb[ntbcrx].nxp,'  RTP:',ntb[ntbcrx].rtp);
    write(outfile,'  RCP:',ntb[ntbcrx].rcp);
    writeln(outfile);

    if ntb[ntbcrx].rcp<>0
      then
        begin
          stk[stkcrx].buf.nxr:=ntb[ntbcrx].rcp;
          repeat
            writeln(stk[stkcrx].buf.nxr);
            readfile(flenum,stk[stkcrx].buf.nxr,stk[stkcrx].buf);
            writeln(outfile,stk[stkcrx].buf.idt);
          until stk[stkcrx].buf.nxr=0;
          writeln(outfile)
        end;

    ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
  until ntbcrx=0;
end;(*RESULT*)



procedure afftab;

begin
  writeln(outfile,'TABLE DES NOEUDS DU FICHIER ',stk[stkcrx].fnm);
  writeln(outfile,'============================================');
  writeln(outfile);

  writeln(outfile,'*****************************************************');
  writeln(outfile,'* NTBCRX * NNM    * LNB  * FAP  * NXP  * RTP  * RCP  *');
  writeln(outfile,'*****************************************************');
  repeat
  writeln(outfile,'* ',ntbcrx:6,' * ',ntb[ntbcrx].nnm,' * ',ntb[ntbcrx].lnb:4
  ' * ',ntb[ntbcrx].fap:4,' * ',ntb[ntbcrx].nxp:4,' * ',ntb[ntbcrx].rtp:4,
  ' * ',ntb[ntbcrx].rcp:4,' *');
```

```
    ntbcrx:=ntb[ntbcrx].nxp
    until ntbcrx=0;
    writeln(outfile,'*************************************************************')
  end(*AFFTAB*);


  procedure chgntb(var crtfnm:fskent);


  var i,j,k:integer;
      fstidx,lstidx:0..ntbmxl;


  procedure setntbent;

  var conversion:packed array[1..2] of char;

  begin


    nnmcrx:=1;
    for idtcrx:=i to j
      do
        begin
          ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
          nnmcrx:=nnmcrx+1

        end;


    i:=j+1;
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].lnb,2);


    i:=j+1;
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].fap,2);

    i:=j+1;
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].nxp,2);

    i:=j+1;
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].rtp,2);

    i:=j+1;
    j:=j+2;
    for idtcrx:=i to j
      do conversion[idtcrx-j+2]:=stk[stkcrx].buf.idt[idtcrx];
    moveleft(conversion,ntb[ntbcrx].rcp,2);


  end;(*SETNTBENT*)

  begin
```

```
k:=1;
i:=1;
j:=nnmmxl;

for nnmcrx:=1 to nnmmxl
  do stk[stkcrx].fnm[nnmcrx]:=crtfnm[nnmcrx];
stk[stkcrx].buf.nxr:=bnb;
rdlin(stk[stkcrx]);
while k <> nse+1
  do
    begin
      ntbcrx:=ntbcrx+1;


      setntbent;


      i:=j+1;
      j:=j+nnmmxl;
      if k = 1
        then
          begin
            for nnmcrx:=1 to nnmmxl
              do rtb[rtbcrx].rnm[nnmcrx]:=ntb[ntbcrx].nnm[nnmcrx];
            rtb[rtbcrx].ntbptr:=ntbcrx;
            ntb[ntbcrx].fap:=rtbcrx;
            fstidx:=ntbcrx
          end;

      if ntb[ntbcrx].nxp=0
        then
          k:=nse+1
        else
          k:=k+1
    end;

while stk[stkcrx].buf.nxr<>0 do

begin

  rdlin(stk[stkcrx]);
  k:=1;
  i:=1;
  j:=nnmmxl;
  while k <> nse+1
    do
      begin
        ntbcrx:=ntbcrx+1;
        setntbent;
        i:=j+1;
        j:=j+nnmmxl;
        if ntb[ntbcrx].nxp <> 0
          then k:=k+1
          else k:=nse+1
      end
end;

ntb[fstidx].rtp:=ntbcrx;
lstidx:=ntbcrx;
for ntbcrx:=fstidx+1 to lstidx
  do
    begin
      ntb[ntbcrx].rtp:=fstidx;
      ntb[ntbcrx-1].nxp:=ntbcrx;
```

```
        ntb[ntbcrx].fap:=ntb[ntbcrx].fap+fstidx-1
      end;
  ntb[lstidx].nxp:=0;


end;(*CHGNTB*)


begin
  writeln('SUR QUEL DEVICE? CONSOLE: OU PRINTER:');
  readln(device);
  reset(outfile,device);


  writeln('NOM DE LA DISQUETTE');
  i:=0;
  repeat
    i:=i+1;
    read(car);
    password[i]:=car
  until (i=10) or (car=' ');
  if i<10
    then
      repeat
        i:=i+1;
        password[i]:=' '
      until i=10;
  writeln;

  prcfle:=0;
  prcblk:=0;
  prcop:=false;

  writeln('FICHIERS DE L''APPLICATION:(MAX NNMMXL CHAR)');

  for j:=2 to 5
    do
      begin
        write('FICHIER ',j,': ');
        i:=0;
        repeat
          i:=i+1;
          read(car);
          fsk[j][i]:=car
        until (i=nnmmxl) or (car=' ');
        if i<nnmmxl
          then
            repeat
              i:=i+1;
              fsk[j][i]:=' '
            until i=nnmmxl;
        writeln
      end;
  for i:=1 to nnmmxl
    do fsk[1][i]:=' ';


  stkcrx:=1;

  repeat
    writeln('NUM DU FICHIER A TESTER:(DE 2 A 5)');
    readln(fskcrx);

    repeat
      writeln('TABLE?(-->T),CONTENU?(-->C),LES DEUX?(-->D)');
      readln(choix)
```

```
    until (choix='C') or (choix='T') or (choix='D');

    ntbcrx:=0;
    rtbcrx:=1;
    ftbcrx:=1;
    flenum:=fskcrx-1;

    chgntb(fsk[fskcrx]);


    trouve:=false;
    rtbcrx:=0;
    repeat
      rtbcrx:=rtbcrx+1;
      if fsk[fskcrx]=rtb[rtbcrx].rnm
        then
          begin
            ntbcrx:=rtb[rtbcrx].ntbptr;
            trouve:=true
          end
    until trouve or (rtbcrx=rtbmxl);
    if not trouve
      then
        begin
          writeln('ERREUR SUR LE NOM DU FICHIER.');
          writeln('IL NE CORRESPOND PAS A UN NOM DE RACINE.');
          exit(program)
        end;

    case choix of 'C':affcon;
                  'T':afftab;
                  'D':begin
                        afftab;
                        affcon
                      end
       end;

    writeln('<RETURN> POUR CONTINUER, 0<RETURN> POUR ARRETER');
    readln(reponse)
  until reponse='0'

end.(*TEST*)
```

ANNEXE DEUX

LE MANUEL UTILISATEUR

1. Configuration physique. Disquettes

Le système de gestion de ficiers a été implémenté sur un micro-ordinateur Apple II de 16 K octets, relié à une console et à deux disk drive.

Trois disquettes ont été utilisées:

i) Apple 1 qui contient
   une partie du système d'exploitation,
   les versions text et code du programme TEST,
   une partie de la version text du programme SGFA
   la version code du programme SGFA

ii) Apple 2 qui contient
   une partie du système d'exploitation,
   les librairies DECL, INTER et CONT, dans les fichiers DECLIB, INTERLIB et CONTLIB,
   la suite du programme SGFA, dans le fichier CIMAD.TEXT
   (cette suite est compilée dans SGFA grâce à l'option include file du compilateur)

iii) On a aussi une disquette vierge destinée à servir de support aux fichiers de l'application.

2. Initialisation de la disquette vierge.

Cette procédure est dangereuse, car elle écrit dans les blocs de la disquette qui se trouve dans le drive 2. Avant d'en lancer l'exécution, vérifier que la bonne disquette se trouve bien dans le drive!

Avec la disquette vierge dans le drive 2, lancer l'exécution du programme d'initialisation qui se trouve dans le fichier INIDSK sur Apple 1. Le programme demande d'abord à l'utilisateur s'il veut modifier le nom de la disquette. Ce nom servira d'identification de la disquette, et permettra au système de vérifier que la bonne disquette est en place.

Si l'utilisateur répond "oui", il devra donner une chaîne de 10 caractères. Cette chaîne sera copiée dans le bloc d'adresse 0 de la disquette.

Ensuite, on demande à l'utilisateur s'il désire modifier les pointeurs de la disquette. Ces pointeurs sont ceux qui servent à chaîner entre eux les blocs libres de la disquette. L'initialisation consiste à mettre tous les blocs dans la chaîne, à l'exception des cinq premiers, qui sont réservés à un autre usage. Le pointeur de début de chaîne sera mémorisé dans le bloc d'adresse 0.

Les blocs d'adresse 1 à 4 sont réservés pour y stocker les tables des blocs des 4 fichiers de l'application. Ces tables sont initialisées de telle sorte que les fichiers soient vides, c'est-à-dire avec toutes leurs entrées nulles.

Remarque

On peut changer le nom de la disquette sans perdre son contenu en réinitialisant les pointeurs et les tables.

3. Création du fichier de commande.

Ce fichier est créé à l'éditeur et doit être sauvé après sa création pour constituer un fichier de type ".TEXT".

La première ligne du fichier est réservée au nom du fichier de commande. Ce nom n'a aucun rapport avec celui du fichier créé à l'éditeur.

Les quatre lignes suivantes sont réservées aux noms des quatre fichiers de l'application, précédés ou non d'une étoile suivant qu'ils existent déjà ou que ce sont de nouveaux fichiers.

Les lignes suivantes sont les lignes de commande proprement dites. Rappelons en leur syntaxe:

CREATE: /C <fonction>, { (nom de fichier) }$_0^1$
<nom de noeud>; { "<contenu>" }$_0^1$

GENERATE: /G <argument> ({ ! }$_0^1$ identifiant de noeud>);

END: /E{<nom de noeud>}$_0^1$

INSERT: /I <fonction> ({ ! }$_0^1$ <identifiant de noeud>);
<lien de parenté>,<nom de noeud>{ "<contenu>" }$_0^1$

DELETE: /D ({ ! }$_0^1$ <identifiant de noeud>);

ADD: /A ({ ! }$_0^1$ <identifiant de noeud>); "<contenu>"

MODIFY: /M ({ ! }$_0^1$ <identifiant de noeud>); <modification>

<nom de fichier>::=<nom de noeud>
<fonction>::=<V>/<R>
<nom de noeud>::=<lettre>{<lettre ou chiffre>}
<lettre ou chiffre>::=<lettre>/<chiffre>

<identifiant de noeud>::={<nom de racine>}$_0^1$<queue d'identifiant>

<queue d'identifiant>::=<séparateur><nom de noeud>/
<queue d'identifiant><séparateur>
<nom de noeud>

<séparateur>::=*{.}{/}{.}

lien de parenté ::=<fils aîné>/<fils cadet>/<frère cadet>

<fils aîné>::= EL

<fils cadet>::= YO

<frère cadet>::= YB

<argument>::={W}{entier}$_0^1$ {,entier}$_0^1$ {}$_0^1$ {}$_0^1$ {}$_0^1$

<entier>::=<chiffre>/<chiffre><entier>

<modification>::=<nom de noeud>/"<contenu>"/
<nom de noeud>"<contenu>"

<contenu>::= texte structuré en lignes à l'aide du caractère 'carriage return' qui indique la fin d'une ligne.

Le texte peut contenir des commandes GENERATE.

4. Exécution du programme d'applicaton SGFA.

La version exécutable de SGFA s'obtient en linkant les librairies DECLIB, INTERLIB et CONTLIB se trouvant sur Apple 2 avec la version compilée de SGFA se trouvant sur Apple 1.

Pour exécuter SGFA, il faut
dans le drive 1, la version exécutable de SGFA,
le fichier des commandes
(sur la disquette Apple 1)
dans le drive 2, la disquette support des fichiers
convenablement initialisée

Au début de l'exécution, on demande le nom du fichier de commande. Il faut donner le nom complet, avec le suffixe .TEXT.

On demande ensuite le nom de la disquette de support. Le programme ne va pas plus loin tant que le nom lu sur la disquette ne correspond pas à celui lu à l'écran.

Une fois la bonne disquette dans le drive, le programme tourne sans intervention de l'utilisateur. Il affiche à l'écran le numéro de la ligne de commande en traitement. Il s'arrête en cas d'erreur, après envoi d'un message explicatif.

5. Exécution du programme TEST.

Ce programme permet de consulter les donnees des fichiers de l'application: table des noeuds ou contenu des noeuds.

Ce programme se trouve sur Apple 1 qui doit se trouver dans le drive ?. Le drive 2 doit contenir la disquette support des fichiers.

On demande à l'utilisateur
le nom de la disquette support, pour vérification,
le nom des fichiers,
le device choisi pour l'impression: CONSOLE: ou PRINTER:,
le fichier dont on veut consulter le contenu,
le type de donnée à tester:
- la table des noeuds,
- les contenus des noeuds,
- les deux.

C O N C L U S I O N S

Nous sommes maintenant arrivés à un point du développement du projet où nous disposons d'une application qui fonctionne.Mais ce fonctionnement n'est pas parfait: nous avons vu que certaines erreurs n'avaient pas été corrigées du fait de leur complexité. d'autre part, la gestion des erreurs n'a pas été développée au delà du message à l'utilisateur et de l'arrêt pur et simple de l'exécution. Cet arrêt pouvant d'ailleurs être la cause d'un grand désagrément,en laissant les données des fichiers dans un état incohérent qui peut parfois obliger l'utilisateur à recréer les fichiers.

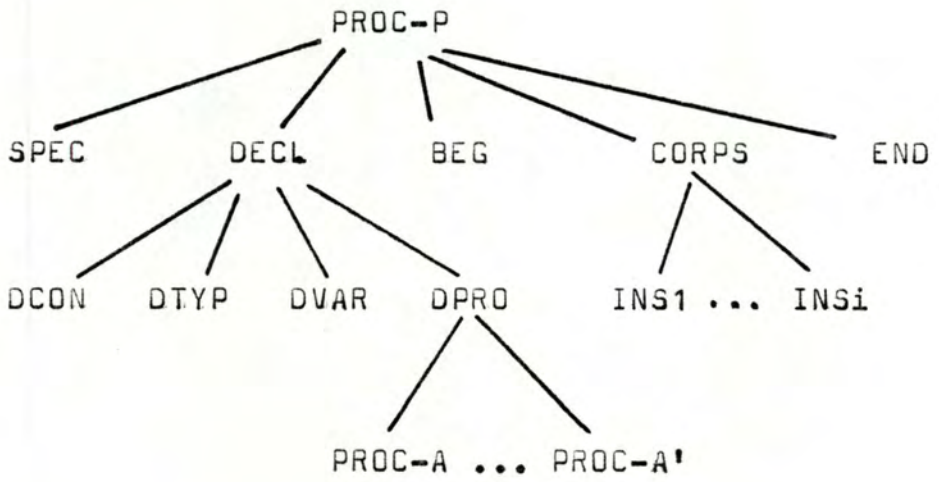
On pourrait palier à cela en rechargeant les tables et en s'assurant que le système reste dans un état cohérent. Les données ne seraient peut-être plus correctes mais l'utilisateur, y ayant accès sans problème,pourra it facilement les corriger.

Un autre problème concerne la place sur la disquette qui risque de manquer si les fichiers ont une taille importante. Il peut en effet arriver, suite aux opérations effectuées sur les contenus, qu'un fichier occupe plus de blocs physiques qu il n'en a réellement besoin, à cause d'une mauvaise répartition des enregistrements.
Il faut noter que ce problème ne se pose que pour les enregistrements contenus de noeuds. Les enregistrements de la table des noeuds sont "tassés" à chaque rechargement dans le fichier.
On pourrait prévoir un programme de récupération de place qui tasse les enregistrements occupés au début du fichier et libère ainsi un certain nombre de blocs.

Nous voudrions terminer en donnant un exemple d'utilisation du système que nous venons d'implémenter.

Nous avons dit dans l'introduction que notre objectif était de fournir un outil d'aide à la documentation d'une application informatique. Peut-être pourrions-nous aussi nous servir de cet outil pour gérer tout le texte d'un programme.

Essayons par exemple de dé crire une procédure Pascal sous forme arborescente. La structure de tout un programme peut alors être obtenue par récursivité.

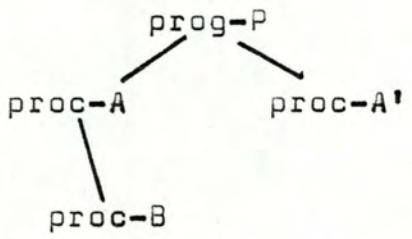


où le contenu de PROC-P sera PROC-P

SPEC	les spécifications de PROC-P
DECL	/
BEG	begin
CORPS	/
END	end
DCON	l'ensemble des déclarations de constantes

DTYP	l'ensemble des déclarations de type
DVAR	l'ensemble des déclarations de variable
DPRO	/
INSi	un groupe d'instructions

Quelles opérations pourrait-on effectuer? Supposons que nous ayons la stucture déclarative suivante:



Comment créer un noeud de spécification qui conqui contienne les noms de toutes les procédures déclarées dans prog-P?

/I V (prog-P.spec); el, spnme "Procédures utilisées:
/G 1,1 (*DPRO)"

On crée ainsi un fils aîné de SPEC, et on y génère les contenus des fils de tous les noeuds DPRO

On peut effectuer le même genre d'opération sur des spécifications ou sur des groupes d'instructions.

/I V (prog-P...proc-A'.CORPS.INSi); YB, INSi+1
"/G (prog-P...proc-A...proc-B.CORPS.INSj)"

On crée ainsi un noeud frère cadet de INSi dans A' dont le contenu est celui de INSj dans B.

Pour avoir tout le texte du programme, on peut créer un noeud où seront recopiés les contenus de tous les noeuds de l'arbre:

```
/C V,(prgm)PRGM "/G W(prog-P);"
```