

études

utilisation du calcul matriciel pour la création de dessins de tissu

par Danièle Bellier

Agrégée de Mathématiques à l'E.N.S.A.I.T.

Michel Happiette

Maître Assistant à l'E.N.S.A.I.T.

Dumas et Plovie

Ingénieurs E.N.S.A.I.T.

I. Introduction

But

Nous assistons actuellement à un développement de la conception assistée par ordinateur (CAO) dans de nombreux secteurs industriels et en particulier dans le domaine du tissage.

L'étude a pour but de créer un logiciel permettant :

- de créer par ordinateur un dessin pour un tissu
- de faire varier les différents paramètres de la fabrication
- de reproduire le dessin sur écran couleur et table traçante.

L'introduction de matrices correspondant aux différentes fonctions de la fabrication et l'utilisation des règles du calcul matriciel se sont révélées très bénéfiques puisqu'elles permettent, par produit de matrices, d'obtenir le dessin souhaité.

Cette étude est le fruit de la collaboration entre les enseignants de mathématiques et de tissage. Elle a été réalisée dans le cadre d'un projet de fin d'étude proposé à deux élèves ingénieurs.

Le logiciel développant la méthode est, à notre connaissance, original dans la profession et pédagogiquement, il est utilisé dans le cadre des travaux pratiques de tissage de l'E.N.S.A.I.T.

II. Description du matériel utilisé

Ce matériel comprend :

- un système de développement MDS 226 de chez INTEL. Ce système assure le contrôle, la correction et le stockage des différents paramètres. Les langages utilisés sont le PLM et l'assembleur ;
- une imprimante ;
- un écran couleur visualisant l'équivalence de 512×512 points avec 16 couleurs de base ;
- une table traçante ;
- une machine électromécanique à piquer les cartons ;
- un métier à tisser.

III. La création du tissu

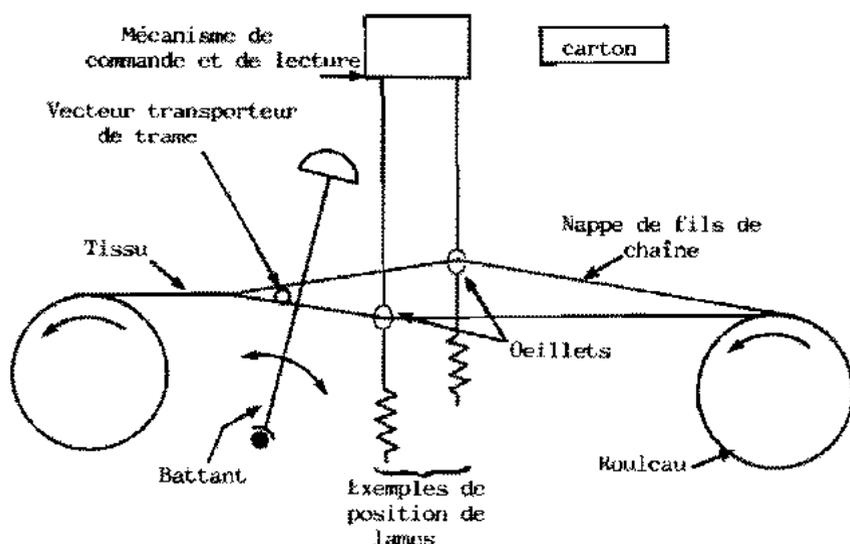
Un tissu est constitué par l'entrelacement de 2 groupes de fils perpendiculaires.

L'un de ces réseaux représenté par des fils arrangés à l'avance et dans le sens de la longueur est la **chaîne** ; l'autre inséré transversalement se nomme **trame**. En fabrication un fil de trame est dit **duite**.

Chaque mode d'entrelacement des fils de chaînes et des duites s'appelle **armure**.

3.1. Fonctions importantes d'un métier

Sa représentation est donnée par le schéma ci-dessous.



La nappe de fils de chaîne est enroulée sur un rouleau. La longueur de chaque fil correspond au métrage de tissu à produire.

La nappe de fils de chaîne est enroulée sur un rouleau. La longueur de chaque fil correspond au métrage tissu à produire.

La trame est insérée par un vecteur transporteur du type navette, pinces, aiguilles, jet d'air, jet d'eau, etc.

Les fils de chaîne supportés par les lames doivent prendre des positions différentes (haute : 1) ou (basse : 0), à chaque insertion de la trame. Cette commande est assurée par un mécanisme qui lit une carte de perçage ou "carton" correspondant au dessin armuré à réaliser.

A chaque évolution des lames, la duite est poussée par le battant du métier pour former le tissu.

Le nombre de lames est proportionnel à la complexité du dessin armuré.

3.2. Les étapes de la création d'un tissu

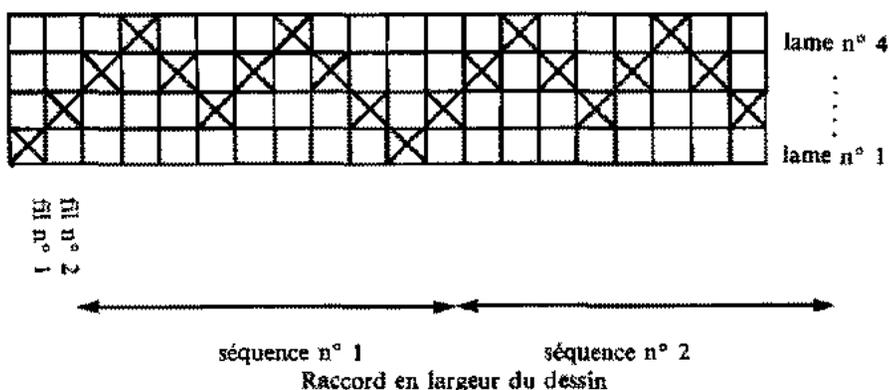
La création d'un *dessin armuré* sur métier à tisser dépend des fonctions suivantes :

Le rentrage :

C'est l'opération qui consiste à passer un par un les fils de chaîne dans les œillets des différentes lames du métier.

La schématisation de l'opération de rentrage se fait au moyen d'un tableau dans lequel on place des croix correspondant aux points d'intersection d'un fil de chaîne et d'une lame.

Exemple :



La carte de perçage de base :

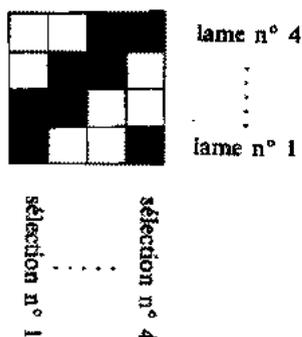
Elle est représentée par un tableau dans lequel :

- les éléments d'une ligne correspondent à l'évolution d'une lame déterminée du métier à tisser ;
- les éléments d'une colonne définissent l'évolution des différentes lames pour une sélection de duites.

Un carré noir représente une lame en position haute.

Un carré blanc représente une lame en position basse.

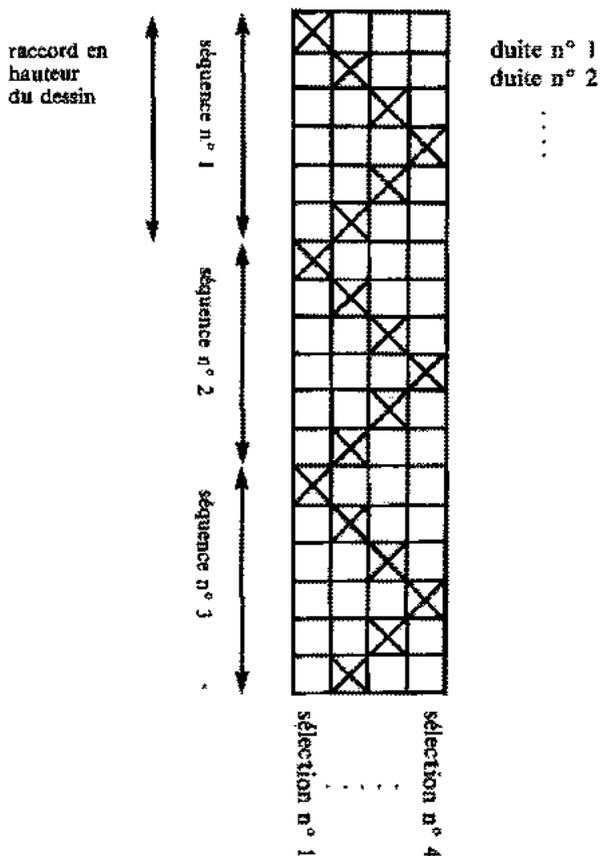
Exemple :



Le marchage :

C'est l'opération qui détermine la séquence de répétition des différentes sélections de duites. Elle est schématisée par un tableau dans lequel une croix correspond à la sélection de lames souhaitée dans l'armure.

Exemple :



IV. La méthode matricielle

Matrices associées aux différentes "fonctions techniques"

La fabrication d'un tissu simple présente une configuration du type binaire ; pour respecter cet enchevêtrement, le fil de chaîne ne peut avoir que 2 positions par rapport à la trame :

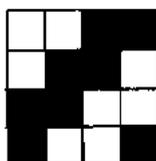
- à la position haute du fil on associe 1
- à la position basse du fil on associe 0.

Exemple :



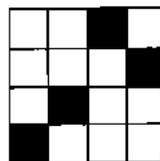
0	1
1	0

toile



0	0	1	1
0	1	1	0
1	1	0	0
1	0	0	1

sergé de 4



0	0	1	0
0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	0	0

satin de 4

Au rentrage, on associe une matrice dans laquelle les croix sont remplacées par des 1 et les cases blanches par des 0.

soit $R' = (r'_{ij})$ la matrice obtenue

$R' \in \mathcal{M}_{n,q}$ n = nombre de lames
 q = nombre de fils de la séquence

A la carte de perçage de base, on associe une matrice dans laquelle un carré noir est remplacé par un 1 et un carré blanc par un 0.

soit $A' = (a'_{ij})$ la matrice obtenue

$A' \in \mathcal{M}_{n,q}$ n = nombre de lames
 q = nombre de sélections des lames

Au marchage, on associe une matrice dans laquelle les croix sont remplacées par des 1 et les cases blanches par des 0.

soit $M = (m_{ij})$ la matrice obtenue

$M \in \mathcal{M}_{r,p}$ r = nombre de duites d'évolution différente d'une séquence

Remarque : La matrice comporte un seul élément 1 par ligne car pour une sélection de duites, on ne peut créer qu'une seule évolution de lame.

Matrice associée au dessin armuré

A ce stade de l'étude, le but était de trouver une opération matricielle utilisant les matrices précédentes et permettant d'obtenir une matrice associée au dessin armuré.

Soit D la matrice associée au dessin armuré. On a déterminé EXPÉRIMENTALEMENT, après un certain nombre d'essais, que $D = M \times A \times R$ où M est la matrice de marchage.

A est déduite de la matrice A' associée à la carte de perçage de base,

soit

$A = (a_{ij})$ avec $a_{ij} = a'_{n+1-i,j}$

$$\forall i = 1, \dots, p$$

$$\forall j = 1, \dots, n$$

$$A \in \mathcal{M}_{p,n}$$

de même R est déduite de la matrice R' associée au rentrage,

soit

$R = (r_{ij})$ avec $r_{ij} = r'_{n+1-i,j}$

$$\forall i = 1, \dots, n$$

$$\forall j = 1, \dots, q$$

$$R \in \mathcal{M}_{n,q}$$

Remarque 1 : R est déduite de R' par symétrie sur les lignes. A est déduite de A' par symétrie sur les colonnes.

Remarque 2 : Les matrices M , A et R sont telles que la matrice D ne comporte que des "0" ou des "1".

Le dessin est obtenu en associant à un 1 de D , un carré de la couleur du fil de chaîne et à un 0 un carré de la couleur de la duite.

Exemple :

$$R' = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

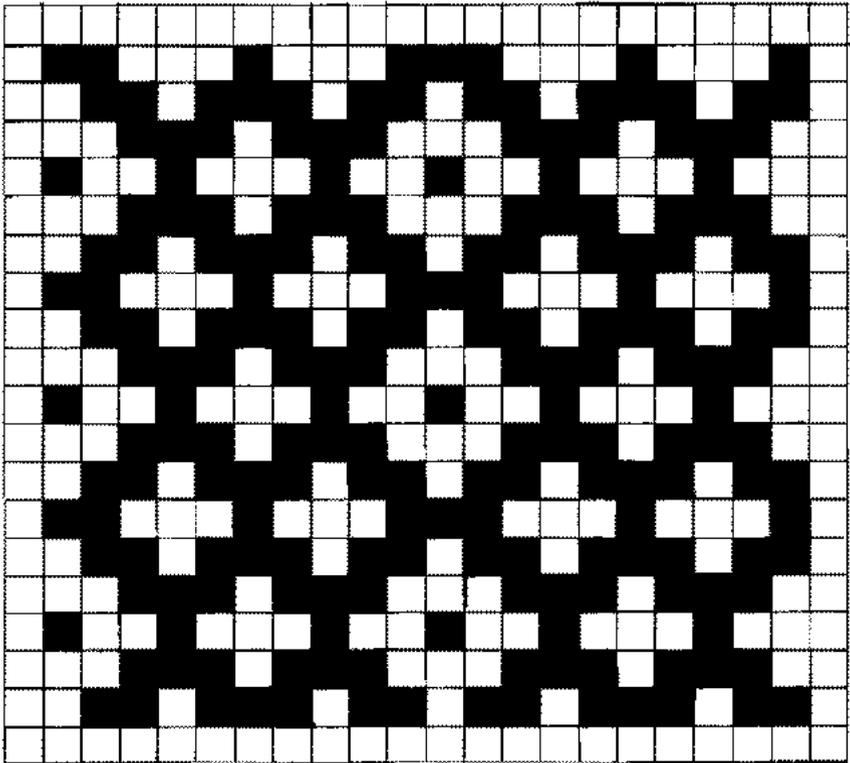
$$R \in \mathcal{M}_{4,20}$$

$$A' = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \in \mathcal{M}_{4,4}$$

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \in \mathcal{M}_{18,4}$$

Nous laissons le soin au lecteur de vérifier que $D = M \times A \times R$.

Dessin armuré correspondant à la matrice D



V. Conclusion

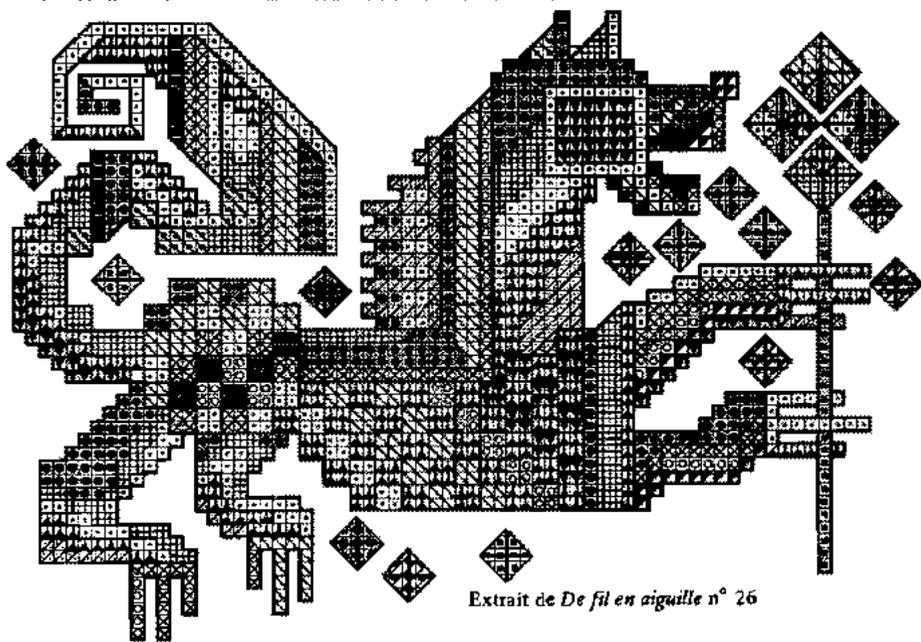
Ce principe :

- permet de visualiser très rapidement la synthèse des dessins sur un écran couleur sans exécuter la fabrication du tissu sur un métier à tisser ;
- supprime la phase de piquage manuelle et fastidieuse des cartons ;
- et assure à l'aide de la table traçante l'impression des dessins couleur en grandeur réelle en tenant compte des réductions et des différentes finesses de fils.

La conception de dessins armurés assistée par ordinateur devrait permettre une plus grande utilisation de la ratière* dans des domaines comme les tissus d'ameublement et le linge de table.

La possibilité d'obtenir un grand nombre de dessins différents à partir d'un même rentrage est un avantage certain dans l'utilisation des métiers à lames.

La compétitivité sur le marché international nécessite de plus en plus une souplesse d'utilisation des machines à la création de nouveaux produits afin de diminuer les coûts et les délais de livraison.



Extrait de *De fil en aiguille* n° 26

10 dessins

* Ratière : mécanisme assurant la levée ou la descente des lames du métier conditionnées par la lecture des cartons perforés.