

# Logistique Industrielle

---

3<sup>ÈME</sup> ANNÉE

H.ELHADAF

# Chapitre II

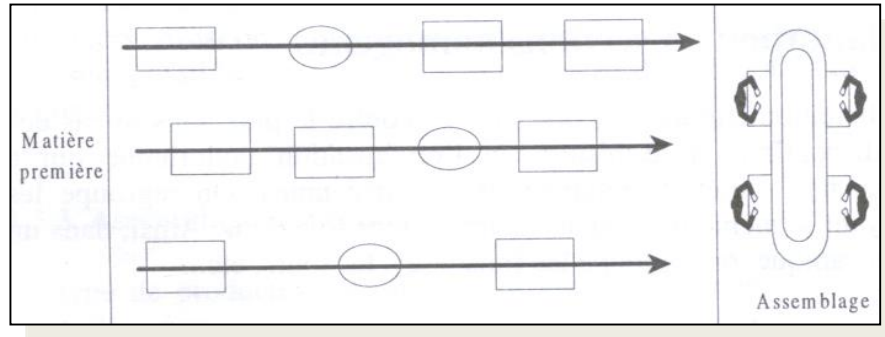
---

## Organisation et configuration des ateliers

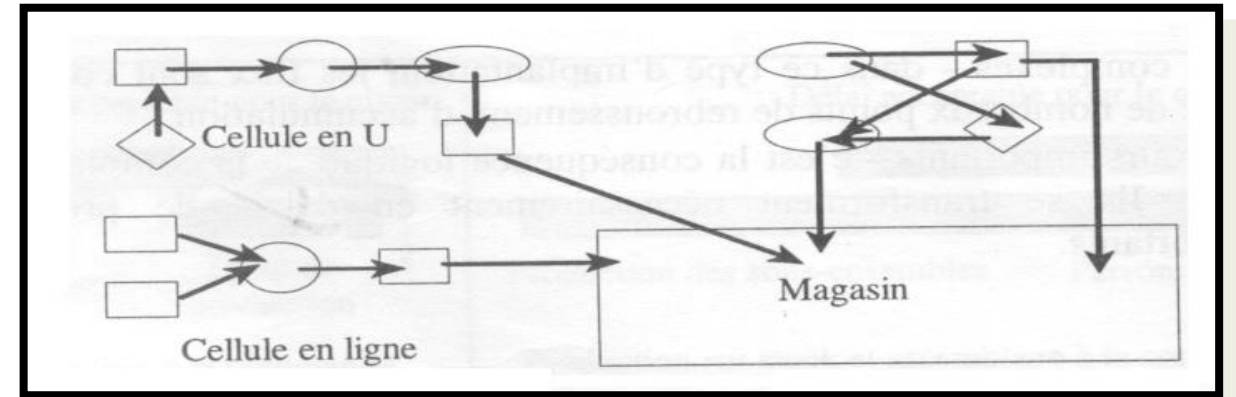
# Organisation des ateliers de production

-  **1** minimiser les distances parcourues par les matières, les moyens de transport et de manutention
-  **2** faciliter les communications et des échanges d'informations
-  **3** Standardisation de cheminement des produits
-  **4** Eliminer un déplacement deux fois sans apport de valeur ajoutée

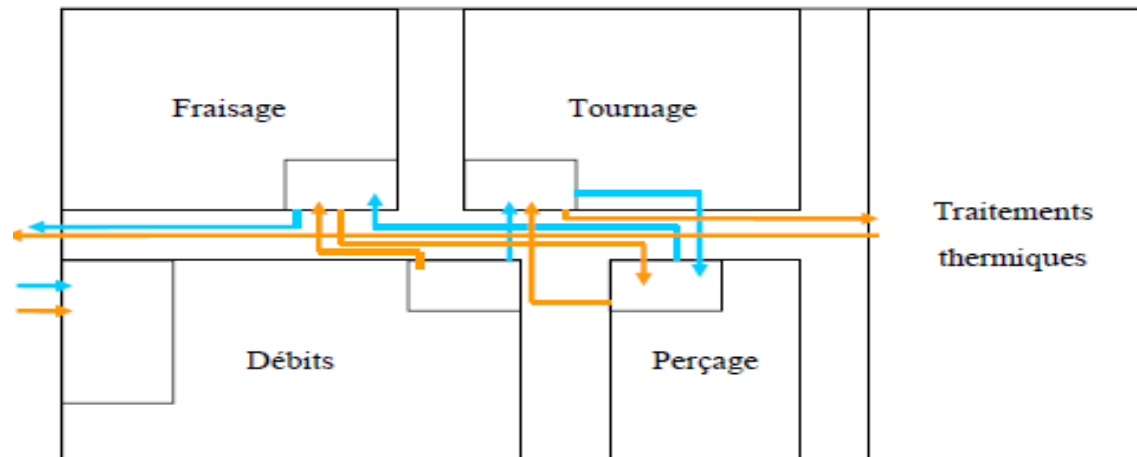
# Types d'implantation



**Implantation en lignes de fabrication**



**Implantation en cellules de fabrication**



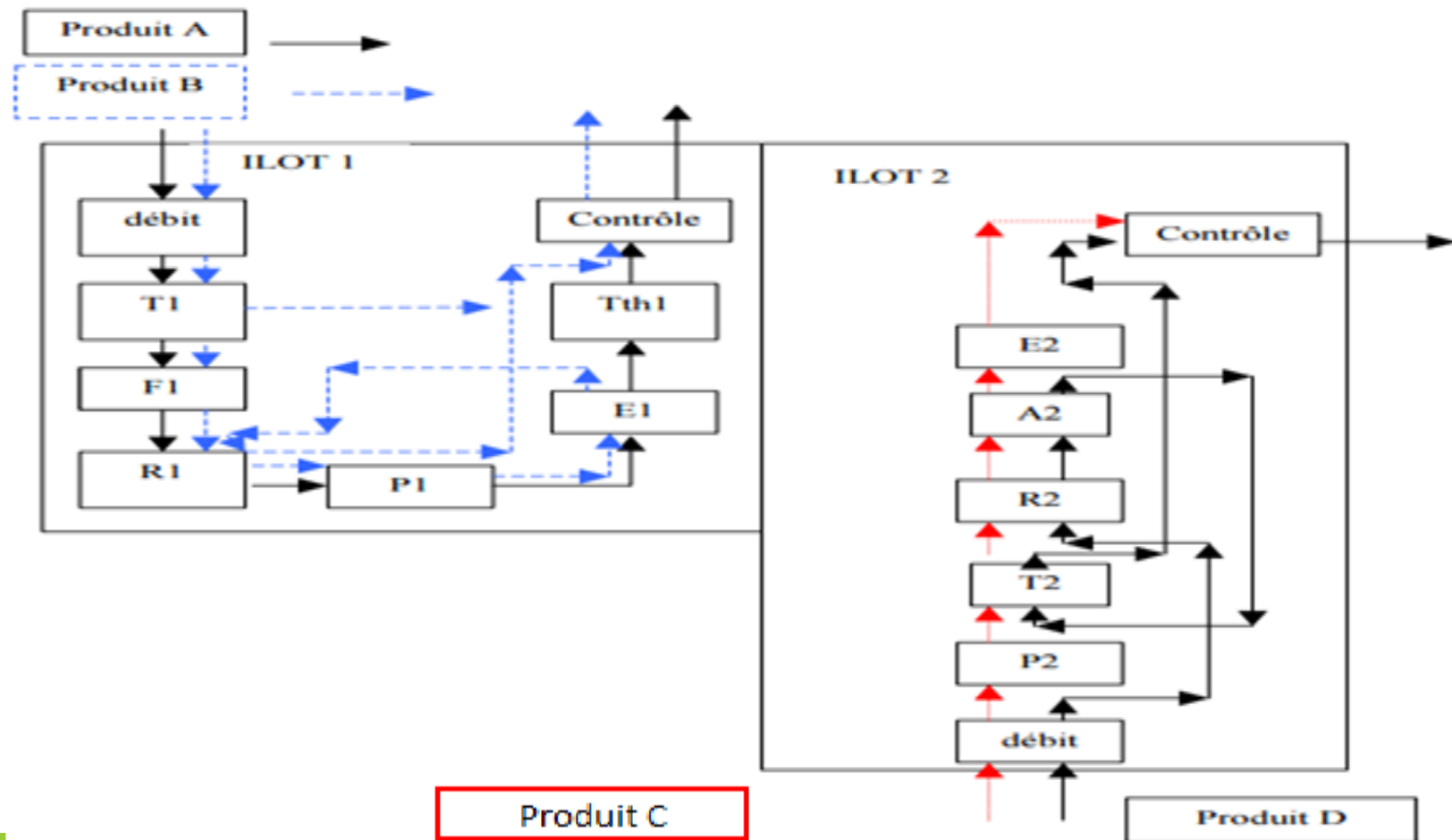
**Implantation en sections homogènes**

# Types d'implantation

	AVANTAGES	INCONVINIENTS
<b>Implantation en sections homogènes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>la flexibilité( l'implantation est indépendante des gammes de fabrication)</li> <li>Regroupement du personnel travaillant dans un même secteur.</li> </ul>	flux complexes, les en-cours et délais de production importants.
<b>Implantation en lignes de fabrication</b>	les flux sont faciles à identifier	la flexibilité quasiment nulle.
<b>Implantation en cellules de fabrication</b>	Réduction notable de stocks et de délais	-

# Îlot de production

**îlot de production:** un regroupement de postes de travail traversé par des flux de matières utilisant ces postes dans un ordre variable d'une gamme à l'autre.



# Les méthodes d'implantation

- ❑ **Méthodes d'implantation d'atelier** (méthodes des chaînons) qui ne sont pas liées à un type de production mais cherchent à minimiser les déplacements et à éviter les croisements des flux.
- ❑ **Méthodes de séparation en îlots indépendants** (Kuziack, King...) qui permettent en fonction de la gamme des produits de définir des îlots de productions indépendants qui utilisent le même groupement de machines.

## Séparation des îlots:

### **Algorithme de Kuziack**

#### **Méthodologie:**

- 1. Cocher une Ligne au hasard, soit la première.*
- 2. Cocher les colonnes qui contiennent au moins 50% des produits.*
- 3. de même pour les lignes et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on peut plus coché ni ligne ni colonne.*



# Algorithme de Kuziack

Exemple:

Machines	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Pièces							
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

**Etape 1**: On sélectionne la première ligne et les colonnes attachées à cette ligne

# Algorithme de Kuziack: Exemple

**Etape 2:** On sélectionne les lignes attachées aux colonnes sélectionnées.

Ainsi, on intègre la pièce P7 (1 machine sur 2), mais pas la pièce P3 (1 machine sur 3)

Machines \ Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

# Algorithme de Kuziack: Exemple

**Etape 3:** on recommence l'étape 1 en sélectionnant les colonnes attachées à l'îlot.

Machines \ Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

# Algorithme de Kuziack: Exemple

**Etape 4:** on arrête lorsque la ligne (ou la colonne) ne comporte plus d'éléments.

machines Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1	2		2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

Le premier regroupement est alors réalisé (M2, M3, M5) pour la réalisation de l'ensemble de pièces (P1, P3, P5, P7)

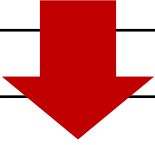
## Algorithme de Kuziack: Exemple

**Etape 5:** En réitérant le même processus que précédemment, on identifie deux nouveaux îlots indépendants.

Machines \ Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P2				2		1	
P4	1						2
P6				2		1	

- Le deuxième regroupement est alors réalisé (M4, M6) pour la réalisation de l'ensemble de pièces (P2, P6)
- Le troisième et dernier regroupement est (M1, M7) pour la réalisation de la pièce (P4)

## Algorithme de Kuziack: Exemple

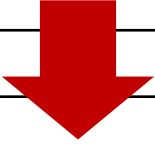
Machines Pièces	M2	M3	M5	M4	M6	M1	M7
P1	1		2				
P5	1		2				
P7	2	1					
P3		2	1	3			
P2				2	1		
P6				2	1		
P4						1	2

✚ Le premier regroupement est alors réalisé (M2, M3, M5) pour la réalisation de l'ensemble de pièces (P1, P5, P7, P3)

✚ Le deuxième regroupement est alors réalisé (M4, M6) pour la réalisation de l'ensemble de pièces (P2, P6)

✚ Le troisième et dernier regroupement est (M1, M7) pour la réalisation de la pièce (P4)

# Algorithme de Kuziack: Exemple

Machines Pièces	M2	M3	M5	M4	M6	M1	M7
P1	1		2				
P5	1		2				
P7	2	1					
P3		2	1	3			
P2				2	1		
P6				2	1		
P4						1	2

✚ Le premier regroupement est alors réalisé (M2, M3, M5) pour la réalisation de l'ensemble de pièces (P1, P5, P7, P3)

✚ Le deuxième regroupement est alors réalisé (M4, M6) pour la réalisation de l'ensemble de pièces (P2, P6)

✚ Le troisième et dernier regroupement est alors réalisé (M1, M7) pour la réalisation de la pièce (P4)

Comment rendre le premier îlot indépendant du deuxième?

## Algorithme de Kuziack: Exemple

**Solution:** La machine M4 doit être dédoublée si on veut rendre indépendants les îlots

Machines Pièces	M2	M3	M5	M4	<u>M4</u>	M6	M1	M7
P1	1		2					
P5	1		2					
P7	2	1						
P3		2	1	3				
P2					2	1		
P6					2	1		
P4							1	2



## Séparation des îlots:

### Algorithme de King

#### Etape 1 – Opérations sur colonnes :

- On traduit la matrice en écriture binaire;
- On traduit la matrice en écriture binaire en affectant un **poids** en puissance de 2 à chaque pièce (  $2^{n-j}$  );
- **L'équivalent décimal** est alors calculé en sommant les poids des pièces utilisant la machine.

## Séparation des îlots:

### Algorithme de King

1. Ordonner les COLONNES dans l'ordre décroissant de leurs valeurs décimales:

Dans le cas d'égalité, les ordonner dans l'ordre d'apparition dans la matrice d'incidence

2. L'ordre de colonnes est-il le même que lors de l'itération précédente?

Si oui, aller à 6. Sinon, aller à 3

3. Ordonner les LIGNES dans l'ordre décroissant de leurs valeurs décimales:

Dans le cas d'égalité, les ordonner dans l'ordre d'apparition dans la matrice d'incidence

4. L'ordre des lignes est-il le même que lors de l'itération précédente? Si oui, aller à 6, Sinon aller à 5

5. Répéter la procédure (en réordonnant à chaque fois les lignes et les colonnes), tant que l'ordre change à chaque itération

6. STOP

# Algorithme de King: Exemple

**Matrice** [postes de travail (i=1 à m) x pièces (j= 1 à n)]

Machines Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

# Algorithme de King: Exemple

Etape 1 – **Opérations sur colonnes** On traduit la matrice en écriture binaire

Machines Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1		1			2		
P2				2		1	
P3			2	3	1		
P4	1						2
P5		1			2		
P6				2		1	
P7		2	1				

# Algorithme de King: Exemple

Etape 1 – Opérations sur colonnes On traduit la matrice en écriture binaire

Machines Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
P1	0	1	0	0	1	0	0
P2	0	0	0	1	0	1	0
P3	0	0	1	1	1	0	0
P4	1	0	0	0	0	0	1
P5	0	1	0	0	1	0	0
P6	0	0	0	1	0	1	0
P7	0	1	1	0	0	0	0

# Algorithme de King: Exemple

**Etape 1 – Opérations sur colonnes** On traduit la matrice en écriture binaire en affectant un **poids** en puissance de 2 à chaque pièce ( $2^{n-j}$ ).

Poids	Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
$2^6$	P1	0	1	0	0	1	0	0
$2^5$	P2	0	0	0	1	0	1	0
$2^4$	P3	0	0	1	1	1	0	0
$2^3$	P4	1	0	0	0	0	0	1
$2^2$	P5	0	1	0	0	1	0	0
$2^1$	P6	0	0	0	1	0	1	0
$2^0$	P7	0	1	1	0	0	0	0

**Matrice** [postes de travail ( $i=1$  à  $m$ ) x pièces ( $j= 1$  à  $n$ )]

## Algorithme de King: Exemple

**Etape 1 – Opérations sur colonnes** On traduit la matrice en écriture binaire en affectant un **poids** en puissance de 2 à chaque pièce ( $2^{n-j}$ ).

**L'équivalent décimal** est alors calculé en sommant les poids des pièces utilisant la machine.

Ainsi l'équivalent décimal de M4 =  $2^5 + 2^4 + 2^1 = 32 + 16 + 2 = 50$

Poids	Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
$2^6$	P1	0	1	0	0	1	0	0
$2^5$	P2	0	0	0	1	0	1	0
$2^4$	P3	0	0	1	1	1	0	0
$2^3$	P4	1	0	0	0	0	0	1
$2^2$	P5	0	1	0	0	1	0	0
$2^1$	P6	0	0	0	1	0	1	0
$2^0$	P7	0	1	1	0	0	0	0
Eq décimal		8	69	17	50	84	34	8

# Algorithme de King: Exemple

## Ordre décroissant

On ordonne les colonnes dans l'ordre décroissant de l'équivalent décimal. En cas d'égalité, on respecte l'ordre des machines.

Pièces	M5	M2	M4	M6	M3	M1	M7
P1	1	1	0	0	0	0	0
P2	0	0	1	1	0	0	0
P3	1	0	1	0	1	0	0
P4	0	0	0	0	0	1	1
P5	1	1	0	0	0	0	0
P6	0	0	1	1	0	0	0
P7	0	1	0	0	1	0	0



# Algorithme de King: Exemple

## Etape 2 – Opérations sur lignes

On refait alors le même processus , mais sur les lignes.

Par exemple pour P1,  $2^6 + 2^5 = 64 + 32 = 96$

Pièces	M5	M2	M4	M6	M3	M1	M7	Eq décimal
P1	1	1	0	0	0	0	0	96
P2	0	0	1	1	0	0	0	24
P3	1	0	1	0	1	0	0	84
P4	0	0	0	0	0	1	1	3
P5	1	1	0	0	0	0	0	96
P6	0	0	1	1	0	0	0	24
P7	0	1	0	0	1	0	0	36
poids	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	

## Algorithme de King: Exemple

### Ordre décroissant

On ordonne les lignes dans l'ordre décroissant de l'équivalent décimal. En cas d'égalité, on respecte l'ordre des pièces.

Pièces	M5	M2	M4	M6	M3	M1	M7
P1	1	1	0	0	0	0	0
P5	1	1	0	0	0	0	0
P3	1	0	1	0	1	0	0
P7	0	1	0	0	1	0	0
P2	0	0	1	1	0	0	0
P6	0	0	1	1	0	0	0
P4	0	0	0	0	0	1	1

## Algorithme de King: Exemple

### Etape 3 :

On recommence le même processus sur les colonnes.

	Pièces	M5	M2	M4	M6	M3	M1	M7
$2^6$	P1	1	1	0	0	0	0	0
$2^5$	P5	1	1	0	0	0	0	0
$2^4$	P3	1	0	1	0	1	0	0
$2^3$	P7	0	1	0	0	1	0	0
$2^2$	P2	0	0	1	1	0	0	0
$2^1$	P6	0	0	1	1	0	0	0
$2^0$	P4	0	0	0	0	0	1	1
Eq décimal		112	104	22	6	24	1	1

## Algorithme de King: Exemple

**Etape 3** : Ordre de colonnes: M5, M2, M3, M4, M6, M1, M7, ce qui donne le tableau suivant:

Pièces	M5	M2	M3	M4	M6	M1	M7	Eq. décimal
P1	1	1	0	0	0	0	0	96
P5	1	1	0	0	0	0	0	96
P3	1	0	1	1	0	0	0	88
P7	0	1	1	0	0	0	0	48
P2	0	0	0	1	1	0	0	12
P6	0	0	0	1	1	0	0	12
P4	0	0	0	0	0	1	1	3
Poids	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	

On arrête le processus lorsqu'il n'y a plus d'inversion à faire.

## Algorithme de King: Exemple

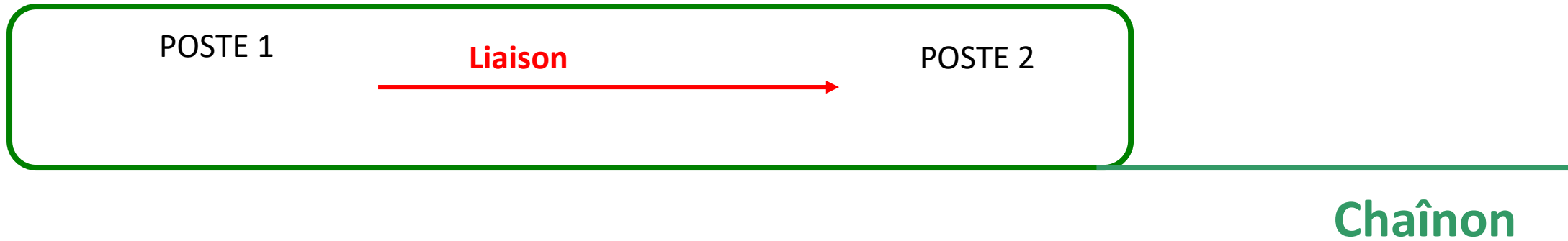
Pièces	M5	M2	M3	M4	M6	M1	M7
P1	1	1	0	0	0	0	0
P5	1	1	0	0	0	0	0
P3	1	0	1	1	0	0	0
P7	0	1	1	0	0	0	0
P2	0	0	0	1	1	0	0
P6	0	0	0	1	1	0	0
P4	0	0	0	0	0	1	1

On retrouve ici le même regroupement que celui donné par la méthode de Kuziack. Cependant, les regroupements occasionnés par les deux méthodes ne sont pas toujours identiques.

**Exemple:** Appliquer **la méthode de Kuziack** et **la méthode de King** pour déterminer les îlots de production:

Machines Pièces	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
A	1				1		
B				1			1
C			1			1	
D	1						
E		1	1				
F				1			1
G							1
H	1				1		
I		1	1			1	

## Implantation : **Méthode de chaînons**



**Chaînon** Couple de poste avec une relation

**Liaison** C'est la relation entre les deux poste (c'est à dire le flux)

## Implantation : **Méthode de chaînons**

Les objectifs :

- ☐ Gain sur le temps de fabrication
- ☐ Réduire les temps de transfert entre les postes



Indice de trafic  
(i.t.) ou (It)

Nombre de déplacements pour  
acheminer un « en-cours » d'un  
poste à un autre

Indice de  
manutention (IM)

It x distance moyenne entre  
2 poste

## Implantation : **Méthode de chaînons**

**Première étape:** Inventorier les postes de travail

- Lister les postes concernés
- Lister les produits concernés

 En vue d'établir les gammes d'usinage

## Implantation : **Méthode de chaînons**

**Première étape:** Inventorier les postes de travail

### Tableau de gammes

**Exemple:**

Produits	Gammes	It
A	2 ; 3 ; 5	7
B	1 ; 3 ; 5	3
C	1 ; 5	2
D	1 ; 4 ; 3 ; 5	6


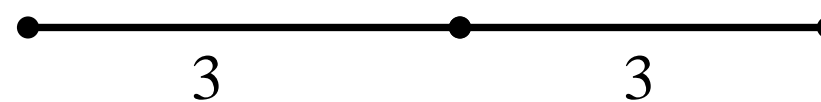

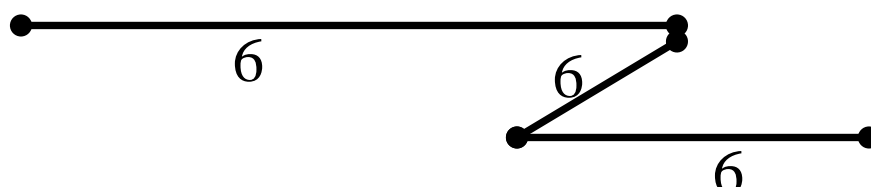
Le produit A devra passer dans les postes de travail 2, 3 et 5.

Les **It** sont identiques entre les postes puisqu'ils sont indiqués de manière globale.

# Implantation : Méthode de chaînons

**Première étape: Inventorier les postes de travail**

## Graphique des gammes

		Postes					Total It
Produits		1	2	3	4	5	
	A						14
	B						6
	C						2
	D						18

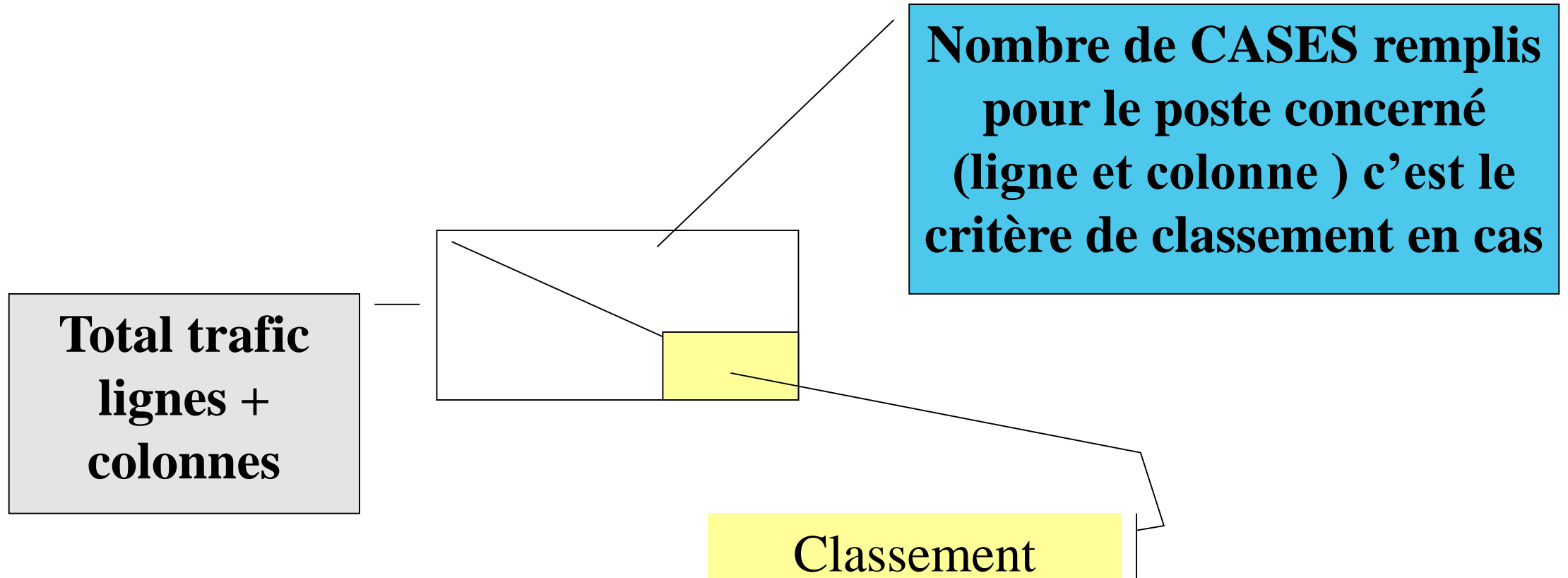
# Implantation : **Méthode de chaînons**

**Deuxième étape: Matrice à double entrée**

		Reçoivent	
		1	2
Envoient	1		
	2		

## Implantation : **Méthode de chaînons**

**Deuxième étape: Matrice à double entrée**



## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1					
2			* 7		
3					** 7
4					
5					

\* Pour le produit A : le poste 2 envoie au poste 3 ; 7 fois

\*\* Pour le produit A : le poste 3 envoie au poste 5 ; 7 fois

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1			❖3		
2			7		
3					7 ❖3
4					
5					

❖ Pour le produit B : le poste 1 envoie au poste 3 ; 3 fois

❖ Pour le produit B : le poste 3 envoie au poste 5 ; 3 fois



## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1			3		➤2
2			<b>7</b>		
3					<b>7</b> 3
4					
5					

➤ Pour le produit C : le poste 1 envoie au poste 5 ; 2 fois

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1			3	▪6	2
2			<b>7</b>		
3					<b>7</b> 3 ▪6
4			▪6		
5					

- Pour le produit D : le poste 1 envoie au poste 4 ; 6 fois
- Pour le produit D : le poste 4 envoie au poste 3 ; 6 fois
- Pour le produit D : le poste 3 envoie au poste 5 ; 6 fois

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1			3	■6	2
2			7		
3					7 3 ■6
4			■6		
5					

On calcule le nb de cases par poste (ligne et colonne)

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1			3	■6	2
2			1	7	
3					7 3 ■6
4				■6	
5					

On calcule le nb de cases par poste (ligne et colonne)

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1		3	3	■6	2
2			1	7	
3			4		7 3 ■6
4			■6		
5					

On calcule le nb de cases par poste (ligne et colonne)

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1			3	■6	2
2			7		
3					7 3 ■6
4			■6		2
5					

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1			3	■6	2
2		1	7		
3			4		7 3 ■6
4			■6	2	
5					2

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1	11 3		3	6	2
2		1	7		
3			4		7 3 6
4			6	2	
5					2

On calcule le trafic total ligne et colonne



## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1	11	3	3	6	2
2	7	1	7		
3			4		7 3 6
4			6	2	
5					2

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
2		<b>7</b>	<b>7</b>		
3			<b>32</b>		<b>7 3 6</b>
4			<b>6</b>	<b>2</b>	
5					<b>2</b>

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1	<b>11</b>	<b>3</b>	3	<b>6</b>	2
2		<b>7</b>	<b>7</b>		
3			<b>32</b>		<b>7</b> 3 <b>6</b>
4			<b>6</b>	<b>12</b>	<b>2</b>
5					<b>2</b>

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1	<b>11</b>	<b>3</b>	3	■6	2
2		<b>7</b>	<b>7</b>		
3			<b>32</b>	<b>4</b>	<b>7</b> 3 ■6
4			■6	<b>12</b>	<b>2</b>
5					<b>18</b> <b>2</b>

## Deuxième étape: Matrice à double entrée

Le poste .... reçoit

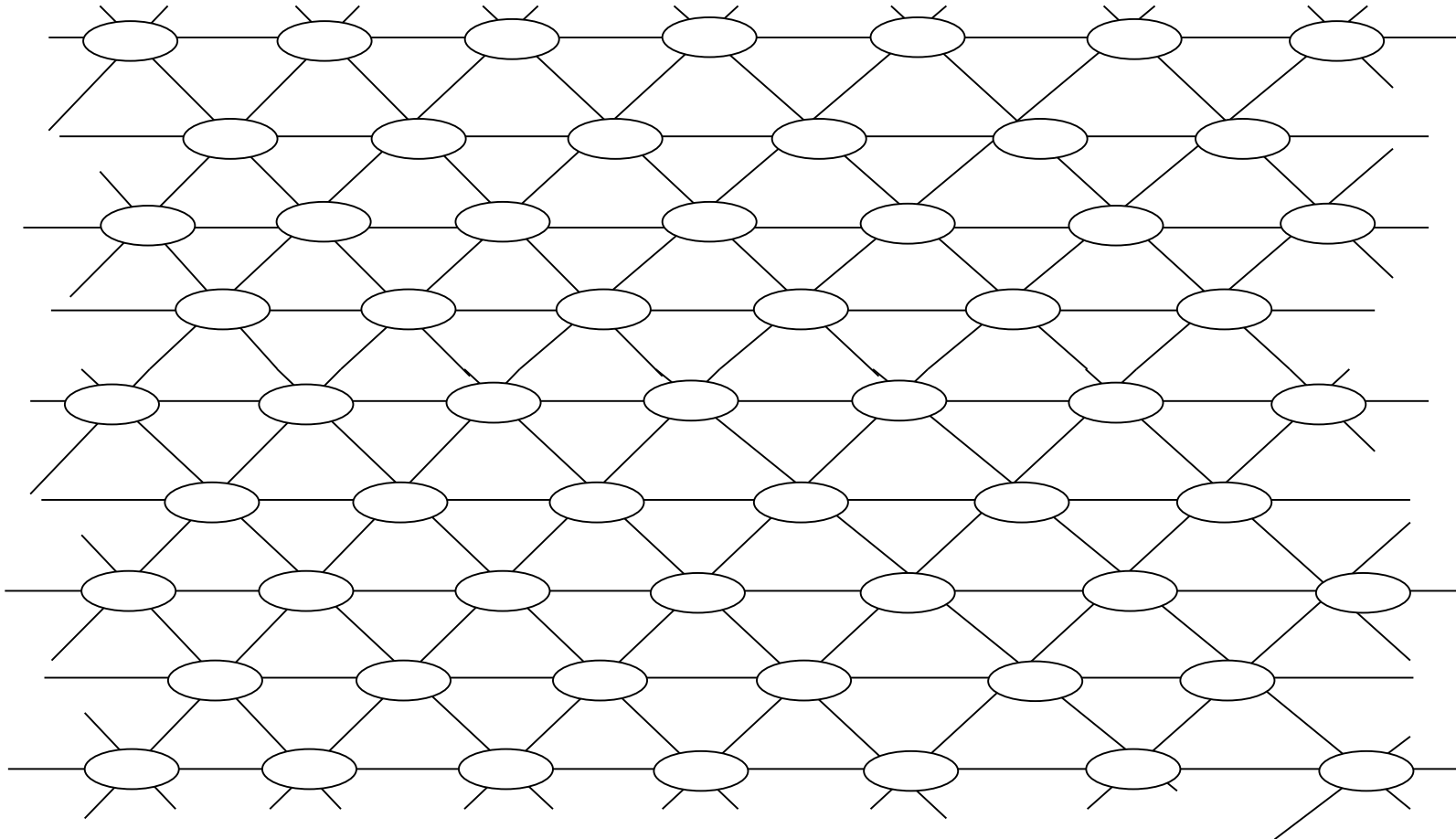
Le poste .... envoie

Postes	1	2	3	4	5
1	11 2		3	6	2
2		7 5	7		
3			32 1		7 3 6
4			6	12 4	
5					18 3

### Classement :

- \* le poste 3 est le premier, on l'appelle poste directeur
- \* si deux postes sont ex-aequo, on compare l'indice de trafic

## Troisième étape: Implantation théorique



Canevas triangulaire permet de réaliser l'implantation théorique

- 1) On place sur un nœud, au centre du canevas, le poste présentant le **plus grand nombre de liaisons** et si plusieurs postes ont le même nombre de liaisons le poste présentant le plus grand indice de trafic.
  - 2) Aussitôt après, on place autour de lui les postes avec lesquels il forme une liaison, **dans l'ordre décroissant du trafic total par liaison**. On indique le sens du flux par une flèche.
  - 3) Quand toutes les liaisons sont reportées pour le premier poste, considérer le deuxième poste :
    - => S'il est déjà placé, reporter les autres liaisons le concernant, toujours dans l'ordre décroissant du trafic total par liaison ;
    - => Sinon, le placer à côté d'un poste déjà implanté avec lequel il a une liaison et compléter avec les autres liaisons...
- Ainsi de suite jusqu'à épuisement des postes et des liaisons.

4) Améliorez le graphe obtenu par approches successives :

=> en éliminant au maximum les liaisons hors module,

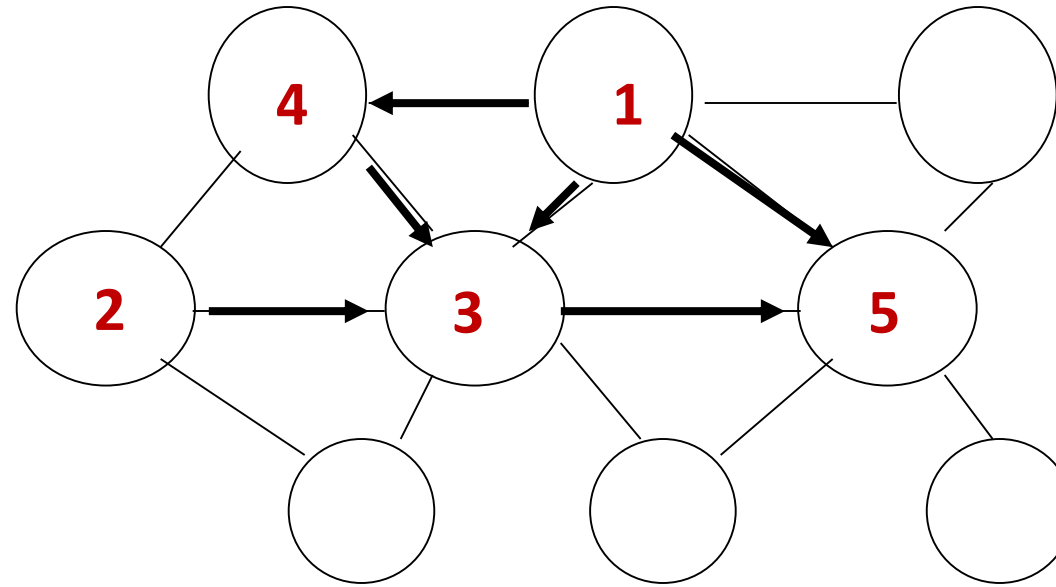
=> en regroupant l'ensemble du graphe par pivotements ou glissements partiels.

5) Identifiez précisément les liaisons sur le canevas triangulaire ;

=> repérer sur le canevas triangulaire les liaisons à fort trafic –trait plus ou moins épais),

=> pour l'implantation réelle, porter tous ses efforts pour réduire en priorité ces liaisons.





Cette méthode permet d'avoir un aperçu de l'implantation idéale des postes de travail dans l'entrepôt (ou l'usine).