

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

6/96

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : **Electronique**

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Réalisation d'une phase de
Prétraitement pour la
Reconnaissance des Caractères
Arabes

Proposé par :

Mme Hammami

Etudié par :

*Melle Hamidi Nadjeh
Melle Belgroune Khalida*

Dirigé par :

Mme Hammami

PROMOTION : **Juin 96**

**Ecole Nationale Polytechnique
Département D'Electronique**

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Projet De Fin D'études

Sujet

**Réalisation d'une phase
de Prétraitement pour la
Reconnaissance des
Caractères Arabes**

**Proposé par:
Mme Hammami**

**Etudié par :
Melle Hamidi Nadjeh
Melle Belgroune Khalida**

Promotion Juin 96

DEDICACES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

À la mémoire de ma très chère sœur Faïza.

À mes très chers parents, pour leurs sacrifices, encouragements et leur présence à tout moment.

À mes chers grand-père et grand-mère,

À ma tante Malika pour sa patience, sa gentillesse,

À mes deux chers frères, Okba, Khaled, et mes deux sœurs Soumia et Djamilia.

À mes chers oncles et tantes,

À toute la famille Belgroune, plus spécialement Belgroune ACHOUR "Amérique Latine".

À tous ceux et celles qui me sont chers,

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL.

إلى الذين آمنوا بالله وصدقوا المرسلين ...

ثم آمنوا وصدقوا ... إلى من آثرن جوار الله تعالى في مستقبل العمر ...

إلى من أرجوا الله أن يجمعني معهم في الجنة ، خالدة المشافهة.

نادية، مها، حسينة، هانية، وردة، ماجدة، فاطمة، علية ... وغيرهن.

NADJEH

DEDICACES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Aux yeux de mes yeux : Ma Mère et Mon Père,

A mes frères et Surtout notre Benjamin Med Lamine

A mes sœurs Mounira et Amina,

A Nina, Djamel, et notre petit joyau Besma,

A mes Tantes et Oncles ,

A mes cousins et cousines ,

A Nadjeh et les siens,

*A tous mes amis respectivement Nadia, Hadded Amina, Hania,
Djamila, Fatima, Ouarda, Mejda, Ghanem et Meziane.*

A tous ceux à qui je tiens et que j'ai omis de citer.

A toute la Communauté Musulmane.

A ce pays meurtri, à ce peuple blessé.

JE DEDIE LE FRUIT
DE NOS EFFORTS COMMUNS

KHALIDA

REMERCIEMENTS

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

Nous remercions Dieu de nous avoir permis de mener à bien notre entreprise. Que son nom soit glorifié.

Notre remerciement va ensuite à Mme Hammami qui a placé sa confiance en nous et en nos capacités et ce jusqu'au bout.

Un grand remerciement aussi pour Mr Hamidi OKba pour tous ses efforts, sa gentillesse et les moyens qu'il a placés en nos mains. On ne peut que formuler ici nos plus sincères souhaits de bonheur, quiétude et réussite.

On voudrait témoigner également notre gratitude à Nadia et Badiaa de l'ENSI qui ont guidé nos premiers pas nonchalants et conseillé de manière fort judicieuse.

Egalement va notre reconnaissance à Mr Zekrini pour avoir suivi pas à pas l'évolution de notre travail et mis à notre disposition avec une confiance aveugle- et sans rechigner- tout son travail de PFE. Que sa patience excuse notre caractère emporté.

Notre plus profonde affection à Melle Siham Aït Daoud pour sa disponibilité, ses mots d'encouragements et ses conseils, également à Melle Zait Malika pour tous les services qu'elle nous a rendus.

Nous n'oublierons jamais Mme Kadri Baya pour sa simplicité, son hospitalité et ses contributions multiples et Melle M.Nassima pour sa disponibilité, son sérieux et son sens de l'humour.

Qu'il nous soit permis aussi de remercier tout le personnel de ALPHA COMPAGNIE pour leur bienveillant concours

Puissent tous ces gens trouver ici

l'expression de notre plus grand respect.

PLAN

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION GENERALE	6
<i>Introduction</i>	8
CHAPITRE I : Acquisition de l'image	
<i>Introduction</i>	12
I-I : Dispositif d'Acquisition	12
I-II : Description du format tiff.....	13
<i>Constatations</i> :	18
* Les bons scanners pour l'OCR	18
* Des astuces pour réussir sa reconnaissance	18
CHAPITRE II : Prétraitement	
<i>Introduction</i>	21
II-1 Filtrage	21
II-2 Segmentation	29
II-2-1 : Aperçu sur les caractéristiques essentielles de l'écriture arabe	29
II-2-2 Les différentes techniques de segmentation	32
CHAPITRE III : Travail réalisé.	
III-1 : Présentation de la méthode	37
III-2 * Etape 1 : Segmentation horizontale	40
III-3 * Etape 2 : Segmentation verticale	44
III-4 * Etape 3 : segmentation en caractères	47
CHAPITRE IV : Présentation des résultats	
IV-1 : Choix du langage de programmation.....	59
IV-2 : différentes procédures du programme.....	59
IV-3 : Résultats obtenus.....	60
IV-4 : Problèmes rencontrés	62
<i>Conclusion</i>	65
CONCLUSION GENERALE	67
BIBLIOGRAPHIE	69

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

Grâce aux technologies de reconnaissance de formes récemment développées, ces produits capables de traduire un texte des pages préalablement numérisées par le scanner sont en passe de devenir un élément logiciel primordial dans les systèmes d'informations des entreprises modernes.

La lecture automatique des documents revêt donc une importance capitale en OCR et les systèmes utilisés aujourd'hui dépendent fortement du type de calligraphie utilisée.

Dans la plupart des cas, la segmentation des différents caractères d'une image de texte constitue une opération préliminaire à la reconnaissance des caractères. Dans le cas de textes arabes, une telle opération présente quelques difficultés dûes aux propriétés contextuelles propres à l'écriture arabe.

Dans ce modeste mémoire, nous nous attachons à décrire d'une manière détaillée la partie segmentation, car une bonne reconnaissance des caractères repose essentiellement sur une bonne segmentation des lettres du mot. Nous pouvons dire que c'est même une des étapes critiques pour la suite des traitements.

Dans le chapitre I nous présentons une description du scanner utilisé, ce chapitre décrit aussi le fichier Tiff ainsi que l'exploitation de ce dernier.

Dès le chapitre II nous entamons le prétraitement et plus particulièrement la segmentation en donnant un aperçu sur les caractéristiques essentielles de l'écriture arabe et les différents algorithmes de segmentation déjà établis par différents chercheurs.

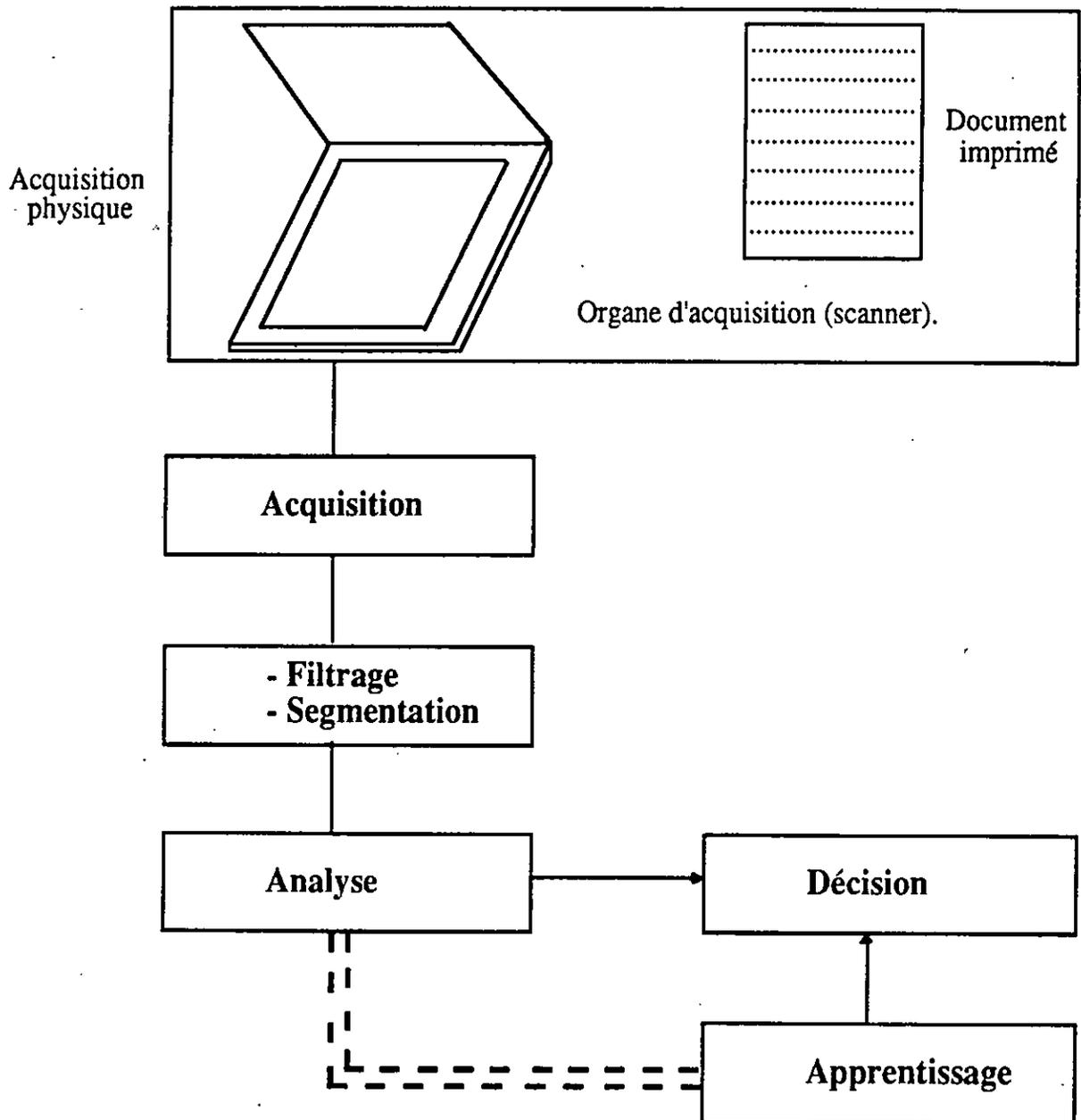
Le chapitre III détaille les algorithmes que nous proposons munis d'organigrammes, nous montrerons comment s'effectue la segmentation horizontale, verticale et en caractères, cette dernière étant la plus sensible et la plus délicate.

INTRODUCTION

Introduction

L'archivage de documents complexes, comportant les blocs images, graphiques, textes, formules mathématiques nécessite le développement de systèmes d'analyse, de reconnaissance, d'interprétation et de cadrage adaptatif.

L'architecture de notre système se décompose en plusieurs modules (fig-a).



Nous allons d'abord rappeler le rôle de chaque étape dans l'élaboration du processus complet de la reconnaissance, puis nous reviendrons dans les chapitres qui suivent plus en détail sur les modules les plus importants et qui entrent dans le cadre de ce mémoire.

a) Acquisition :

C'est une opération de transformation d'image analogique obtenue par un dispositif d'acquisition, en une image numérique.

b) Filtrage et segmentation :

* C'est l'étape de prétraitement qui consiste à sélectionner l'information nécessaire à l'application. Cette sélection passe souvent par l'élimination du bruit dû aux conditions d'acquisition (opération de filtrage).

* Les documents constituent un contexte général et naturel à la reconnaissance des caractères et des mots. En effet, ces entités de base ne sont pas isolées mais font partie d'un ensemble souvent structuré en lignes, en paragraphes, en colonnes etc... que l'on peut exploiter en OCR. La segmentation a pour but la répartition du tracé en éléments constituants.

c) Analyse :

Les techniques de reconnaissance de formes calculent ici les paramètres géométriques, topologiques et statistiques.

d) Apprentissage :

L'apprentissage tente de définir des modèles de référence ou de caractériser des classes de décision, l'espace obtenu s'appelle l'espace des noms puisqu'il contient les noms des modèles ou classes qu'il a formés.

e) La décision :

C'est l'étape de reconnaissance proprement dite, son rôle est d'identifier la forme test à partir de l'apprentissage réalisé.

Les applications auxquelles l'OCR est classiquement attaché sont les suivantes:

a) L'environnement bancaire :

Elle permet la saisie automatique des chèques pour la vérification de la somme d'argent donnée en chiffres et en toutes lettres et la vérification des signatures. Actuellement les seules applications utilisées avec succès sont celles qui font le relevé de chèques.

b) La bureautique :

Les archives «papier» arrivent à saturation! ... L'utilisation des lecteurs en bureautique est destinée essentiellement à la saisie et à l'archivage de documents.

c) La poste :

Les lecteurs sont utilisés pour faire le tri automatique des courriers. Ils lisent l'adresse, localisent et identifient le code postal.

d) La lecture pour les non- voyants :

Les lecteurs peuvent aider les non- voyants à la compréhension des textes. Ils sont équipés d'un haut parleur avec un synthétiseur de parole, ils sont limités à l'utilisation dans des associations de non- voyants.

CHAPITRE I

ACQUISITION DE L'IMAGE

CHAPITRE I : Acquisition de l'image :

Introduction :

Cette étape constitue l'interface entre le système et le monde extérieur, elle ne présente aucun pouvoir décisionnel, mais par contre conditionne inévitablement les traitements ultérieurs, car elle dépend du capteur physique utilisé, ainsi que de la nature de l'information délivrée. En résumé, à ce stade de traitement, l'acquisition se déroule en deux étapes distinctes :

- * La première concerne l'acquisition physique de l'image grâce au capteur.

- * La seconde consiste à la récupération et la lecture du fichier image selon le format délivré, en vue de son exploitation.

I-I Dispositif d'acquisition :

Le scanner est un organe périphérique de l'ordinateur permettant la saisie d'informations existantes sur un support papier. Il reçoit la lumière réfléchie par l'image fortement éclairée par des tubes luminescents, ces rayonnements sont convertis en ondes électriques puis un convertisseur transforme l'information électrique en une information numérique. Finalement, la numérisation d'une image est une opération qui dépend de plusieurs systèmes qui travaillent en cascade.

- * Le capteur d'image proprement dit.
- * Le convertisseur analogique numérique.

Ces systèmes constituent la chaîne de numérisation d'une image qui vont de l'image observée jusqu'à la mémoire de l'ordinateur. Il existe différents types de scanners :

- Scanner à défilement.
- Scanner à plat.
- Scanner à main.

Pour notre étude l'organe utilisé est le «scanjet» : scanner à plat fabriqué par la firme «Hewlett- Packard». Il permet de numériser des documents de format A4, avec une résolution de 75,150 ou 300 dpi.

Les images sont sauvegardées dans des fichiers en format Tiff, on a plusieurs formats de fichiers d'images destinés aux différents logiciels de création graphique du marché: Comme le format PCX, EPS, BMP.

I-II Description du format Tiff :

Introduction :

Il existe au moins trois différents formats du bit image: PCX, BMP et TIFF.

PCX est représenté par PC Paint Brush de Zsoft et BMP est le format utilisé par Paint Brush de Windows. La spécification Tiff, utilisée par les fichiers Tiff a été développée à partir de 1986 par Aldus Corp et un groupe d'autres compagnies principalement scanner Manufactories telles que DCST Corp, Hewlett. Packard co, Microsoft Corp, Microtek International, New Image Technology et Xerox Imaging Systems / Datacopy.

I-II-1 Formats du fichier de données (data file) :

Tous les fichiers de données ont des règles qui régissent leur structure. Ces règles pour certains sont plus complexes que pour d'autres et inversement, certains formats sont plus flexibles que d'autres.

I-II-1-a Fichiers Tiff :

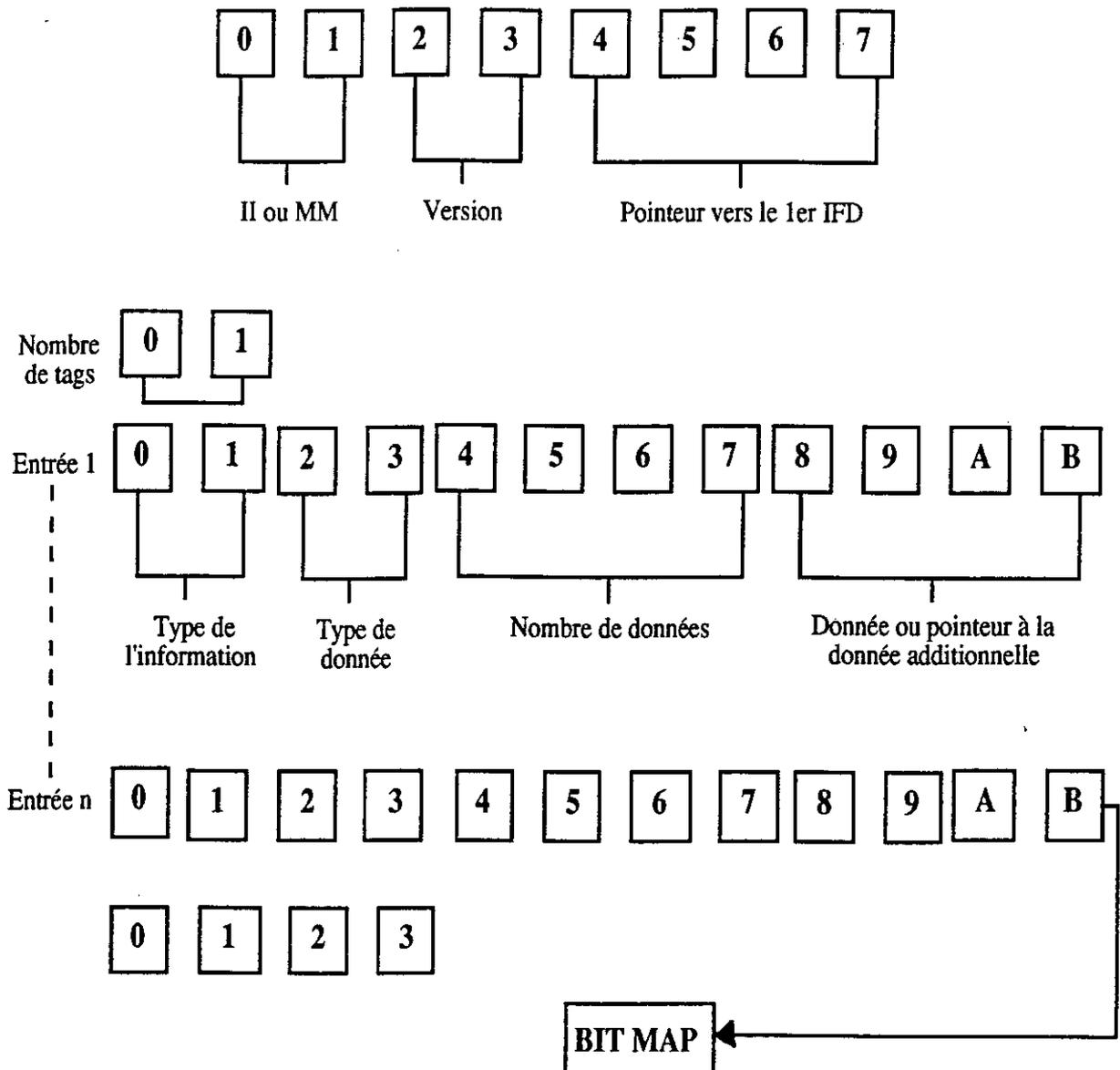
La grande force du format Tiff est sa flexibilité : les images peuvent être en couleur, en échelle de gris, d'une taille aussi grande que voulue. Un seul fichier peut même contenir plusieurs images (ou la même à des résolutions différentes).

Cette flexibilité est le résultat de l'utilisation systématique de pointeurs au sein du fichier. Ainsi un fichier Tiff ne présente pas une structure figée mais de manière identique à celle des répertoires d'un disque, une organisation qui est elle même décrite au sein du fichier.

I-II-1-b Organisation d'un fichier Tiff :

La spécification Tiff contient pas moins de 45tags différents. Il est à noter qu'une ligne tracée, en noir et blanc utilise seulement 1 bit par pixel.

1) *L'entête* : Chaque image Tiff, commence par une entête de 8 bytes représentée ci- dessous.



Les 2 premiers octets de l'entête sont soit 49h 49h ou 4dh 4dh qui correspondent aux caractères de l'ASCII de "II" et "MM" le I remplace intel et M motorola.

L'état "II" spécifie que le moins significatif des bytes est listé le premier pour les 16 ou 32 bits introduits, alors que MM specifie qu'on doit mettre d'abord le byte le plus significatif.

* Les 2 prochains bytes sont appelés "le Nombre de Version" la valeur spécifiée est toujours 2AH (42 decimal).

* Les 4 derniers bytes de l'entête contiennent un pointeur qui marque le nombre de bytes du début du fichier jusqu'à la 1ère IFD (c'est- à-dire l'Adresse du 1er image file directory).

2) *L'IFD* : L'entête contient donc le minimum d'informations dont on a besoin pour identifier un fichier Tiff, elle donne en outre des instructions sur le lieu où l'on peut trouver le premier répertoire du fichier image(IFD).

L'IFD est une table d'informations à base de tags. Ses deux premiers bytes indiquent le nombre d'entrées (où tags), suivent les tags codés sur 12 bytes et enfin le pointeur sur le répertoire suivant. Dans le cas où il n'y en a pas un, ce pointeur est rempli par Zero.

La raison d'avoir plus d'un IFD est qu'un fichier Tiff peut stocker plus d'une image dans un même fichier.

• *Structure des champs :*

Chaque tag contient une information, codée sur 12 octets.

* Les 2 premiers octets correspondent au type d'informations représentées par le champ (largeur de l'image, nombre de bits par pixel, format de la compression, échelle de gris ...).

Ils représentent le code du champ. Il est à noter que certains champs peuvent être absents et que les champs peuvent être placés dans un ordre quelconque puisque chacun est repéré par une valeur appropriée. Mais il est recommandé de les placer par ordre croissant.

* Les 2 octets suivants indiquent le type (au sens informatique) des données :

- 1: Octet (8bits).
- 2: Code ASCII 8 bits.
- 3: Short: entier non signé sur 16 bits.
- 4: Long: entier non signé sur 32 bits.
- 5: Rational: rapport de 2 longs.

* Les 4 octets qui suivent indiquent le nombre de données, s'il s'agit par exemple de la longueur de l'image ce nombre est égal à 1, si la donnée représente une chaîne de caractères alors le nombre de données sera la longueur de cette chaîne.

* Les 4 octets suivants contiennent la donnée elle-même. Si cette donnée ne tient pas sur 4 octets, alors les 4 derniers octets contiennent un pointeur vers la section supplémentaire où cette information sera retrouvée. Cette section peut être placée entre le pointeur du prochain IFD et le répertoire suivant.

calculer la dimension de la donnée à partir des deux informations : Nombre de données et type de données. Si l'information représente 4 octets ou plus, la donnée représente en fait un pointeur.

3) *Bit MAP* : C'est l'image même, les informations la concernant se trouvent dans la partie précédente.

Ci- dessous la liste des champs que nous allons utiliser dans notre programme :

* Dimensions de l'image : Image width et image length sont deux champs indiquant les dimensions de l'image.

-Image width, largeur de l'image (code 256) et image length, longueur de l'image (code 257) sont de type short, ce qui implique que les images sont de dimension maximum de 65535 points sur 65535 points. Pour un écran VGA nous choisissons 640 sur 480 et inscrivons dans le repertoire :

```
0001 0300 01000000 80020000
0101 0300 01000000 E0010000.
```

- Strip offset :

Code du champ : 273.

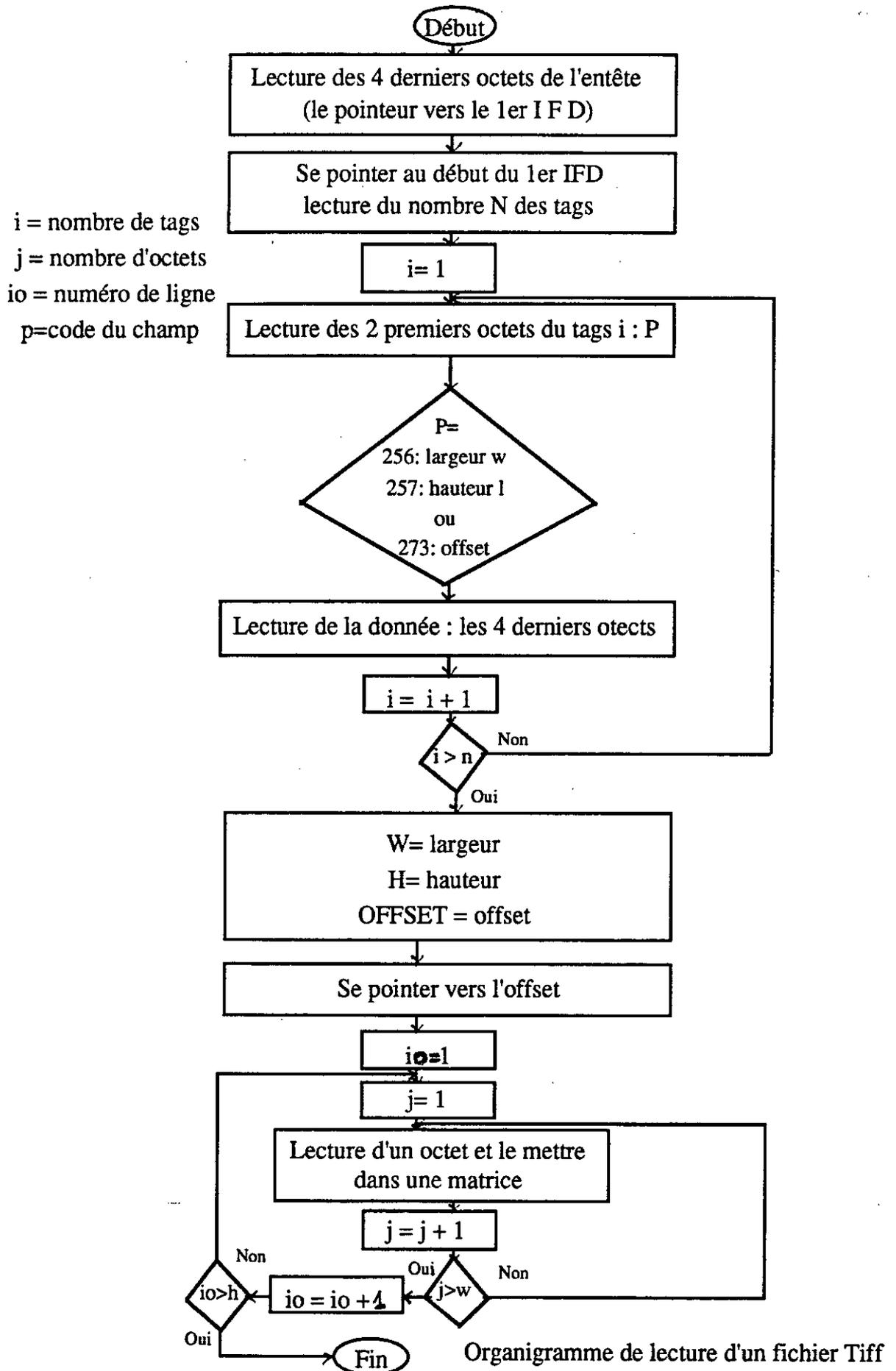
Type de données : short ou long.

Nombre de données : une valeur pour chaque plan image.

Ce champ est un pointeur donnant soit directement le déplacement par rapport au début du fichier des données Bit- Map, soit un pointeur sur un tableau de pointeurs situé dans la section supplémentaire, chacun d'entre eux pointant sur les données Bit- Map de chaque plan image. Il est recommandé que ces données soient de type long même pour de petites images.

Evidemment au moment de l'écriture de ce champ, la valeur du déplacement doit être connue. celui ci vaut 010E. on écrit alors :

```
1101 0400 01000000 0E010000.
```



I-II-2 Constatations :

I-II-2-a Les bons scanners pour l'OCR :

Pour faire de l'OCR dans de bonnes conditions, il faut éliminer d'emblée les scanners à main, trop imprécis, ils ne permettent pas de numériser un texte avec une qualité suffisante (même si notre main ne tremble pas) pour obtenir une reconnaissance satisfaisante.

Parmi les scanners à plat, ils existent de nombreuses disparités. Théoriquement, un scanner A4, à niveaux de gris devrait suffire mais dans la pratique, d'autres éléments sont à prendre en compte. Il faudra penser, par exemple, à la surface de numérisation du scanner, si nous devons numériser des pages de journaux, il faudra opter pour des dimensions concordantes.

La technologie accupage mise en place sur les scanners Hewlett- Packard ou la technologie TET des scanners EPSON (lesquelles se chargent d'isoler les textes des images ou les fonds de page sur lesquels ils peuvent être imprimés) sont également des éléments à prendre en considération puisqu'elles améliorent sensiblement le taux de reconnaissance des pages de type magazine.

I-II-2-b Des astuces pour réussir sa reconnaissance

* Faire des photocopies du document original peut -être judicieux : Si le document original contient du texte en couleurs, il peut être avantageux d'en faire une photocopie en noir et blanc afin de gommer les disparités de contraste (dûes aux différentes couleurs).

* Choisir la bonne résolution de numérisation : Du choix de la résolution de numérisation dépend en partie la réussite de la reconnaissance. C'est en tout cas ce que les tests que nous avons réalisés semblent démontrer. Si le texte du document à traiter est imprimé avec une police de taille standard la résolution de numérisation la plus efficace est de 200 points par pouce (PPP). Pourquoi? tout simplement parce qu'une telle résolution capture suffisamment de détails pour reproduire la forme des caractères sans toutefois s'encombrer des défauts du papier qui brouillent l'analyse. Augmenter la résolution de

numérisation n'a donc pas grand intérêt pour faire de l'OCR (et c'est même souvent déconseillé), sauf si le document contient des caractères imprimés en tout petit corps, dans ce cas, en effet, mieux vaut utiliser une résolution élevée (400 ppp) pour restituer le maximum de détails.

- * Trouver les bons réglages du scanner (contraste, luminosité).

- * Numériser bien droit : Au moment de la numérisation, il faudra penser à bien disposer le document sur la vitre du scanner car, pour que la reconnaissance soit possible, la disposition de texte doit être parfaitement alignée.

CHAPITRE II

PRETRAITEMENT

Introduction :

La conversion numérique se fait d'un monde physique continu vers un monde numérique discret. Celui-ci est appelé l'espace de répartition. L'étape de prétraitement vise la réduction de la dimension de cet espace via la sélection des informations nécessaires à l'application. Cette sélection doit passer par l'élimination du bruit (opération de filtrage) par la correction des erreurs (en s'aidant des opérateurs morphologiques : dilatation et érosion) et éventuellement par la réduction des données. Cette phase est suivie par l'étape de segmentation grâce à laquelle on obtiendra les caractères à reconnaître.

II-1 Filtrage

L'image possède une certaine redondance spatiale : des pixels voisins ont des caractéristiques similaires ou presque. Le bruit est donc un phénomène de brusques variations par rapport à ses voisins.

Pour remédier au problème du bruit et atténuer ses effets, il faut donc procéder à des techniques de filtrage de l'image, techniques qui pour chaque pixel tiennent compte de son voisinage.

Il existe 2 types de filtrage :

- Le filtrage linéaire : Ici la transformation d'un pixel se fait grâce à une combinaison linéaire des pixels voisins.

- Filtrage non linéaire : Les pixels voisins interviennent d'après une loi non linéaire.

*II-1-1 Le filtrage linéaire :*II-1-1-1 Principe du filtre moyen :

Le bruit étant une brusque variation, le but est donc d'adoucir l'image en réduisant les fluctuations des niveaux de gris.

Le principe est de considérer chaque point de l'image et de faire la moyenne avec les huit pixels voisins.

Si le filtre utilise une moyenne non pondérée, le masque aura l'expression :

Si le filtre utilise une moyenne non pondérée, le masque aura l'expression :

$$H_1 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Si I_i est l'image de départ, I_f l'image résultat, toutes les deux ayant la taille $P \times P$, H_1 le masque on aura.

$$I_f(x,y) = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 H_1(i+1, j+1) I_i(x+i, y+j)$$

Plus généralement, pour un filtre de taille $(n+1) \times (n+1)$ avec n Pair, et la somme des coefficients égale à K on aura :

$$I_f(x,y) = \frac{1}{K} \sum_{i=-n/2}^{n/2} \sum_{j=-n/2}^{n/2} H(i+n/2, j+n/2) I_i(x+i, y+j)$$

La formule précédente montre que l'image finale en chaque pixel n'est autre que le produit de convolution discret du masque avec l'image initiale du pixel central et les huit voisins.

D'autres filtres utilisent des coefficients de pondération différents :

$$H_2 = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_3 = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Il est à noter que la puissance lissante du filtrage dépend de la taille de la fenêtre, plus celle-ci est large, plus le filtrage est important et plus l'image est moins nette.

* Inconvénients du filtre moyen : son inconvénient principal est l'effet de Bord.

Les problèmes liés au bord, apparaissent par exemple lorsque l'on applique le filtre H_1 au point de l'image de coordonnées $(0,0)$, ce filtre fait appel à des points de coordonnées négatives ne faisant pas partie de l'image.

Lorsque plus généralement on prend un filtre de taille $(n+1) \times (n+1)$, il ya tout autour de l'image un cadre d'épaisseur $n/2$ où l'on ne peut pas appliquer le filtre.

Trois possibilités s'offrent alors à nous :

1- Filtrer uniquement la partie de l'image qui varie de $n/2$ à $P-n/2$. L'image I_f aura la taille $(P+1-n) \times (P+1-n)$ (fig 1).

2- Réaliser un effet de miroir : On reproduit autour de l'image initiale les $n/2$ lignes de bord sur un cadre d'épaisseur $n/2$: I_f a la taille $P \times P$ (fig2).

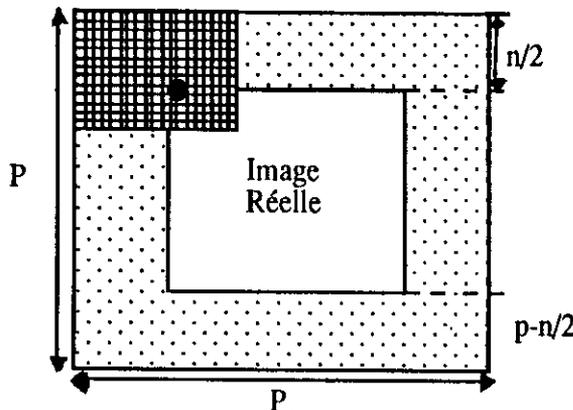


Fig 1

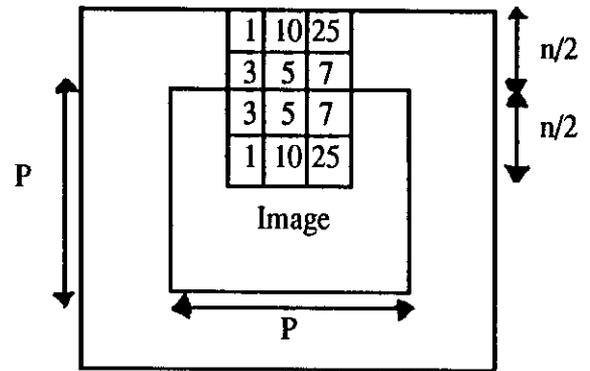


Fig 2

3- Même méthode que (2) mais on remplit le cadre extérieur de 0 :

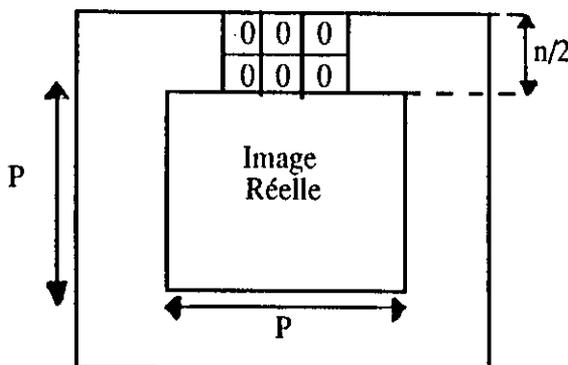


Fig 3

II-1-1-2 Filtrage Gaussien.

Principe du filtre :

Parmi les plus courants des filtres linéaires à cause de la facilité de sa mise en œuvre et des bons résultats obtenus. Ses coefficients sont ceux d'une courbe de gauss à deux dimensions.

Un filtrage Gaussien est donc une convolution d'une image I_i avec une Gaussienne $G(x, y, \sigma)$.

$$I_f = I_i \otimes G \quad \text{avec } G(x, y, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}\right)$$

Où G est un masque carré dont les coefficients sont les éléments discretisés de la gaussienne.

Un rapide calcul montre que l'on peut obtenir le même résultat en convoluant l'image I_i successivement par 2 filtres de taille $n+1$:

Le 1er suivant l'axe x , l'autre avec les mêmes coefficients pour ne pas introduire des distorsions de l'image et suivant y . On aura alors :

$$I_f = I_i \otimes G_x \otimes G_y;$$

Le calcul des coefficients du filtre se fait par :

- Choix de $N = 6\sigma + 1$ la taille du filtre en pixels.
- Calcul de $(N = 6\sigma + 1) \implies \sigma = (N-1)/6$.
- Pour i allant de 0 à $N-1$ faire

$$N[i] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(i-(N-1)/2)^2}{2\sigma^2}\right)$$

II-1-2 Filtrage non linéaire :

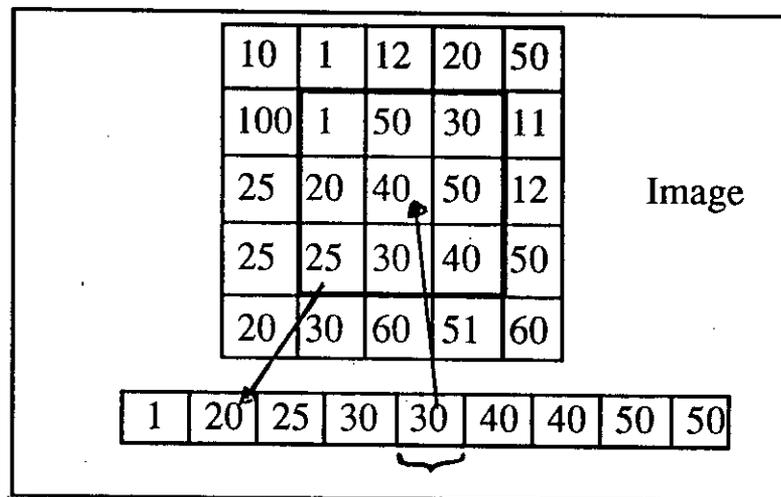
Comme son nom l'indique, ce filtre n'est pas le résultat d'une combinaison linéaire de pixels. L'exemple le plus classique est le filtre median de Tuckey.

II-1-2-1 Principe du filtre median

Pour chaque pixel, on procède de la façon suivante :

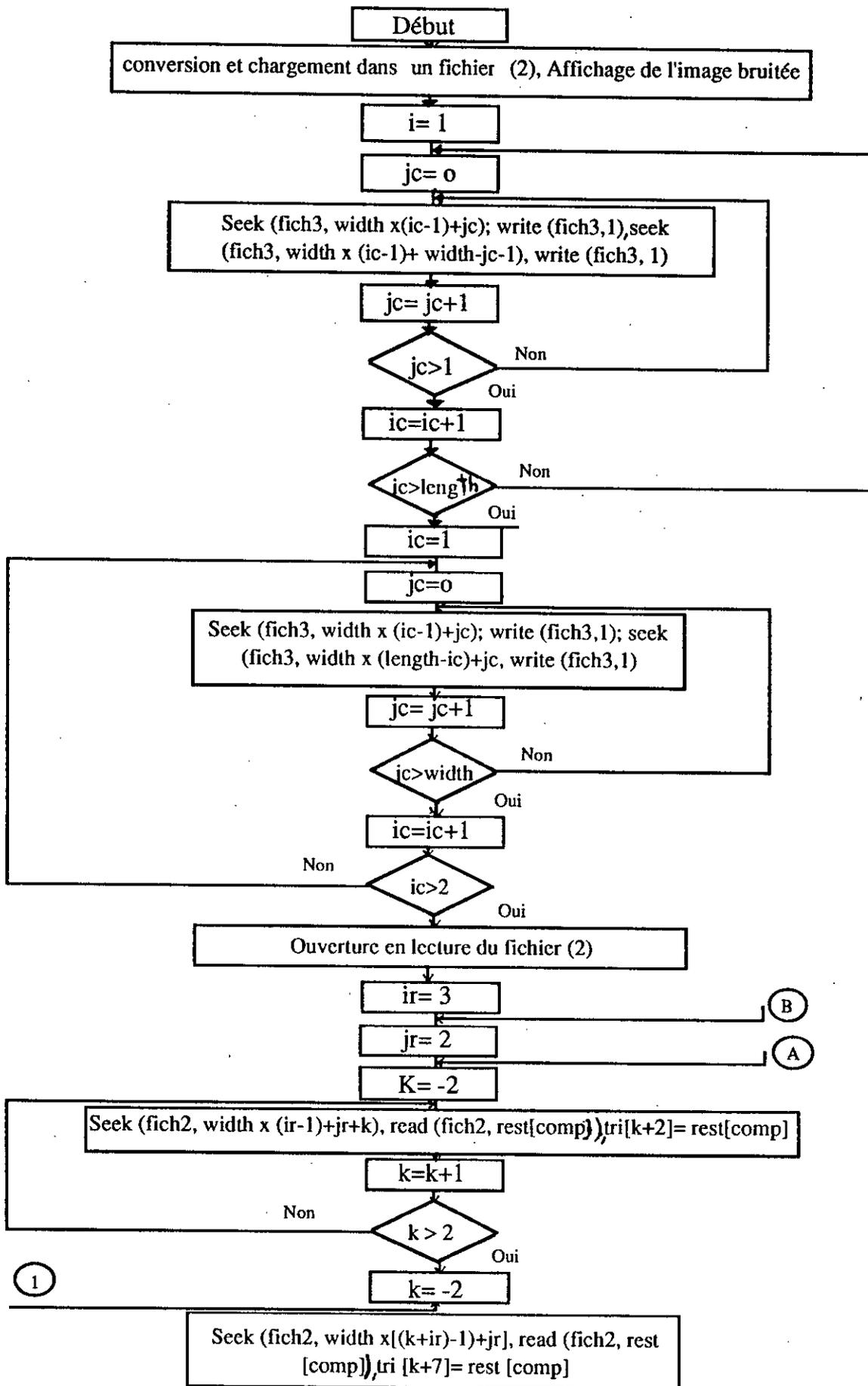
- On classe les pixels voisins du pixel central (c'est-à-dire les pixels compris dans la fenêtre) par valeurs croissantes.

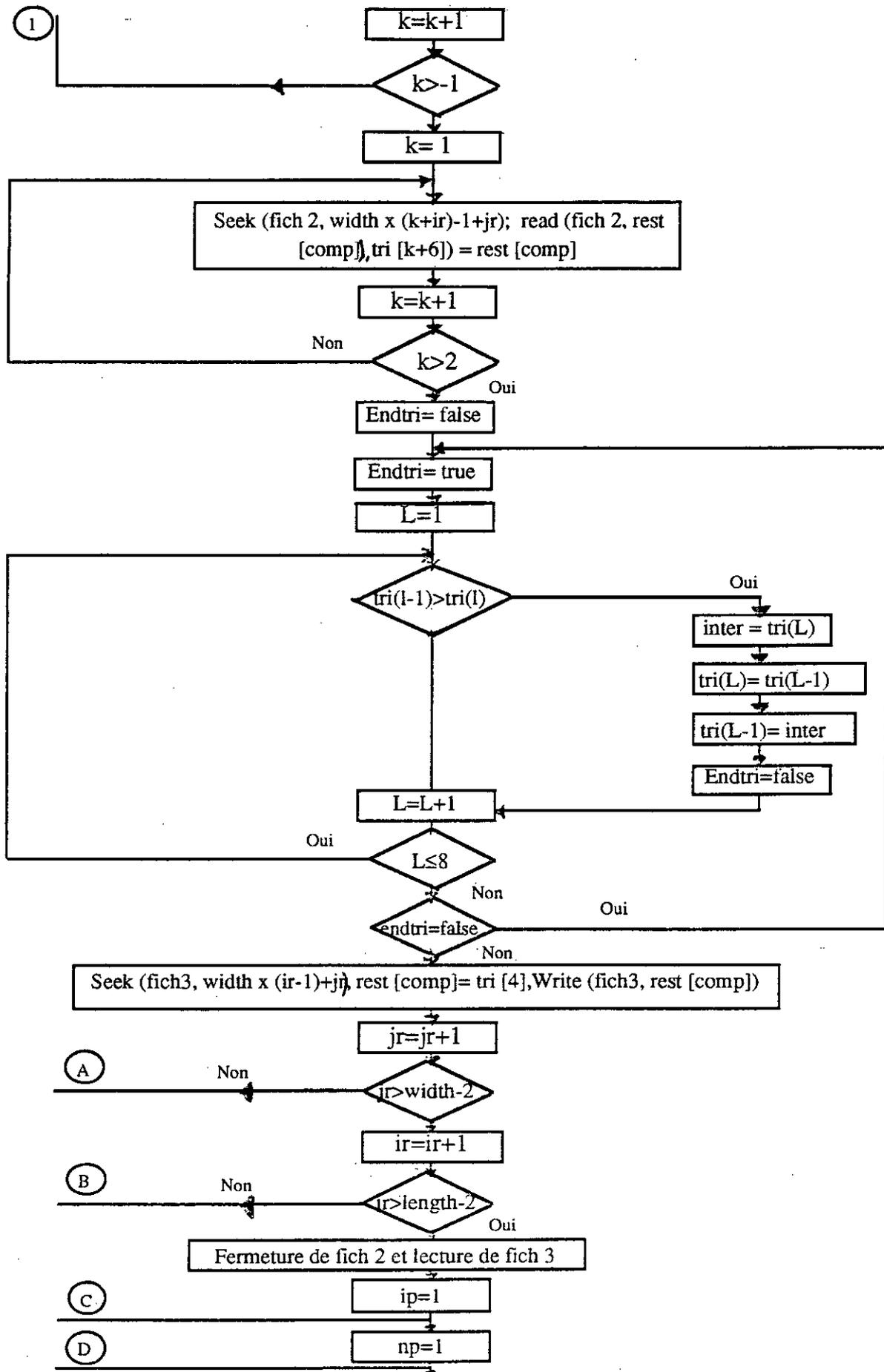
- On affecte au pixel courant (central) la valeur médiane des pixels classés (fig 4).

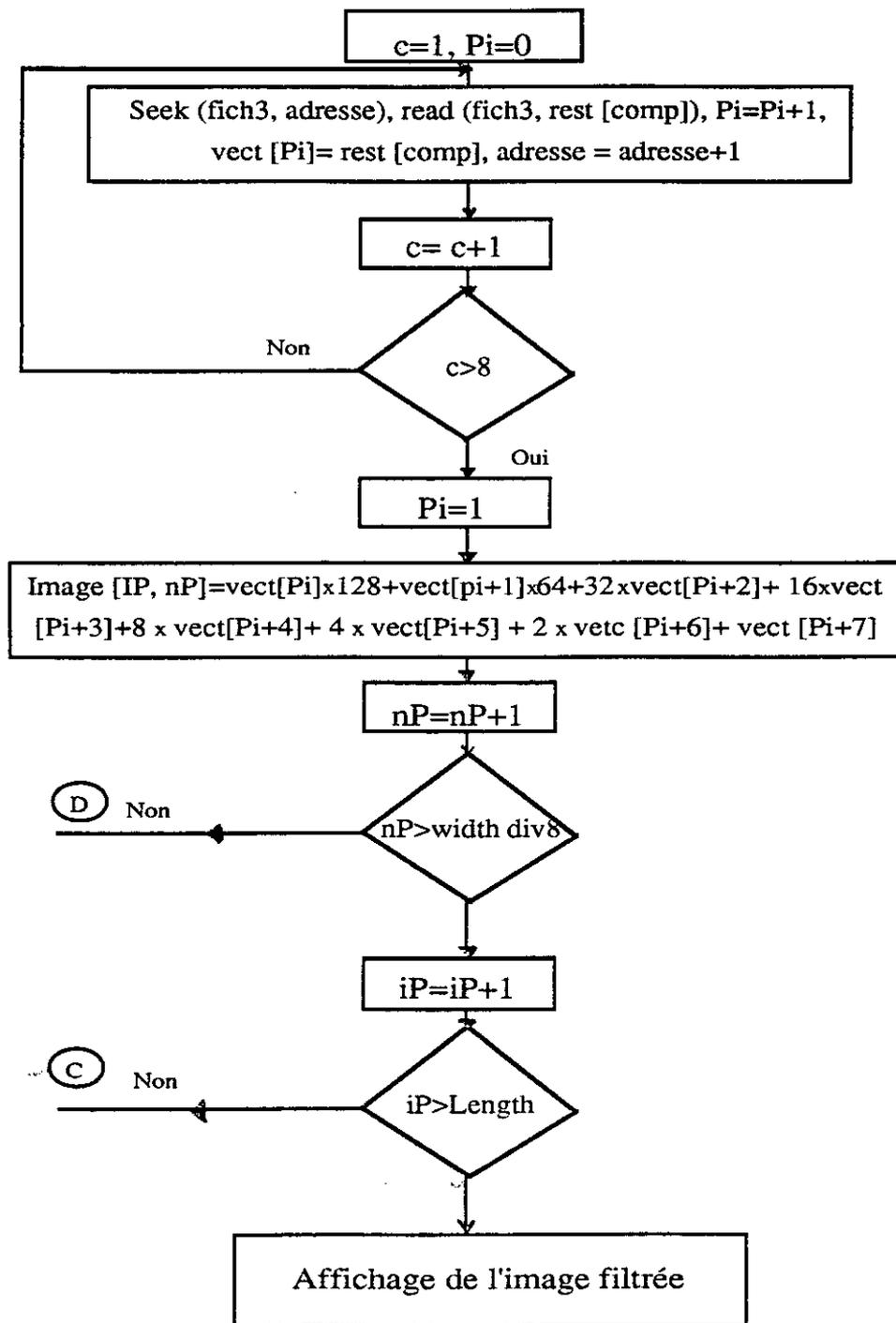


Principe de fonctionnement du filtre médian.

L'organigramme de cette méthode est le suivant :







"-Organigramme détaillé du filtre médian-" :
 méthode de la bulle (masque en croix)

Variables utilisées :

Tri : table des tris (9 composantes).

Endtri : variable booléenne.

adresse : position dans le fichier (2) ou (3).

Seek (fich, numéro) : Numéro est une variable de type logint et correspond à l'adresse, cette procédure déplace le pointeur vers ce numéro.

II-2 Segmentation

II-2-1 Aperçu sur les caractéristiques essentielles de l'écriture arabe:

Contrairement aux caractères latins, les caractères arabes sont écrits de droite à gauche, il ya 29 caractères dans l'alphabet arabe.

L'écriture arabe est cursive : c'est a dire que les lettres sont généralement liées entre elles.

Chaque caractère peut prendre quatre formes différentes suivant sa position dans le mot.

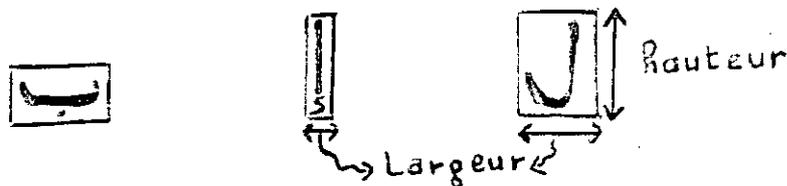
Un ensemble de pixels noirs adjacents les uns aux autres est appelé une composante connexe ou «partie connexe», cette dernière, dans l'écriture arabe ne représente pas forcément un mot entier. Elle peut être seulement une partie du mot, car certains caractères ne doivent pas être attachés à leur successeur à gauche dans le mot.

Par ailleurs, il existe des lettres différentes qui ont la même forme, mais qui se distinguent par la position et le nombre de points qui leur appartiennent.

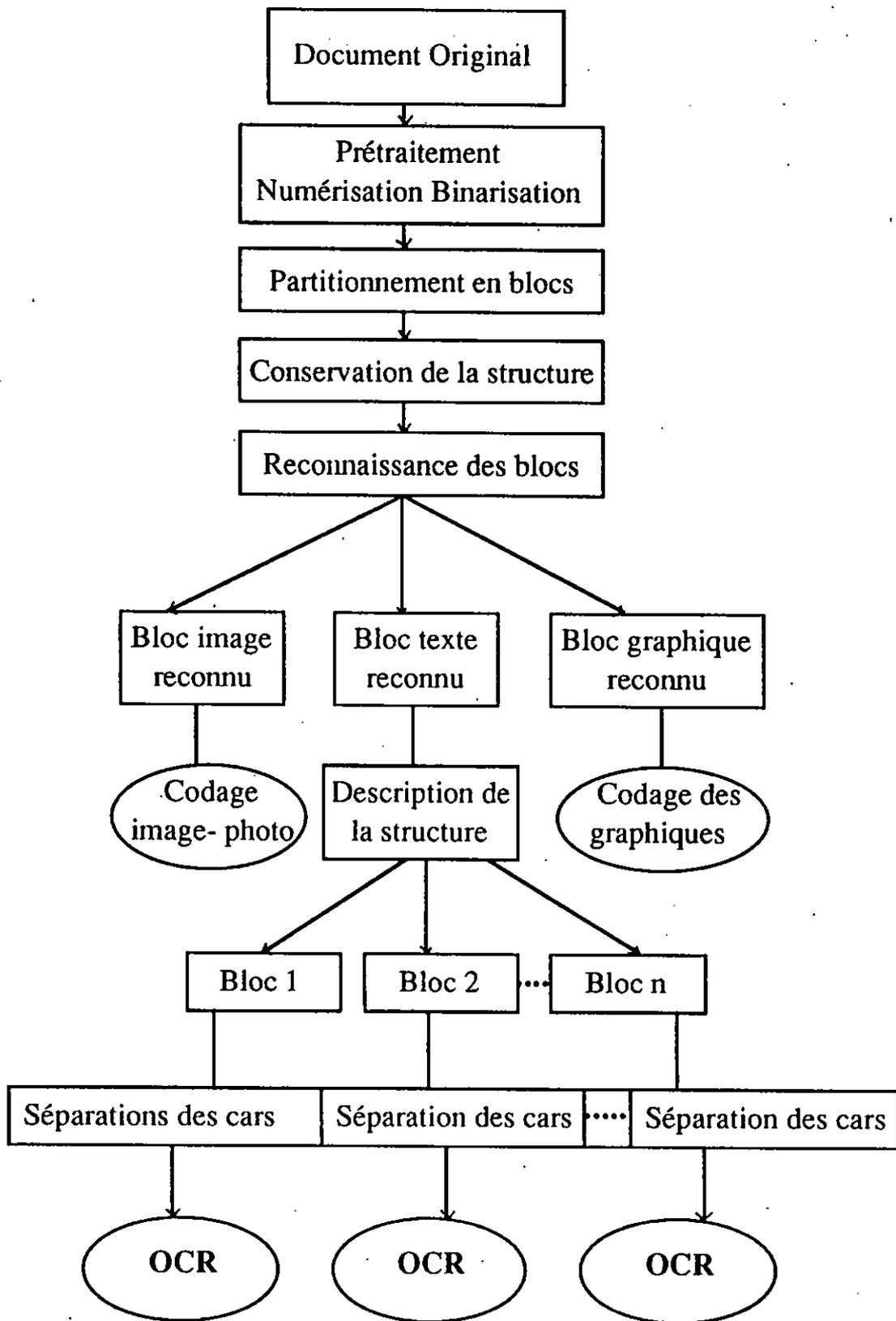
Les voyelles (َ), (-), (_) ne sont pas utilisées systématiquement dans l'écriture arabe, des signes qui correspondent à des voyelles sont employés pour éviter des erreurs de prononciation.

Récapitulation :

L'écriture arabe est continue, le caractère arabe est une courbe évoluant d'une façon ascendante ou descendante, en prenant des allures minces ou épaisses, étendues sur des espaces variables, impossible de leur établir des règles objectives de construction sans tomber dans des hypothèses purement heuristiques souvent contradictoires entre elles.



Titre : Schéma illustrant la taille des caractères.



Synoptique : Codage des documents
segmentation et reconnaissance

Schéma 26

b) Les différentes techniques d'analyse :

Toutes les techniques étant essentiellement basées sur la notion de bloc, il est donc inéluctable d'étudier la définition d'une telle entité.

c) Définition d'un bloc d'images :

Le but de la segmentation est la séparation des différents blocs constituant l'image. La notion de bloc se voit pourvue de considérations purement morphologiques et perçue donc :

- Soit comme un ensemble de données de l'image d'homogénéité apparente.
- Soit comme un ensemble de données liées par continuité dans l'image.

Dans les deux cas, les blocs s'inscrivent dans des rectangles séparés par des espaces blancs continus.

II-2-2-1 Les histogrammes :

L'un des principaux outils d'aide à l'analyse de l'image est l'histogramme. On distingue deux sortes d'histogrammes.

a) L'histogramme horizontal :

C'est une fonction qui fournit à chaque ligne, le nombre de pixels allumés dans la ligne. Ceci peut être traduit par la relation Mathématique :

$$h(i) = \sum_j g(i,j) \quad g(i,j) \text{ étant un point de l'image.}$$

b) L'histogramme vertical :

c'est une fonction qui fournit à chaque colonne, le nombre de pixels allumés dans la colonne. Ce qui se traduit par :

$$V(j) = \sum_i g(i, j).$$

II-2-2-2 La rectangulation :

C'est une technique de segmentation en blocs applicable pour les documents imprimés en noir et blanc, binarisés. Etant de type descendant, elle consiste à déterminer les rectangles vides maximaux séparateurs du texte. En effet, les séparateurs de blocs sont à première vue des grands rectangles vides le plus souvent allongés.

Le complément de ces blocs vides, représente alors la réunion des blocs de texte. Un bloc de texte apparaît à son tour comme une succession de bandes horizontales de signes séparées par des bandes vides (interlignes). Enfin une dernière ségmentation Intra- Ligne par rectangulation permet d'isoler chaque mot car une ligne ou "bandes de signes" est perçue comme un paquet de signes sensiblement séparés par des intervalles vides.

II-2-2-3 Méthode de séparation par maculage :

Elle peut être décomposée en 2 étapes :

a) Etape de regroupement :

Elle est basée sur l'algorithme de lissage par longueur de plage RLSA (run length smoothing algorithm).

Le RLSA provoque un maculage des plages de pixels blancs de longueur inférieure à un seuil fixé. Elle réalise donc une concaténation des amas de pixels noirs voisins dans l'image. Cette concaténation est appliquée horizontalement suivant les lignes de l'image puis verticalement suivant les colonnes : elle conduit aux deux tableaux binaires du maculage horizontal et vertical.

Une image provisoire (maculée) est créée, c'est le résultat d'un et logique entre les deux tableaux. Cette méthode est contrôlée par deux paramètres indépendants

- Un seuil dans le maculage horizontal : SSH.
- Un seuil dans le maculage vertical : SSV.

Exemple : un maculage horizontal de paramètre SSH=2 appliqué à la ligne d'image 000 11001110001 où 1 désigne un pixel noir, 0 un pixel blanc de l'image conduit à maculer la ligne de la sorte : 0001111111000 1.

b) Etape de séparation des composantes 8 connexes de l'image :

Les regroupements de pixels dans l'image maculée forment des entités constituées d'objets proches. Ils sont cherchés et isolés dans l'image maculée, en les considérant comme des sous ensembles de pixels 8 connexes c'est-à-dire ayant 8 voisins. La partition de l'image en ses différents blocs constituants est fonction des paramètres SSH- et SSV.

Un choix approprié de ces derniers permet de dégager dans un premier lieu les blocs majeurs de l'image c'est-à-dire les paragraphes, une descente dite pyramidale est alors effectuée .

La procédure de segmentation est appliquée récursivement aux blocs de la première partition, afin de poursuivre leur segmentation. Chaque bloc nouvellement segmenté doit être examiné de façon à en connaître le type et segmenté à nouveau.

Le problème des méthodes fondées sur le maculage est le réglage des paramètres. Ceci fait l'objet des travaux actuels qui visent la détermination automatique des zones de textes : espace, taille de la police ... etc.

II-2-2-4 Recherches entreprises sur l'arabe :

La recherche sur la reconnaissance des caractères latins commença plus de 30 ans auparavant. Les systèmes commercialisés de lecture automatique du latin apparurent alors. Cependant l'intérêt dans le monde arabe à ce domaine ne commença que durant la dernière décennie. La recherche est maintenant en progrès dans les universités des pays arabes tels que L'Égypte, L'Arabie Saoudite, le Koweït, L'Iraq, la Syrie, L'Algérie, la Tunisie et l'Iran.

Le point de départ était donc en 1980 avec Amin à l'université de Nancy en France qui utilisa un système qu'il appela la reconnaissance interactive des caractères arabes (IRAC) basé sur une constatation observée au niveau de l'écriture arabe: un caractère présente un trait épais à son début et un amincissement à sa fin. Le principe paraît donc simple: détecter ces amincissements qui se présentent au niveau de l'histogramme vertical du mot comme des pics dont la valeur est inférieure à la moyenne des colonnes du mot, on ignore ces amincissements jusqu'au début du caractère suivant c'est-à-dire rencontre d'une colonne dont la valeur est inférieure à la moyenne.



Fig : Segmentation d'un mot arabe en utilisant un histogramme.

Amin améliora sa méthode en utilisant les histogrammes des lignes et des colonnes et passa par les étapes :

1) *Point de départ* : la 1ère étape vise la recherche de la ligne médiane c'est-à-dire celle où se fait la jonction des caractères c'est la région à plus forte concentration de pixels en lignes.

2) *Utilisation de l'histogramme des colonnes* : pour tirer le seuil qui est la largeur minimale du tracé qui a la plus forte redondance dans l'histogramme.

Nous avons intentionnellement détaillé les travaux d'Amin car ils furent à la base de beaucoup de recherches ultérieures. Dans la suite, l'itinéraire sera donné de manière globale.

Après Amin, Badi et Shimura utilisèrent le concept du tracé du contour et l'identification des courbes du script pour la reconnaissance. Amin et Masini proposèrent un système pour les caractères multifontes incluant la segmentation des mots en caractères et l'identification de chaque caractère séparément. Une série de segments horizontaux et verticaux furent extraits après avoir scanné le caractère horizontalement et verticalement.

Almualim et Yamagushi utilisèrent une approche structurale, où les mots sont d'abord segmentés en caractères et les caractéristiques géométriques et topologiques sont alors utilisées pour classer les mots.

Nouh et Al utilisèrent un ensemble standard de caractères arabes pour simplifier le processus de reconnaissance.

Parhami et Taraghi présentèrent une technique pour la reconnaissance d'un texte farsi à large fonte, ce texte étant les gros titres d'un journal.

Al Tikriti et Al Ramahi introduisirent une approche floue pour quelques caractères arabes manuscrits (9 seulement).

El Cheik et Gundi utilisèrent les descripteurs de Fourier pour caractériser les contours les plus externes de chaque caractère après le processus de segmentation.

Al Wakil et Shoukry utilisèrent un système d'extraction des caractéristiques à 2 étapes hiérarchiques pour représenter et classer les caractères arabes isolés manuscrits.

Jusqu'à ce jour les recherches continuent grâce à des chercheurs comme Bassam Kurdy, Al Yousefi, Habib Goraine et autres.

CHAPITRE III

TRAVAIL REALISE

Chapitre III : Travail réalisé:**III-1 Présentation de la méthode:**

La première phase consiste en l'extraction d'une image qui est une matrice d'octets de dimension réduite (64 Ko). Cette matrice doit donc au fur et à mesure être convertie en une image binaire c'est-à-dire un ensemble de pixels.

C'est alors qu'on procède à la ségmentation proprement dite. Cette étape suppose bien sûr un bon scanning de l'image.

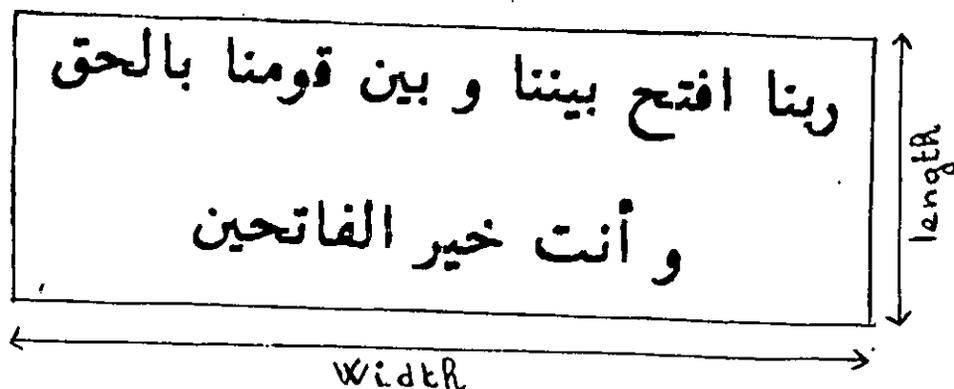
L'étape de ségmentation peut être subdivisée en 3 sous-étapes:

1- *La ségmentation horizontale* : on procède ici à la localisation des lignes de texte.

2- *La ségmentation verticale* : Chaque ligne de texte obtenue dans la 1ère étape est traitée pour donner les différentes parties connexes la constituant.

3- *La ségmentation en caractères* : Cette étape vise l'obtention des caractères à partir des parties connexes préalablement trouvées. (fig a)

La première phase et qui a pour but la lecture du fichier Tiff est primordiale pour l'extraction des informations concernant l'image telles que la longueur et la largeur. Ces notions sont illustrées ci-dessous



A la sortie du scanner, et du point de vue informatique l'image précédente est représentée par la matrice image [i,n]

i: indiquant la ligne

n: indiquant l'octet.

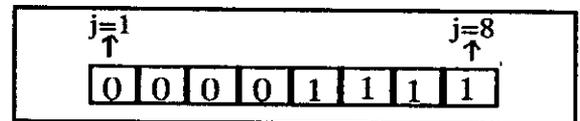
j: indiquant la colonne

le nombre de colonne = nombre d'octets par ligne * 8

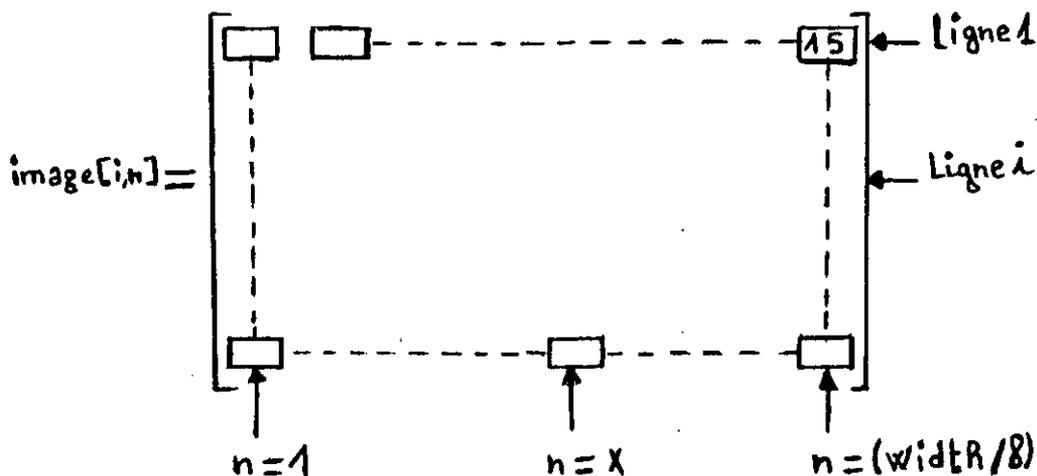
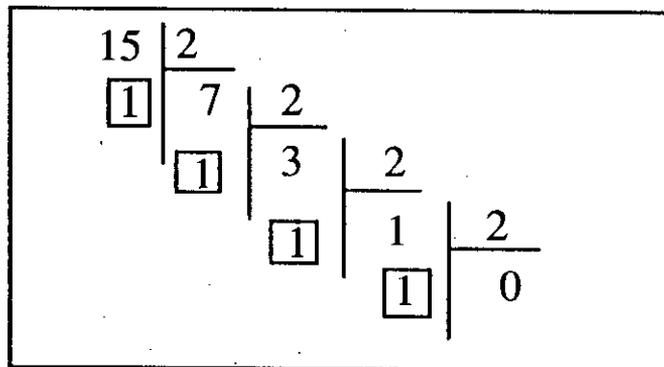
Les octets de la matrice sont en valeur décimale, c'est ce qui explique les conversions à chaque étape de segmentation.

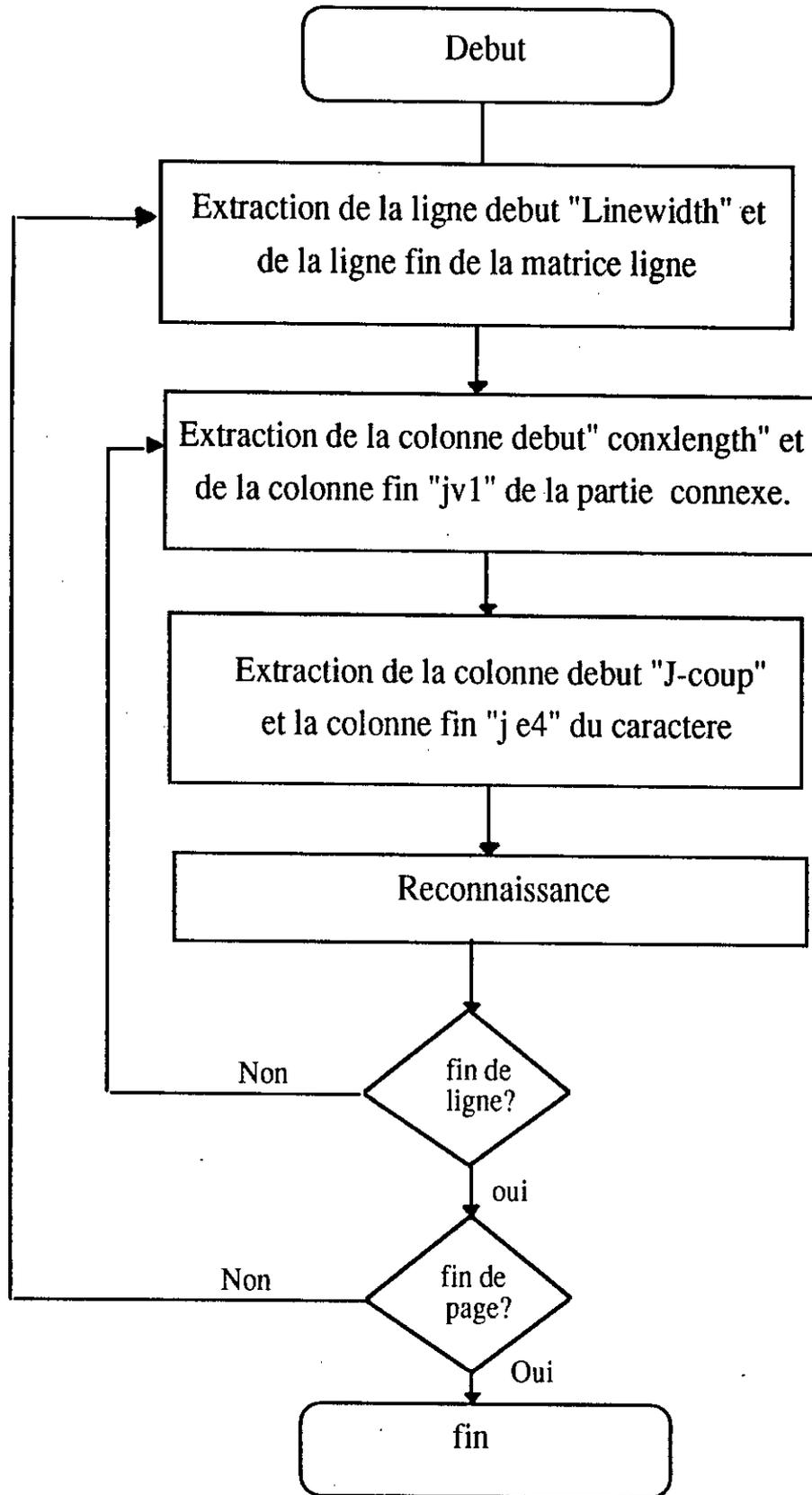
Exemple : $n = \text{Width} \text{ div } 8; \quad i = 1$

Image [i, n] = 15 cela donnera en binaire:



Cette conversion est assurée par des divisions successives de la donnée en décimal.





Organigramme de segmentation en caractères à partir de l'image entière.

III 2- Segmentation horizontale:

Le texte à segmenter apparaît comme des lignes continues ayant un histogramme non nul séparées par des espaces vides donc à histogramme nul. Le but donc est de détecter ces discontinuités, l'image à traiter obtenue par le scanner est une matrice de 1 et de 0 (après conversion)

"1" -----> Correspondant au pixel éteint (point blanc)

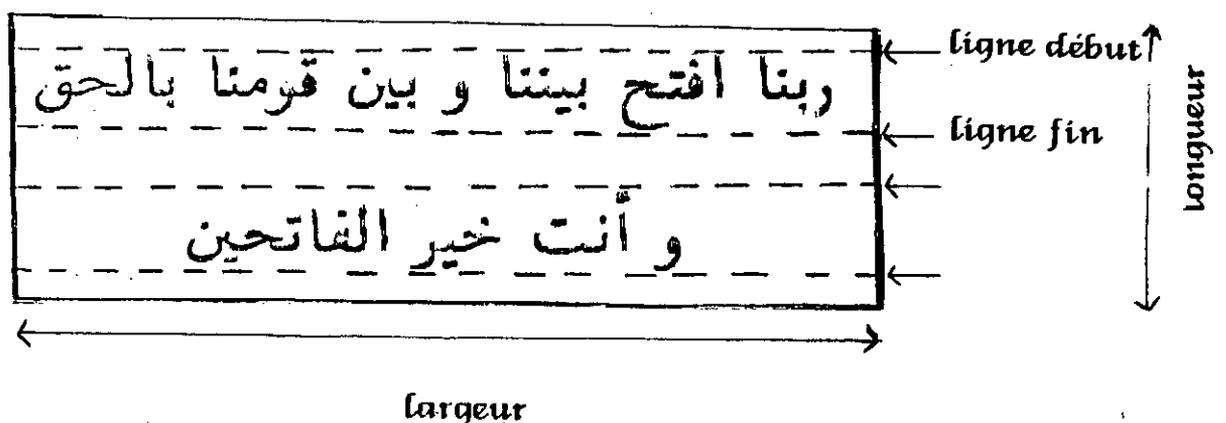
"0" -----> Correspondant au pixel allumé (point noir)

Le principe de la méthode peut se résumer comme -suit:

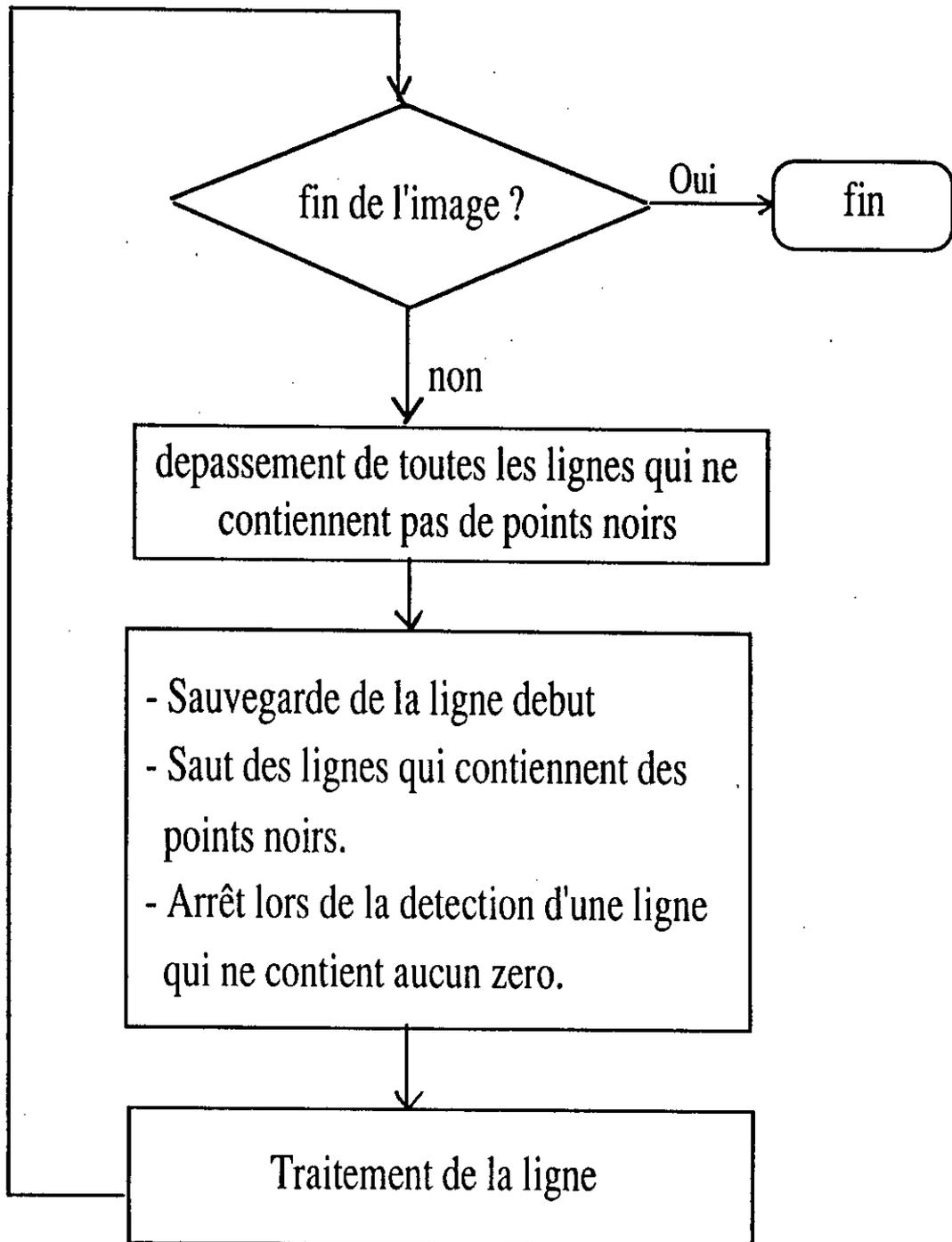
En premier lieu, on détecte le début de la matrice ligne : en parcourant les lignes par un balayage horizontal, il suffit alors d'y repérer un "0" au minimum.

Une fois la ligne début marquée, on poursuit le balayage horizontal, jusqu'à obtention d'une ligne qui ne contient aucun point noir, c'est la ligne fin.

L'organigramme simplifié représentant la segmentation horizontale est le suivant :



L'organigramme simplifié représentant la segmentation horizontale est le suivant :



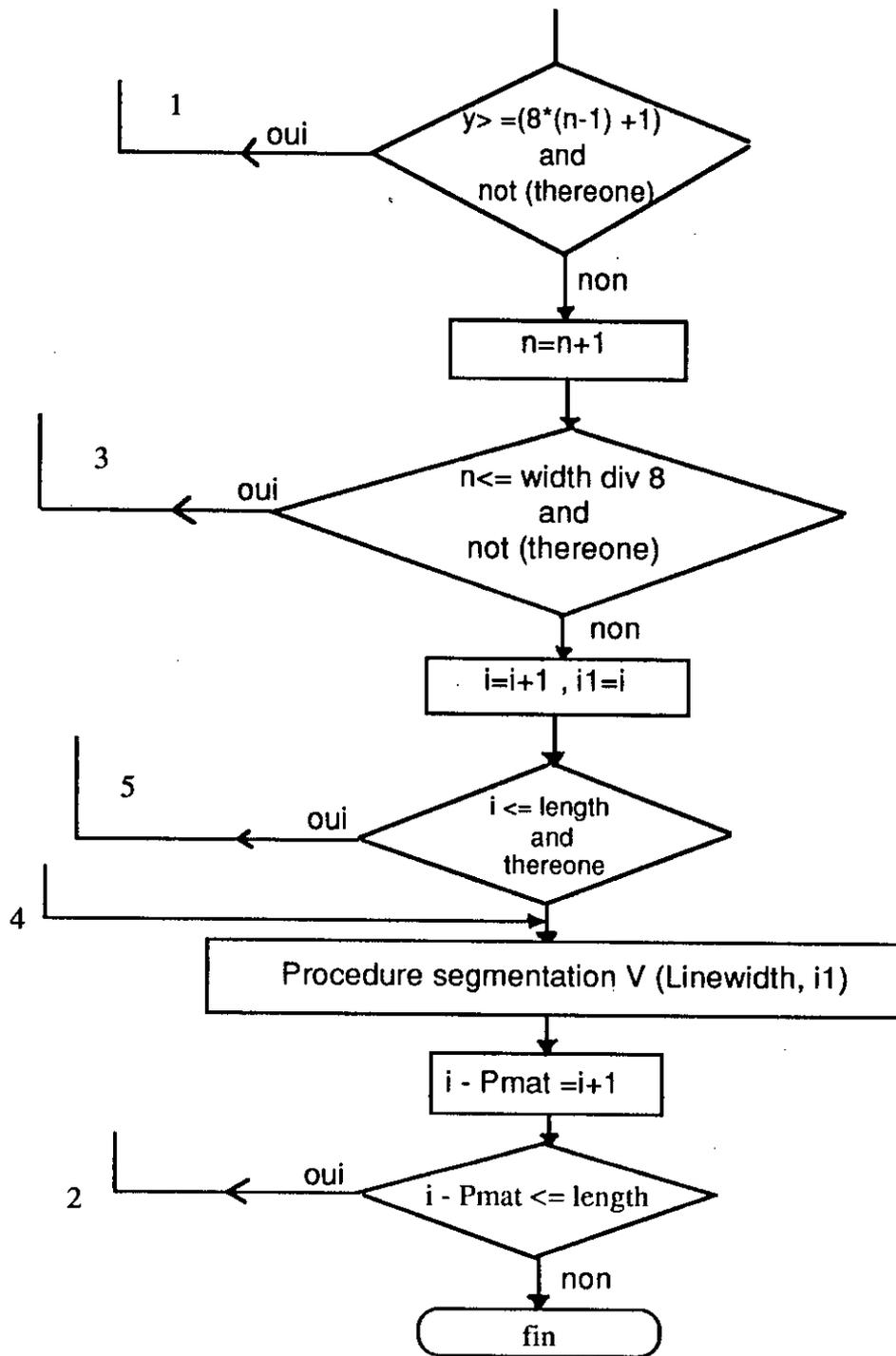


fig b- Organigramme détaillé de la segmentation en lignes

variables utilisées :

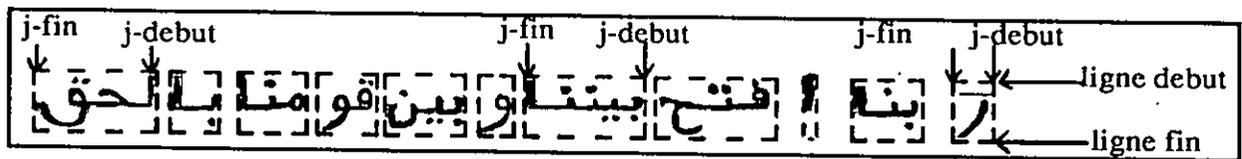
allzero , thereone : variables booléennes .

III.3 Segmentation Verticale

Disposant, maintenant d'une matrice ligne nous procédons à la segmentation verticale c'est à dire la séparation en parties connexes; opération qui est effectuée par le biais d'une projection verticale de la ligne de texte sur l'axe horizontal.

Notons que les mots ou sous- groupes de mots sont constitués de blocs continus de colonnes non vides séparés par des espaces vides. Il est à remarquer qu'à ce stade, on ne peut séparer les caractères attachés d'un mot.

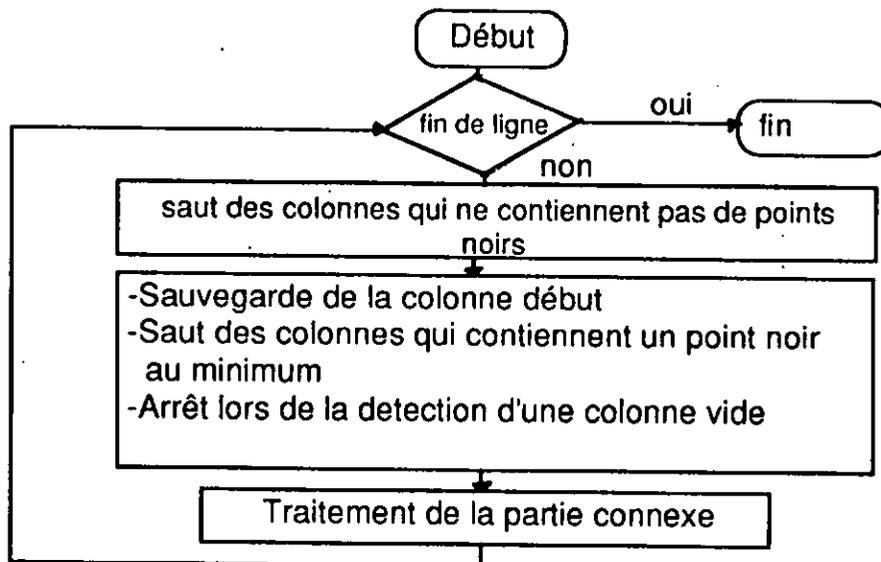
Exemple:



Tout comme la ségmentation horizontale, la ségmentation verticale est basée sur le repérage au préalable d'une colonne qui contient au moins un "zéro" et ce par le balayage de toutes les lignes, c'est la colonne début.

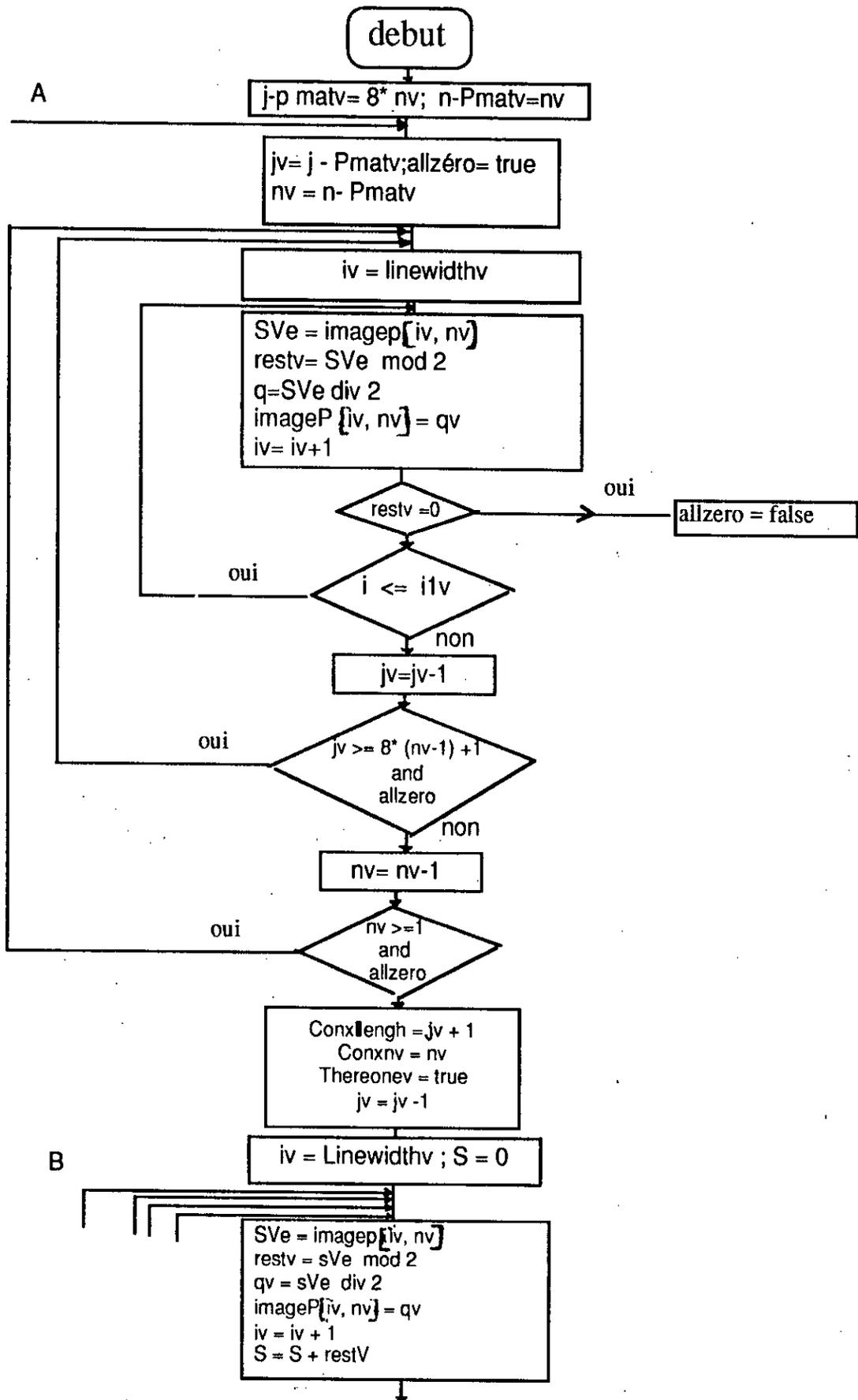
Dès l'obtention de cette colonne, on parcourt toutes les colonnes par un balayage de toutes leurs lignes jusqu'à obtention d'une colonne qui ne contient aucun zéro, c'est la colonne fin.

L'organigramme ci-dessous résume la méthode:



Organigramme général de la ségmentation verticale

Organigramme de la segmentation Verticale:



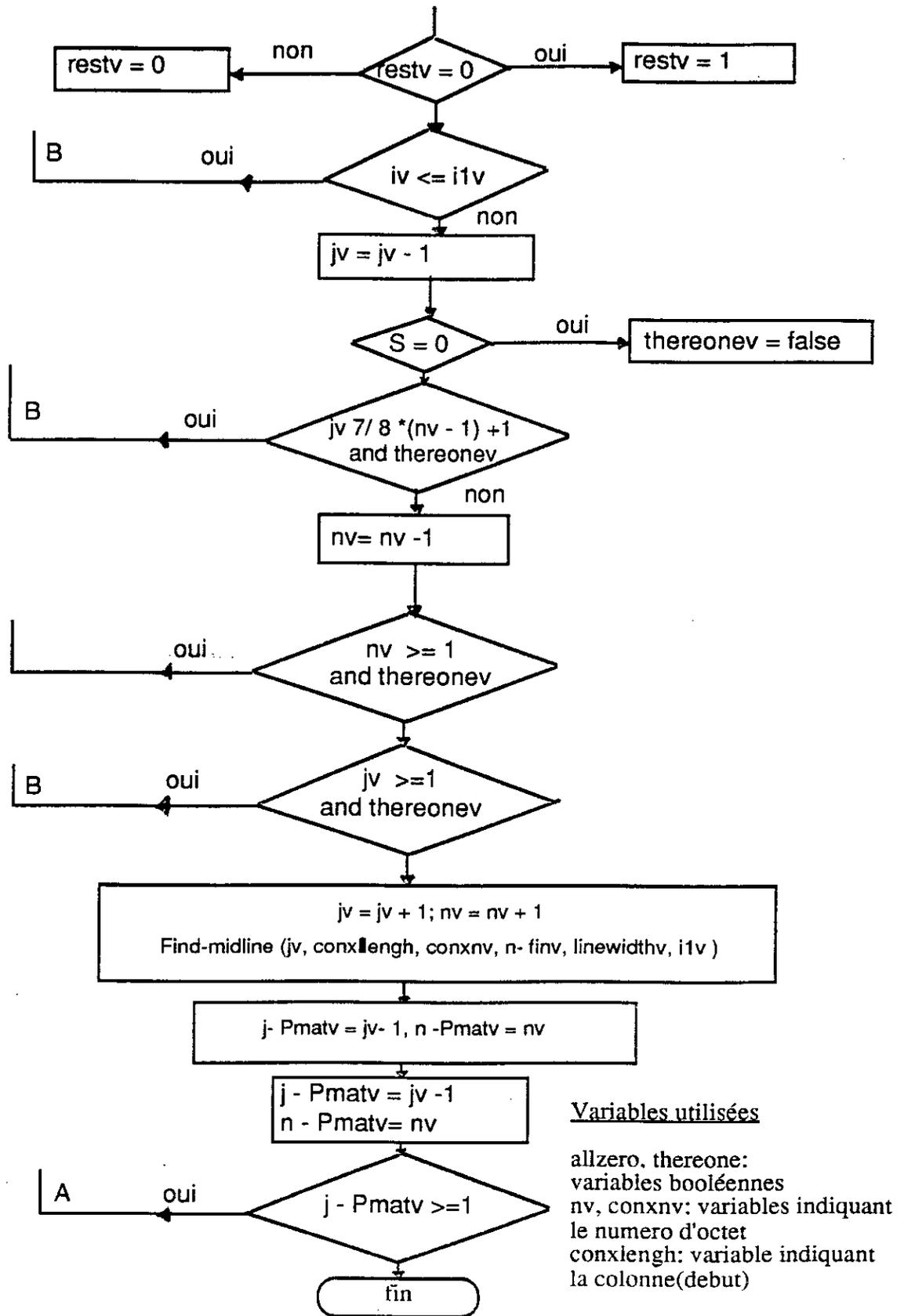


fig c- Ségmentation de la ligne en parties connexes

II-4 Ségmentation en caractères:

La ségmentation en caractères est à priori l'opération la plus complexe puisque l'on travaille sur une courbe continue évoluant d'une façon ascendante.

Cette opération est abordée d'une façon originale, elle est basée sur l'utilisation de l'histogramme vertical dans les lignes régions voisines de la ligne de référence pour repérer les frontières entre les caractères, et sur un certain nombre de critères qui vont permettre une séparation réelle des caractères.

III-4-A- Detection de la ligne de jonction:

D'après l'étude qui a été faite sur l'écriture arabe et principalement la recherche de critères de liaison des caractères entre eux, deux résultats apparaissent:

- * La liaison entre deux caractères se fait toujours dans la région centrale de la ligne du texte; c'est le niveau de la ligne de jonction

- * La ligne de jonction constitue la région qui a la plus forte concentration de pixels en lignes.

Donc en parcourant plusieurs lignes de la partie connexe par un balayage horizontal des lignes (c'est-à-dire en utilisant l'histogramme horizontal) nous pouvons detecter la ligne médiane.

Exemple: La ligne médiane correspond à la ligne 22

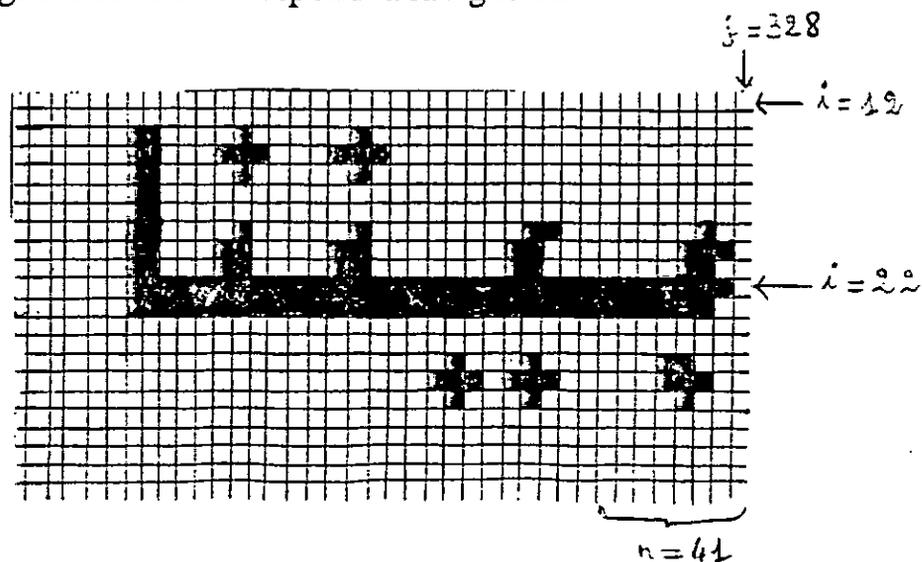
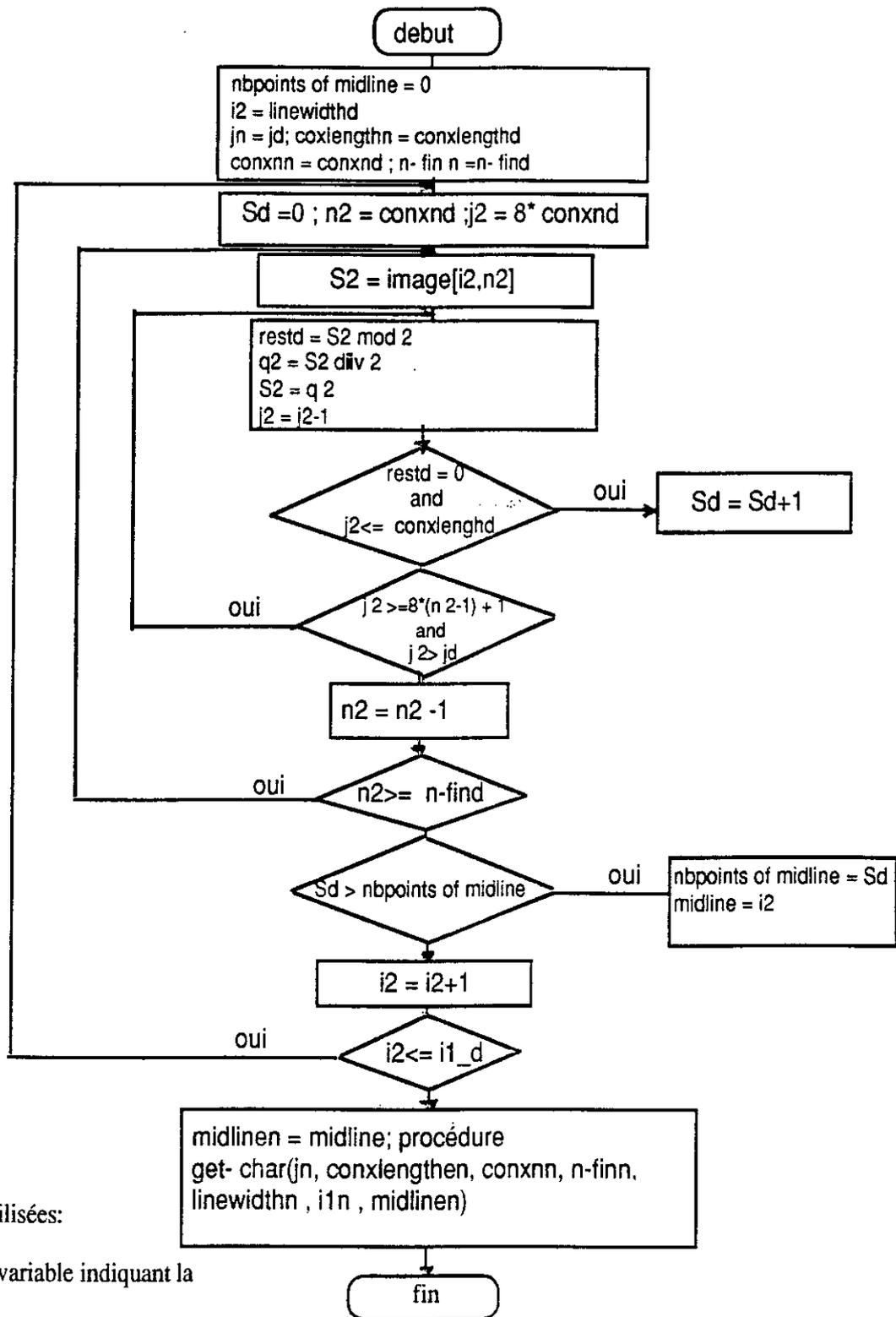


fig 2

Organigramme: ligne-médiane



Variables utilisées:

- LineWidth: variable indiquant la ligne
- coxlengthn: variable indiquant la colonne
- n-fin, conxnd, conxnn: variables indiquant l'octet

fig d- Recherche de la ligne médiane de la partie connexe

III-4-B Recherche de la ligne max pour chaque colonne j:

Dans une partie connexe, on procède à un balayage de toutes les lignes pour une colonne J en commençant par la 1 ère ligne, V_{max} correspond à la ligne qui contient le premier point noir rencontré.

Exemple : (voir fig 2) pour $j = 327$; $V_{max} [j] = 20$

L'organigramme est le suivant:

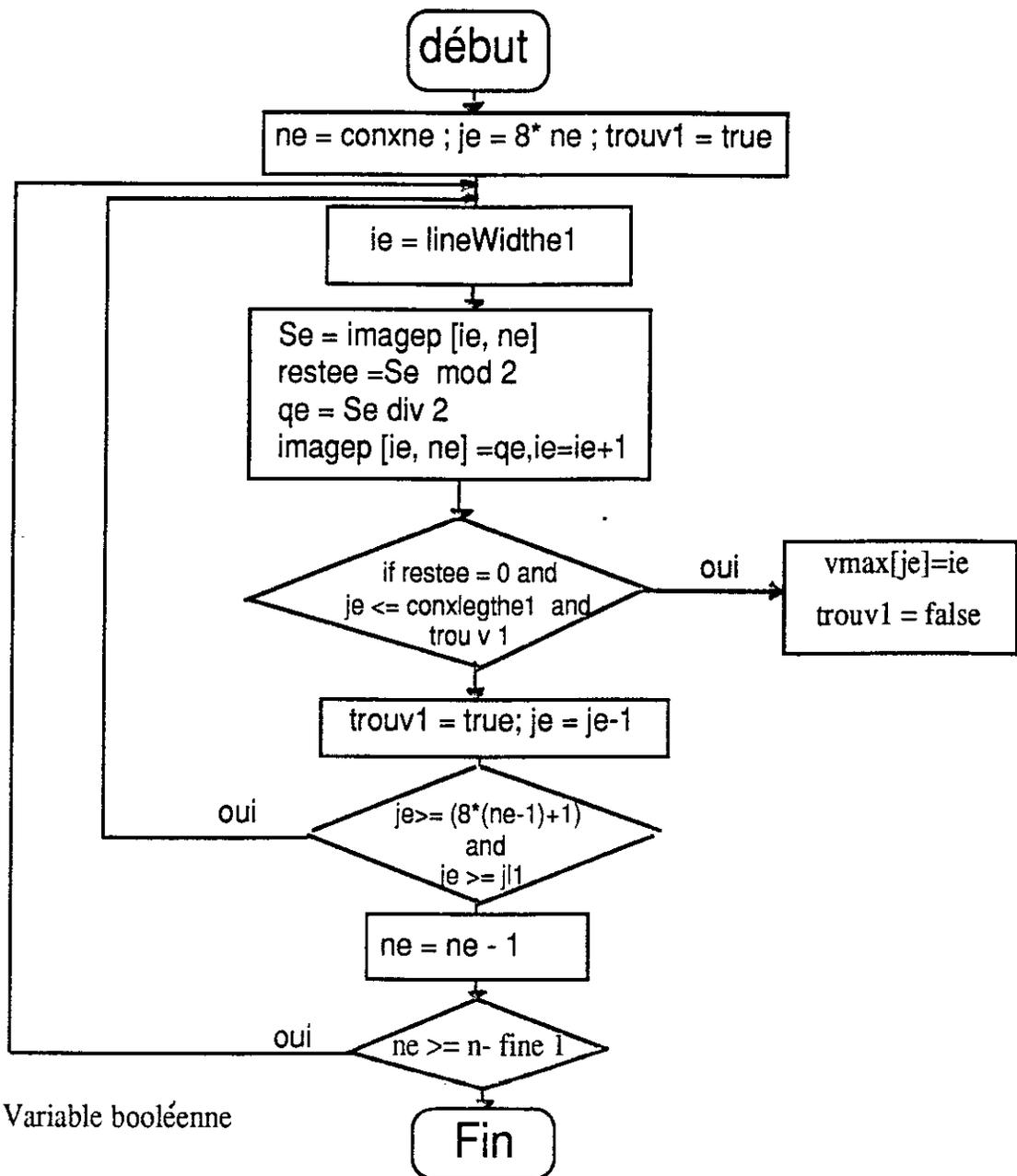


fig e : Organigramme de détection de la ligne max

III-4-C Recherche de la ligne-min pour chaque colonne j de la partie connexe:

Contrairement à la procédure précédente, on commence par la dernière ligne, on decremente jusqu'à la rencontre du premier point Noir, et on sauvegarde la valeur de la ligne correspondante.

Exemple: (voir fig 2) pour $j = 327$; $V_{min}[j] = 22$

L'organigramme

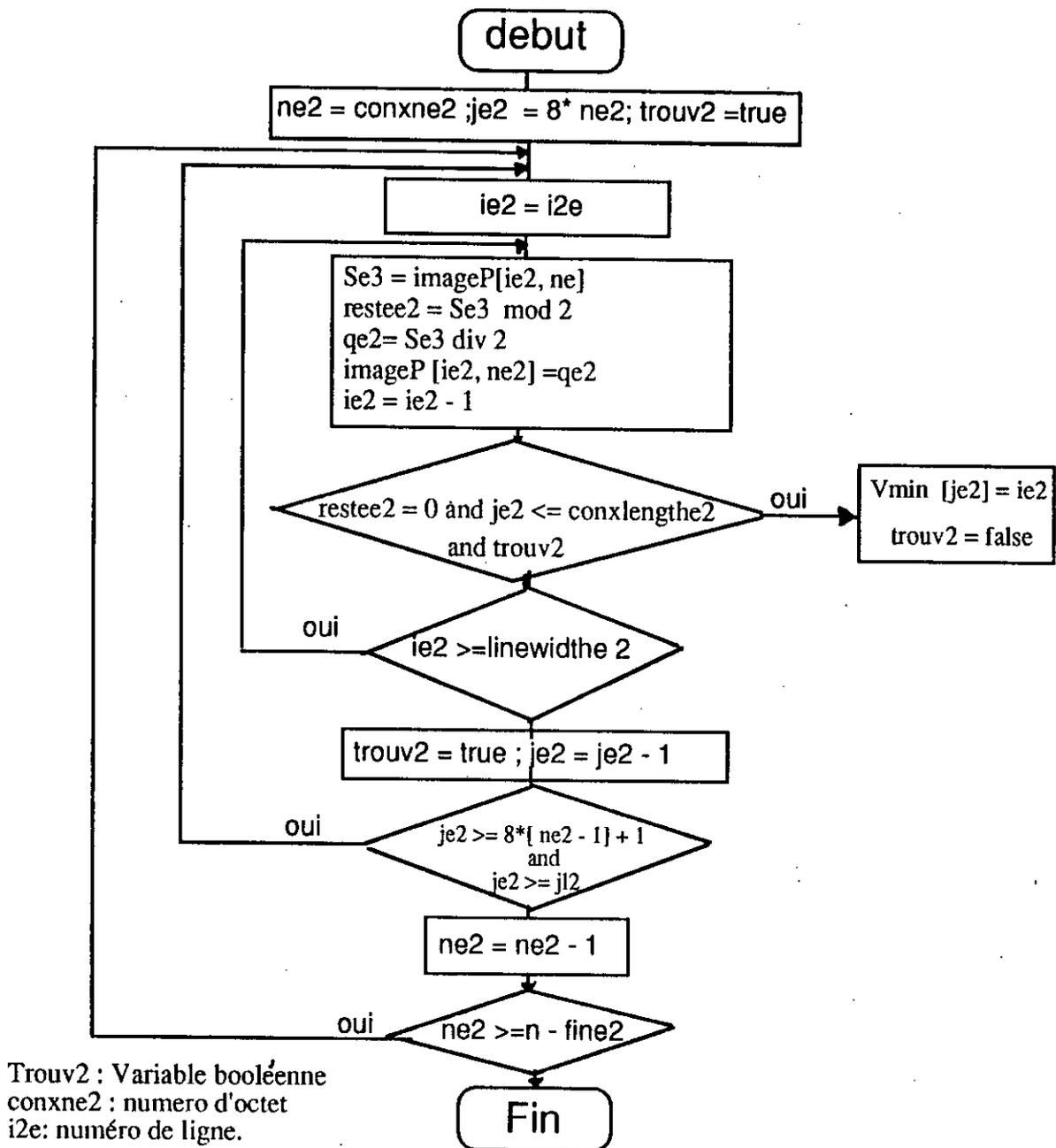


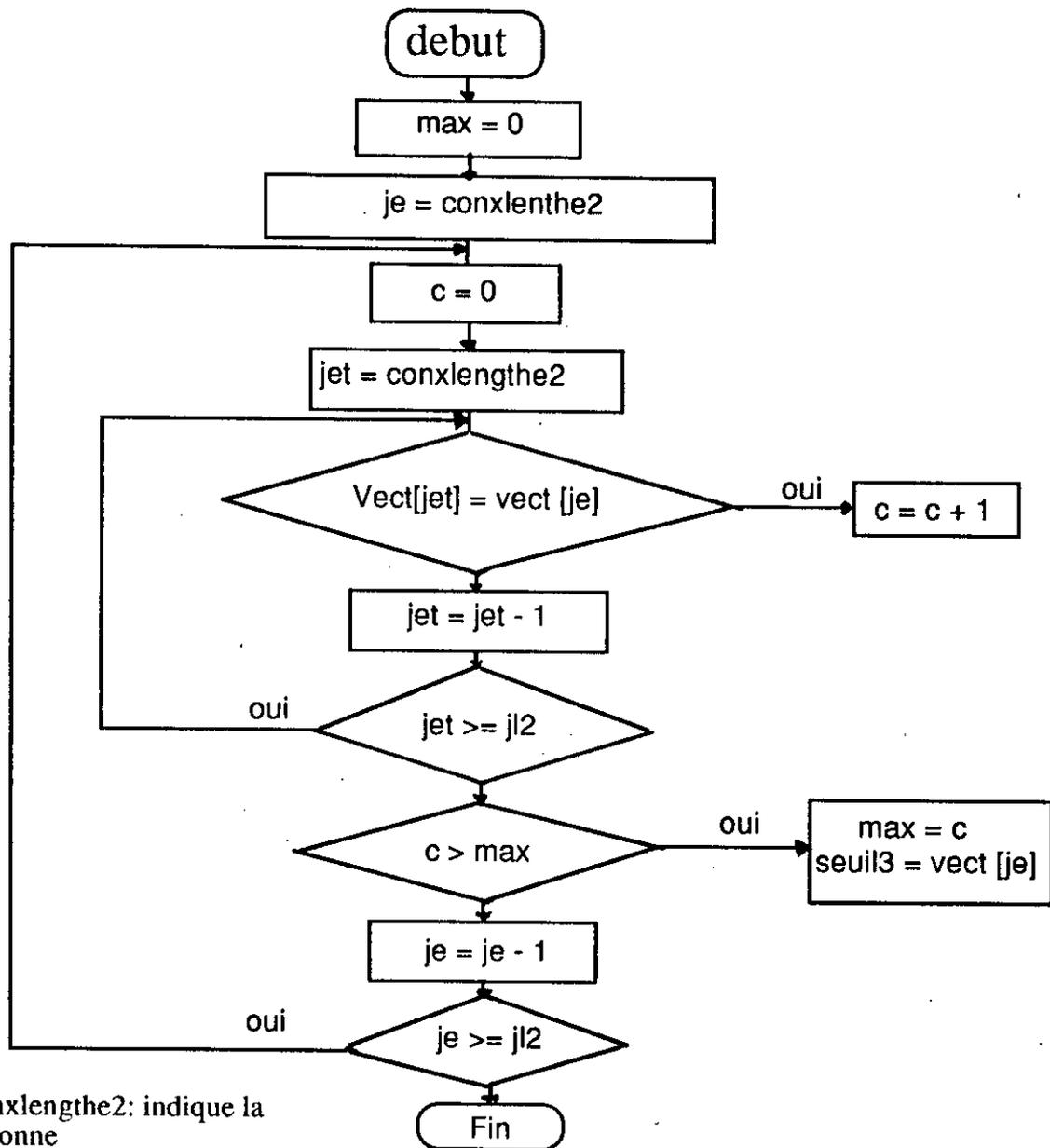
fig f: Organigramme de détection de la ligne min

III-4-E Calcul du seuil: (zone de constance)

Par hypothèse, le seuil correspond à la valeur qui a la plus forte redondance dans l'histogramme vertical. Donc il suffit de comparer la valeur de l'histogramme pour une colonne donnée avec celle des autres colonnes, le seuil étant la valeur à plus grande répétitivité.

Exemple: (voir fig 2) seuil = 2

Organigramme:



conxlenthe2: indique la colonne
 Seuil3: indique la valeur du seuil (zone de constance).

fig h : Organigramme du calcul du seuil

III-4-F La ségmentation: extraction du caractère

Le processus d'extraction des caractères à partir de la partie connexe est fort délicat et ce principalement à cause de l'aspect cursif de l'écriture arabe. Le principe de cette méthode peut se résumer en

- 1) Détection du début de chaque caractère .
- 2) Application de divers critères pour tronquer la partie connexe et obtenir la fin du caractère.

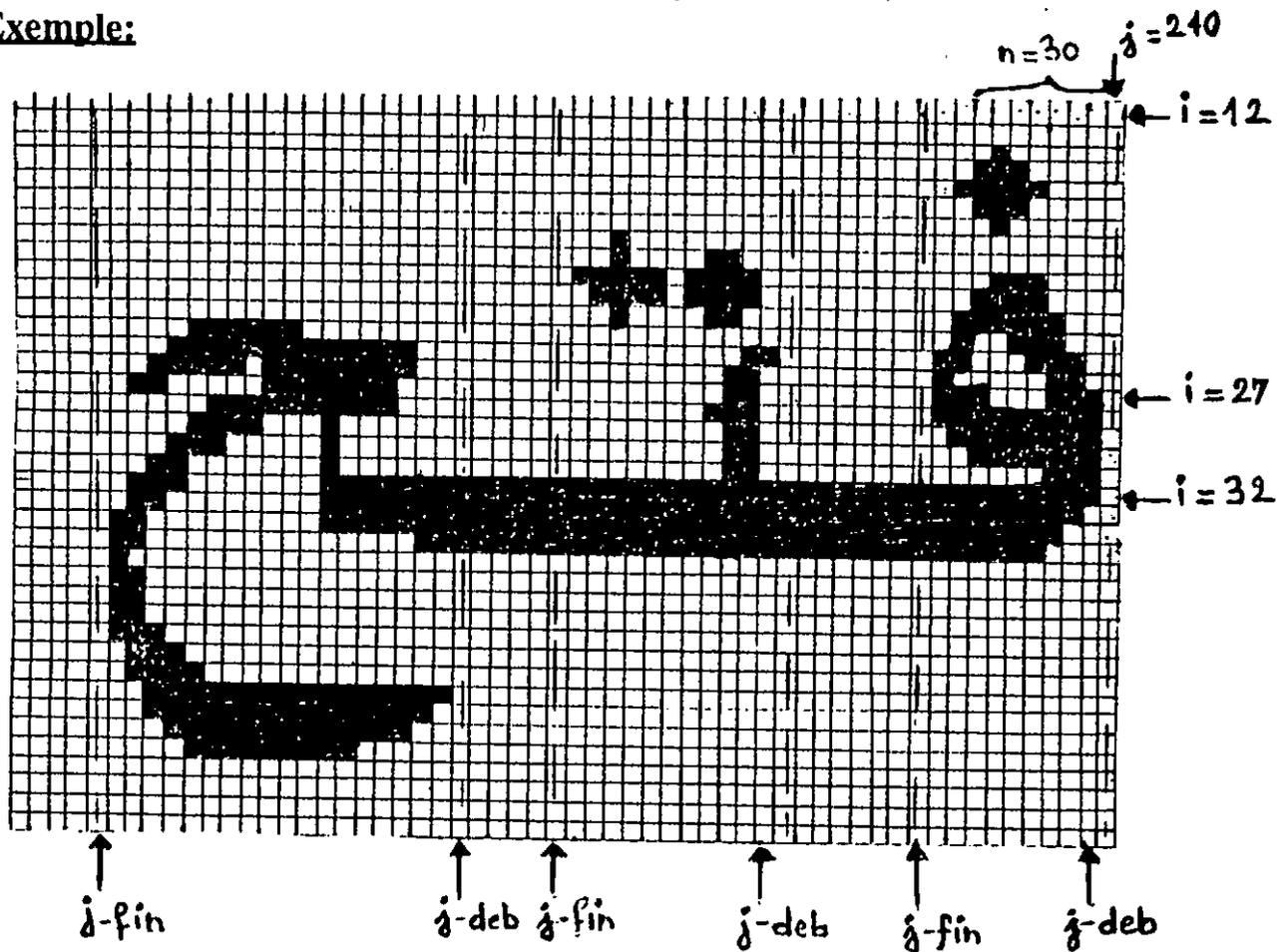
1) Détection du début de chaque caractère:

Cette opération est soumise à 2 conditions:

-a) L'histogramme vertical de la colonne doit être supérieur au seuil déjà calculé ($Vect [j] > seuil$).

-b) La différence entre la ligne inférieure $Vmin$ et la ligne supérieure $Vmax$ doit être supérieure au seuil ($(Vmin [j] - Vmax [j] + 1) > seuil$)

Exemple:



Le caractère "fa" a comme caractéristiques

$Vect [239] = 6$; seuil = 4

$Vmin [239] = 32$

$Vmax [239] = 27$

a) et b) vérifiées

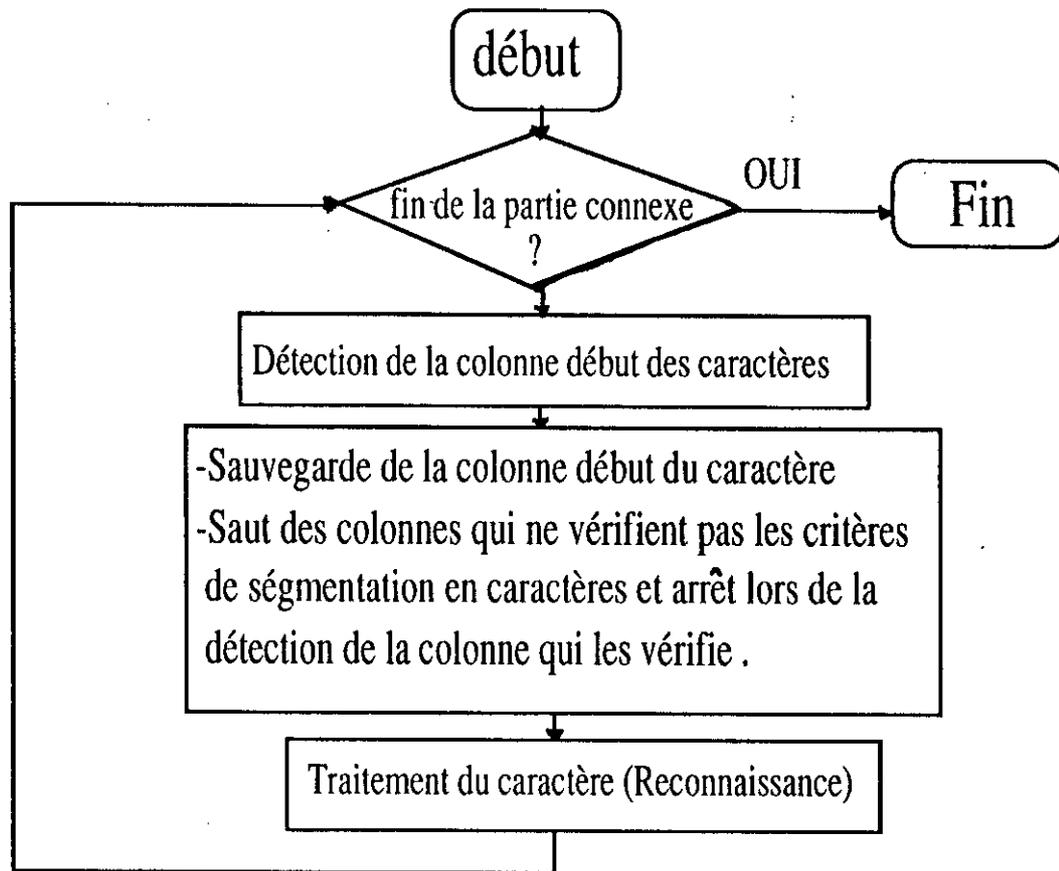
2) Détection de la fin du caractère

Une fois le début du caractère repéré, on balaye successivement toutes les colonnes jusqu'à repérage d'une colonne qui vérifie les conditions suivantes:

- a) La ligne supérieure $V_{\max}[j]$ doit être inférieure ou égale à la ligne médiane.
- b) La ligne inférieure $V_{\min}[j]$ doit être supérieure à la ligne médiane.
- c) La différence entre la ligne inférieure et la ligne supérieure doit être inférieure au seuil ($V_{\min}[j] - V_{\max}[j] + 1 \leq \text{seuil}$)
- d) L'histogramme vertical $V_{\text{ect}}[j]$ doit être inférieur au seuil (\leq)

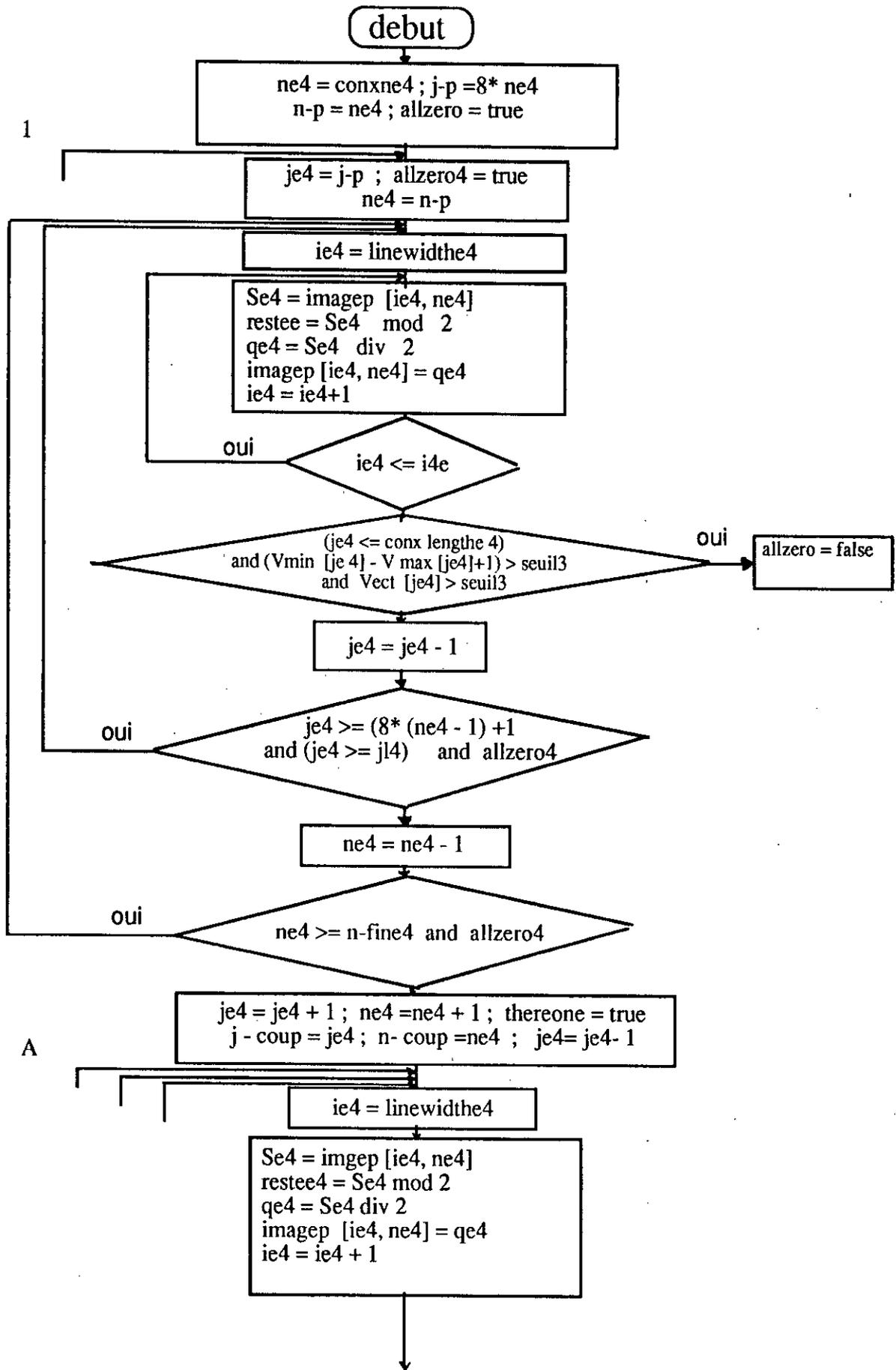
Exemple : (Voir fig. 3) pour $j=230 \implies V_{\max}[j] = 34$; midline = 32
 $V_{\min}[j] = 35$; seuil = 4; $V_{\text{ect}}[j] = 4$ donc a) b) c) d) sont vérifiés.

L'organigramme ci-dessous résume la méthode à suivre



L'organigramme général de segmentation en caractères est représenté ci-dessous.

Remarque: La procédure reconnaissance peut être remplacée par une procédure d'affichage du caractère pour s'assurer de la bonne segmentation du caractère.



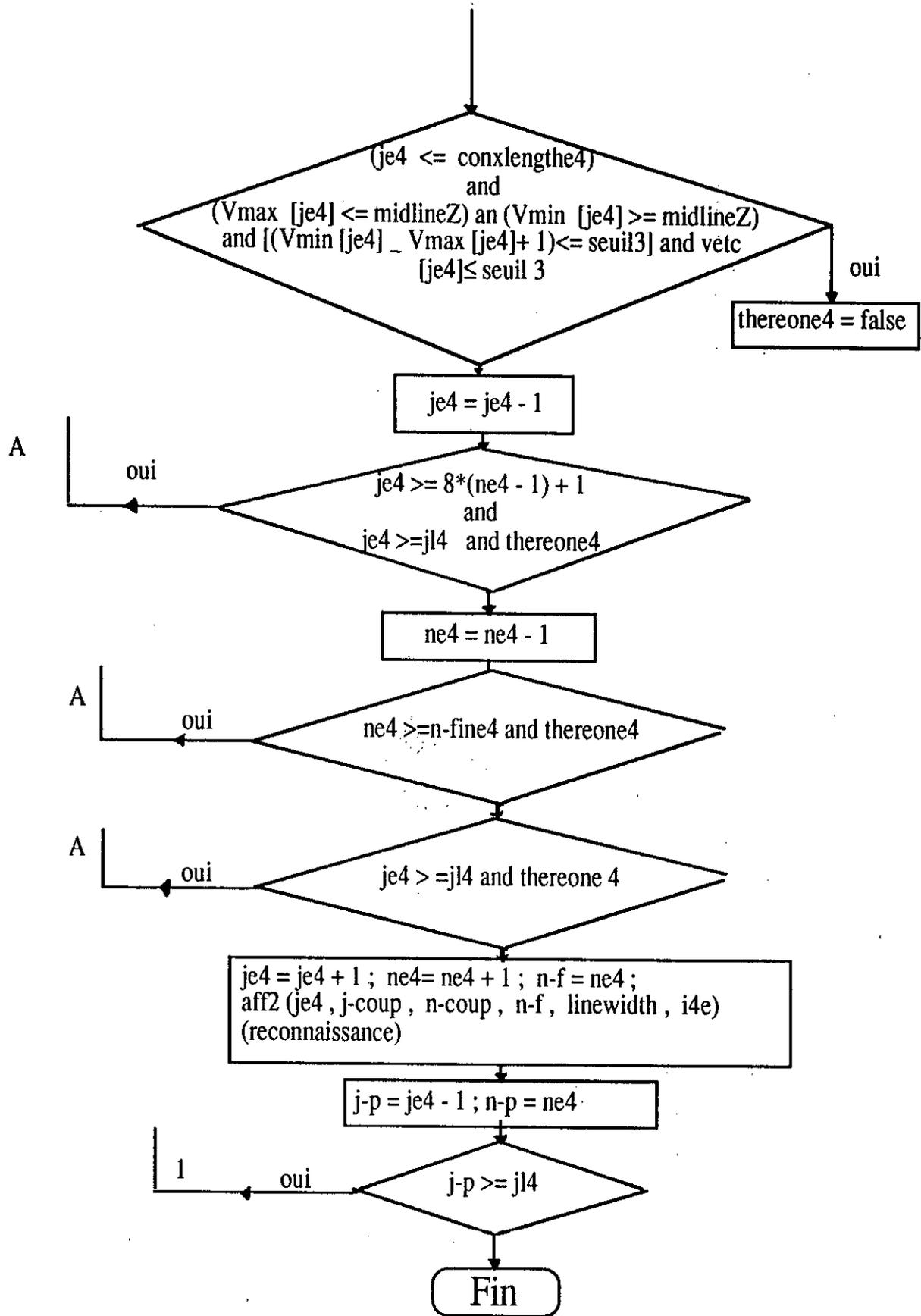


fig i : Organigramme de détection du début et de la fin du caractère

Aff 2: organigramme

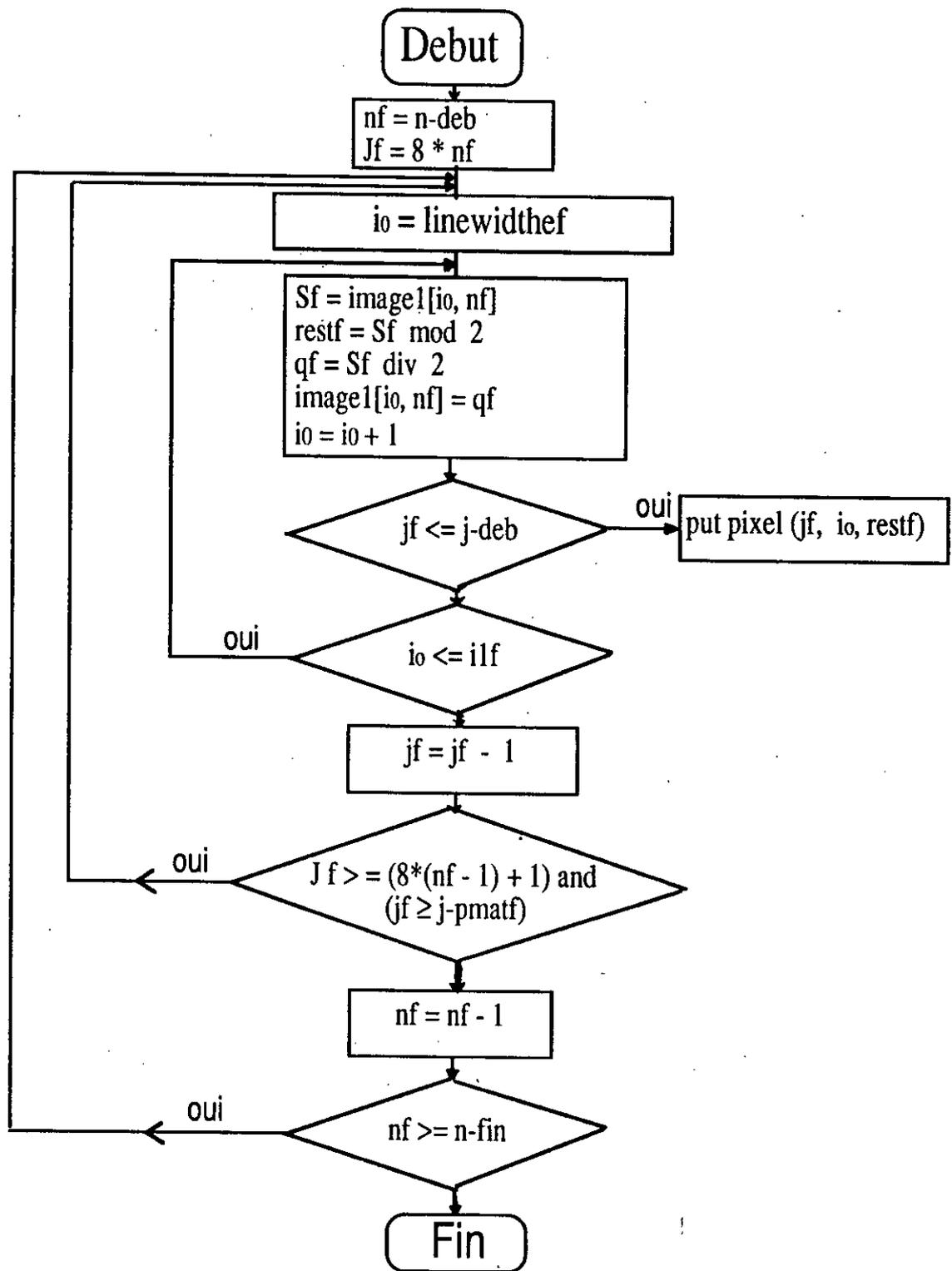


fig j : Organigramme de l'affichage colonne par colonne

CHAPITRE IV

PRESENTATION DES RESULTATS

CHAPITE IV : Présentation des résultats :**IV-1 Choix du langage : ("Turbo pascal version 7").**

- Le développement de la micro- informatique, fait apparaître le turbo pascal, système de programmation pascal, développé par la société américaine de logiciel BORLANC INC.

- Turbo pascal offre au programmeur des possibilités remarquables en matière de structures de données, du graphisme, du son et des routines systèmes. Il permet une programmation modulaire par conception d'unités de programmes indépendantes. Le turbo pascal dispose d'un compilateur rapide et très sophistiqué et d'un outil d'aide à la détection d'erreurs (Debugger). En outre, il permet le développement d'applications microinformatiques de n'importe quel domaine sur micro- ordinateur.

IV-2- Différentes procédures du programme**IV-2-a- Procédure lectfich :**

Cette procédure permet après lecture du fichier Tiff de ressortir la longueur de l'image, sa largeur, l'adresse de l'image et enfin de charger l'image dans une matrice d'octets.

IV-2-b- Procédure filtrage :

Cette procédure grâce au filtre median permet l'élimination quasiment totale du bruit qui accompagne le signal utile c'est-à-dire l'image.

IV-2-c Procédure segmentation horizontale :

Cette procédure effectue la segmentation horizontale c'est-à-dire qu'elle lit la matrice image, la convertit en binaire et récupère les lignes de textes.

IV-2-d Procédure segmentation verticale :

Cette procédure quant à elle effectue la segmentation verticale c'est-à-dire qu'elle lit la matrice ligne et récupère ses parties connexes.

V-2-e Procédure find- midline :

Permet d'avoir la ligne à plus forte densité de points noirs.

IV-2-f Procédure get- char :

Elle permet de récupérer pour chaque colonne de la partie connexe la ligne maximum, la ligne minimum, l'histogramme vertical et le seuil, et à partir d'un critère prétabli de segmentation, elle permet l'extraction des caractères.

IV-3 Résultats obtenus :**IV-3-1 Par lecture de l'image :**

Ci dessous est reproduite l'image texte juste par lecture du fichier tiff.



fig IV-1-

IV-3-2 Par filtrage :

Pour discerner l'effet de filtrage, l'image bruitée est représentée puis l'image obtenue après l'effectuation du pretraitement par filtrage. La différence en est frappante.



fig IV 2

IV-3-3 Par segmentation horizontale :

L'obtention des lignes de texte est concrétisée par l'image visualisée sur écran et représentée ci- dessous :

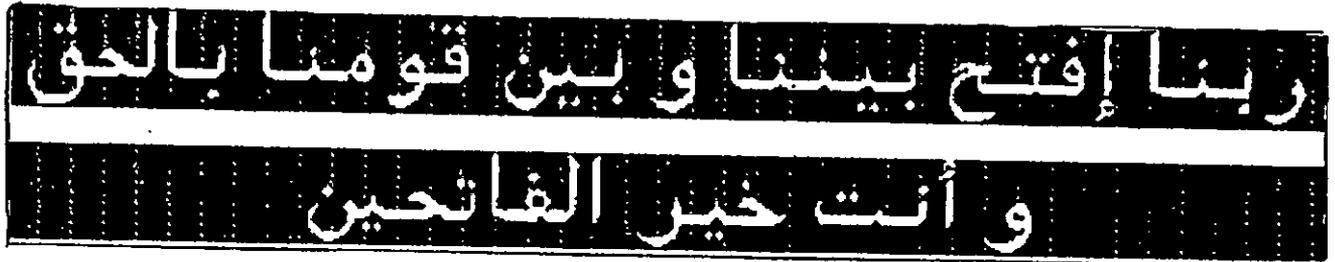


fig IV-3-

IV-3-4 Par segmentation verticale :

De même que précédemment, les parties connexes sont obtenues et visualisées telles que ci- dessous.

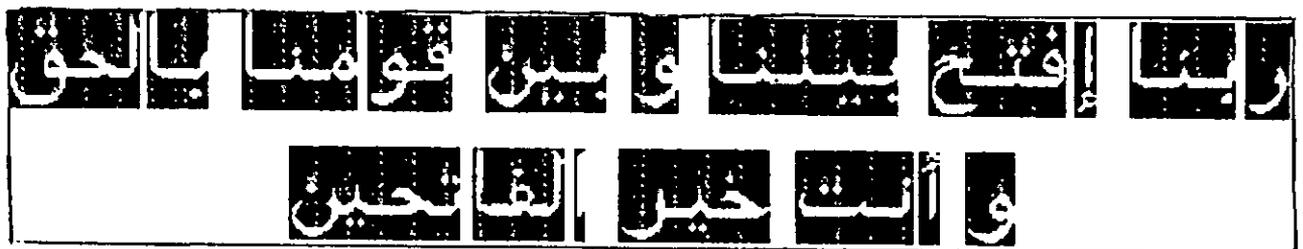


fig IV-4-

IV-3-5 Par la procedure Get- Char :

Le but de tout ce travail étant d'obtenir des caractères, voyez ce que donne cette procedure.

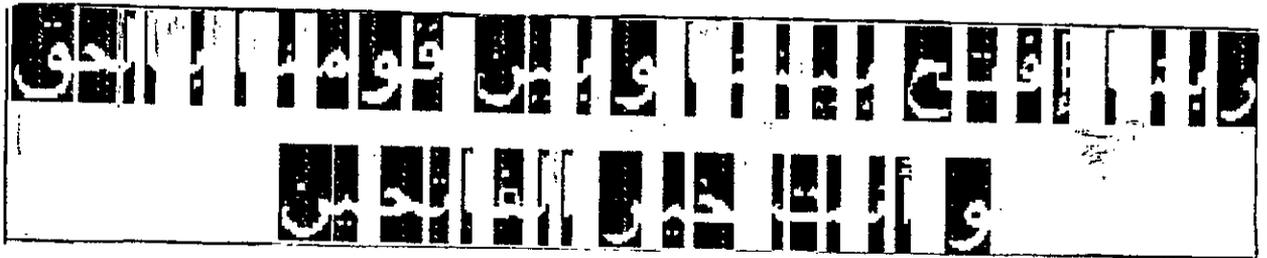


fig IV-5-

IV-4- Problèmes rencontrés :*IV-4-a Présentation du problème :*

Afin de "Palper" l'efficacité de notre méthode, on a jugé bon de donner le pourcentage de réussite de segmentation qui est évalué à 91,4% sans chercher à améliorer au niveau de la reconnaissance. Car remarquons ici, qu'il ya bien des cas qu'on croyait douteux, mais qu'une fois reconnus ne posaient pas de problèmes.

Ci- dessous sont listés les caractères tels qu'ils ont été segmentés sur visue. Notons que les caractères qui présentent des problèmes sont nets puisqu'ils subissent des segmentations à plusieurs niveaux.

Un caractère tel que "Sin" est segmenté en 3 parties.

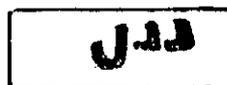


fig IV-6-

IV-4-b Remède :

* Pour les caractères "Ba", "Ta", "Tha", "KAF", la résolution du problème précédent se fait par apprentissage de ces caractères :



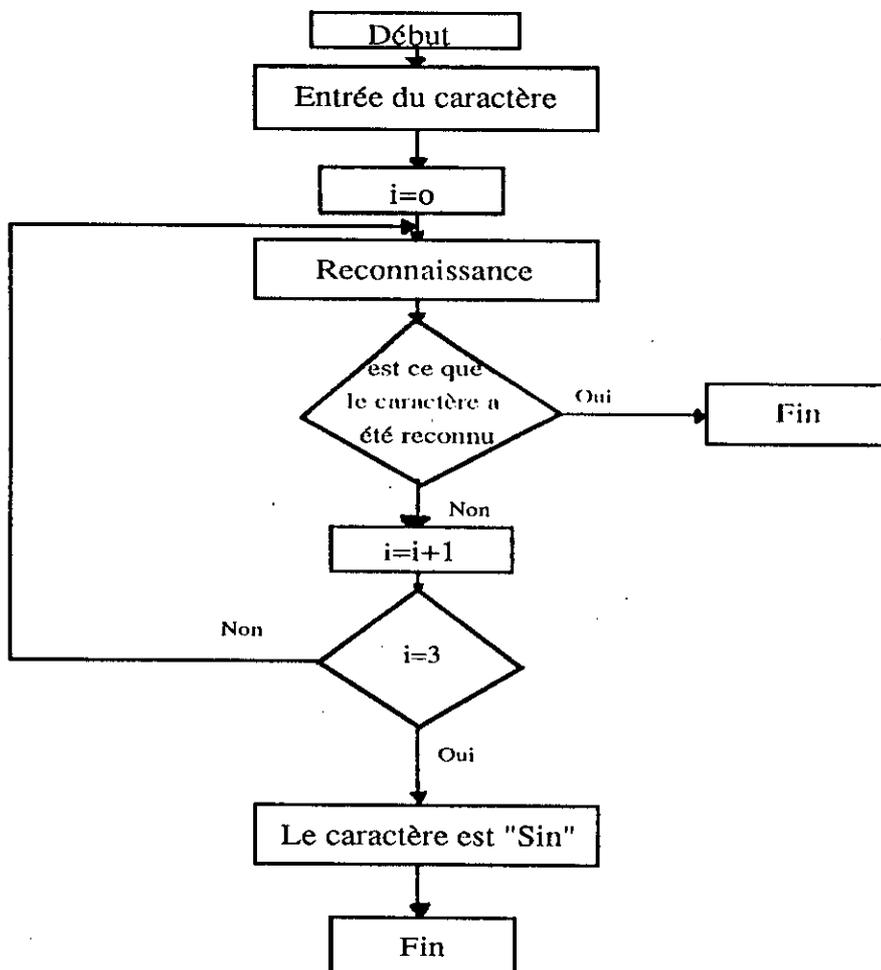
Le système de reconnaissance parvient alors sans peine à faire l'identification avec les prototypes d'où :

	sera assimilé à	ب
	sera assimilé à	ت
	sera assimilé à	ث
	sera assimilé à	ك

- Le taux de réussite de segmentation-reconnaissance est de l'ordre de 97,4%.

* Pour le caractère "Sin" :

Le problème sera écarté en adoptant l'organigramme suivant au niveau de la reconnaissance.



CONCLUSION

Conclusion :

La solution présentée en ce modeste travail pour la segmentation en caractères de l'arabe manuscrit est basée sur l'une des solutions possibles. D'autres possibilités de traitement existent déjà. Elle présente néanmoins l'avantage d'insensibilité au bruit à cause des performances louables du filtre median, et d'un traitement sûr car basé sur des critères solides.

Les travaux sur la reconnaissance des caractères de différentes fontes sont multiples mais aussi surprenant que cela puisse le paraître, ceux sur la segmentation sont plus rares bien que la lecture automatique commence d'abord par cette étape. C'est ce qui nous a conduit à traiter ce sujet et d'opter pour une analyse descendante c'est à dire du plus grand élément que sont les paragraphes au plus petit qui est le caractère.

Cet analyse nous a été plus accessible et nous a permis la segmentation de quasiment tous les caractères.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le but de notre étude était d'établir un système de segmentation en caractères de l'Arabe imprimé. Ce but a été atteint excepté pour le problème du «sin» qu'on est parvenues à régler grâce à l'Algorithme préalablement cité.

Nous avons utilisé un Algorithme de filtrage : il présente l'avantage de l'élimination quasi totale du bruit, mais en contrepartie modifie l'allure des caractères.

Cela ne porte pas préjudice à la méthode puisque la segmentation est faite de manière parfaite.

Par ailleurs, et dans le but de simuler un système complet de lecture automatique, nous avons tenté de relier la segmentation et la reconnaissance.

La partie reconnaissance étant totalement mise au point par nos amis Mr Zerouati et Mr Zekrini.

La liaison n'a pas été possible entre les deux travaux à cause de la différence de structurations.

Néanmoins en extrayant directement de notre programme prototype et caractère à tester et en les plaçant sans liaison dans le programme de Mr Zekrini, la reconnaissance a été instantannée. Cela honore et leur travail et le notre puisqu'on a abouti à des résultats sans faille.

On a déjà fait remarquer que notre méthode ne représentait qu'une possibilité de conception de segmentation, d'autres existent. Cependant la notre présente l'avantage d'être fiable car établie sur des fondements inébranlables.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : **Alfred Poor,**
"Looking at the tiff specification from the inside".
- [2] : **Ali fayçal Zerouati et Benyahia Zekrini,**
"Reconnaissance des formes : Etape décision et reconnaissance utilisant une étape structurelle". Thèse de PFE E.N.P
- [3] : **Bassam Kurdy et Joukhadar Ammar,**
"Multifont recognition system for Arabic characters".
- [4] : **Berriche,**
"Techniques de filtrage numérique appliquées au traitement d'images".
Thèse de PFE E.N.P
- [5] : **F. Haj Hassan and W. Haj Ali,**
"Printed Arabic text recognition".
- [6] : **Habib Goraine et Mike- Usher,**
"Off line Arabic character recognition".
- [7] : **H. Al Yousefi and S.S. Udpa,**
"Recognition of Arabic characters".
- [8] : **K. Bouhlila et M.K. Hamrouni,**
"Méthod of segmentation of Arabic text image".
- [9] : **K. Romeo Pakker,**
"Une méthode rapide de segmentation et de reconnaissance des caractères manuscrits Arabes".
- [10] : **L. Boukined and B. Taconet,**
"Recherche de la structure physique d'un document imprimé par rectangulation".

[11] : L. Saadaoui,

"Techniques de filtrage des images".

Thèse de Magistère E.N.P.

[12] : Philippe Chauvet,

"Système d'analyse, reconnaissance et description des documents complexes".

[13] : Toumazet,

"Traitement de l'image sur micro ordinateur".

[14] : Houssam Abed,

"Système de reconnaissance des caractères Arabes imprimés".

P.F.E en informatique Damas 1990.

رب اغفر لي و لوالدي
و لمن دخل بيتي مؤمنا

رب اغفر لي و لوالدي
و لمن دخل بيتي مؤمنا

رب اغفر لي و لوالدي

و لمن دخل بيتي مؤمنا

رب اغفر لي و لوالدي

و لمن دخل بيتي مؤمنا

رب اغفر لي و لوالدي

و لمن دخل بيتي مؤمنا

résultat de la segmentation en caractères

ربنا اتمم لنا نورنا
 واغفر لنا انك على
 كل شيء قدير

ربنا اتمم لنا نورنا
 واغفر لنا انك على
 كل شيء قدير

ربنا اتمم لنا نورنا
 واغفر لنا انك على

كل شيء قدير

ربنا اتمم لنا نورنا
 واغفر لنا انك على
 كل شيء قدير

ربنا اتمم لنا نورنا
 واغفر لنا انك على
 كل شيء قدير