
Leçon 4

Ordonnancement : Implantation

L'objectif principal de la leçon est de connaître et de comprendre les principaux types d'implantations de centres de charges lors d'une production.

A l'issue de la leçon l'étudiant doit être capable :

- *de définir les principaux types d'implantation, d'y associer des types de production adaptés,*
- *de définir les avantages et inconvénients de chaque type d'implantation,*
- *d'utiliser une méthode permettant de réaliser l'implantation en optimisant les trajets entre les centres de charge.*

SOMMAIRE

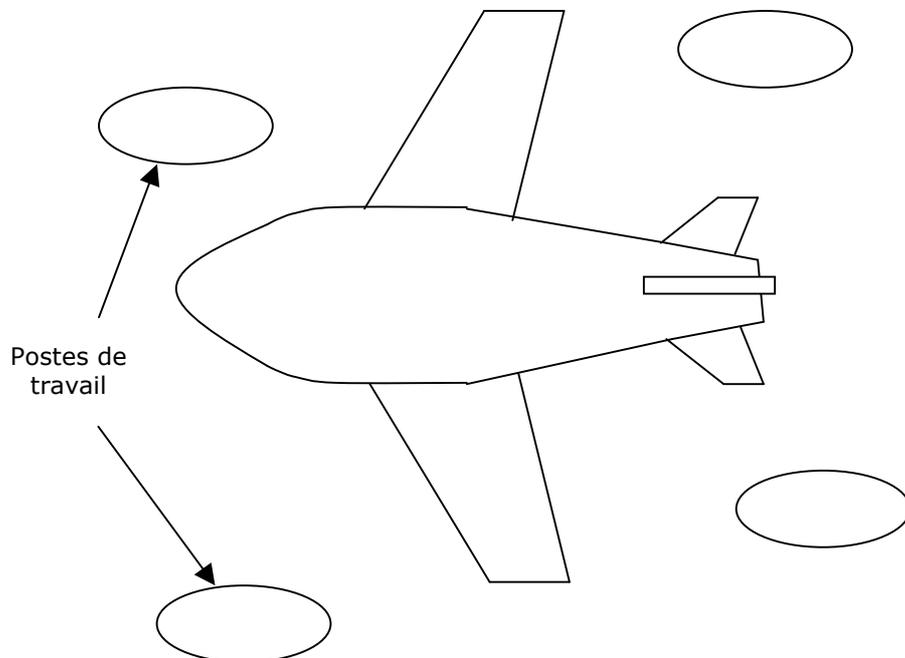
1	LES DIFFERENTS TYPES D'IMPLANTATION	2
1.1	DEPLACEMENT DES OPERATEURS.....	2
2	DEPLACEMENT DES PRODUITS.....	2
2.1	IMPLANTATION ALEATOIRE.....	2
2.2	IMPLANTATION PAR TECHNOLOGIES EN SECTIONS HOMOGENES	3
2.3	IMPLANTATION PAR PRODUITS EN LIGNE.....	3
2.4	IMPLANTATION EN ILOTS (UNITES AUTONOMES DE PRODUCTION).....	4
2.5	IMPLANTATION EN UNITES DE PRODUCTION SYNCHRONISEES	6
2.6	CELLULES FLEXIBLES	6
2.7	LE COUPLE FLEXIBILITE / PRODUCTIVITE	7
3	DEMARCHES D'IMPLANTATION D'ATELIER.....	7
3.1	OBJECTIFS DE L'OPTIMISATION	7
3.2	PRINCIPES GENERAUX	7
3.3	DEMULTIPLICATION DES MACHINES	8
3.4	SEPARATION DES APPROVISIONNEMENTS ET DES EXPEDITIONS.....	9
4	METHODES D'IMPLANTATION	10
4.1	METHODES DES CHAINONS	10
4.1.1	<i>Définitions</i>	<i>10</i>
4.1.2	<i>Étapes de la méthode.....</i>	<i>11</i>
4.1.3	<i>Exemple</i>	<i>11</i>
4.2	IMPLANTATIONS SUR UN CANEVAS THEORIQUE.....	16
5	IMPLANTATION PRATIQUE	20
6	CONCLUSION	21

IMPLANTATION

1 Les différents types d'implantation

1.1 Déplacement des opérateurs

Le type de fabrication impose le type d'implantation. Si le produit ne circule pas (chantiers navals, aéronautique, équipements lourds), c'est la main d'œuvre qui se déplace ainsi que les composants ou matériaux nécessaires.

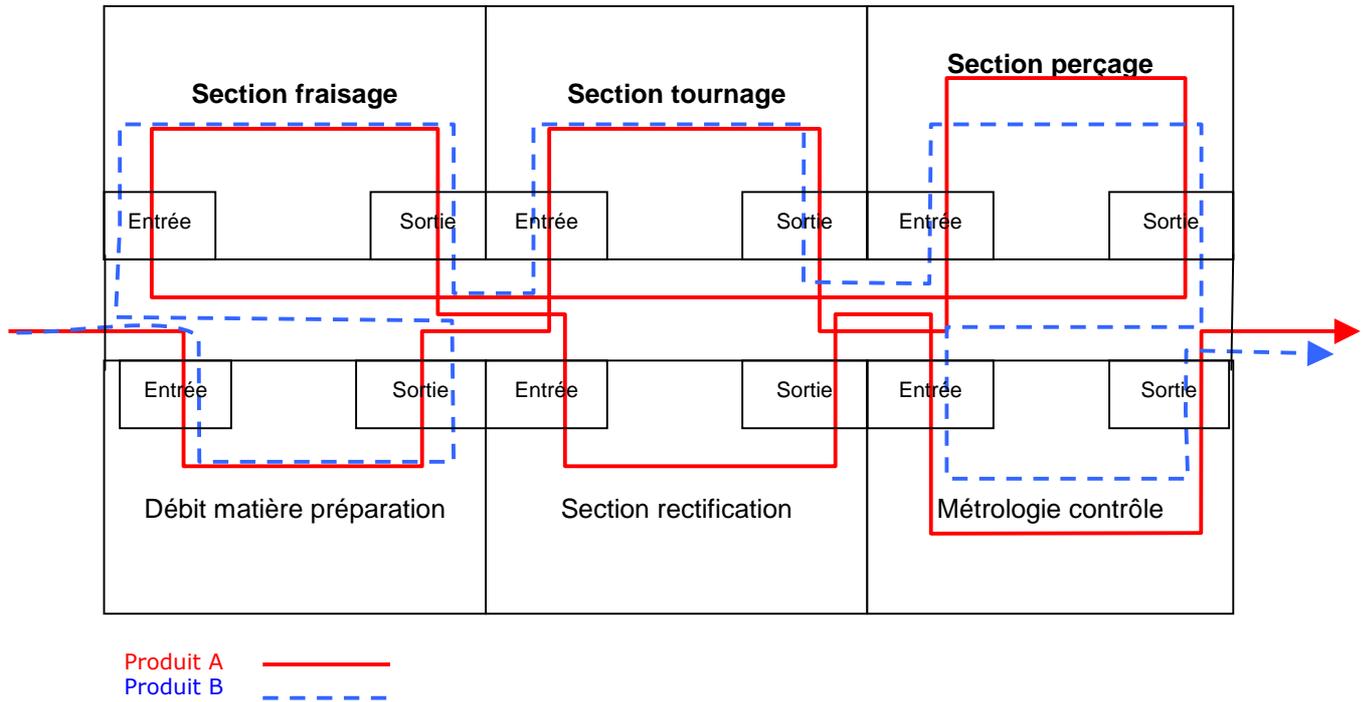


2 Déplacement des produits

2.1 Implantation aléatoire

L'implantation aléatoire se retrouve parfois dans les petites industries dont le développement a été progressif, mais ce n'est pas une solution d'implantation optimum car elle génère des temps de déplacement importants des produits.

2.2 Implantation par technologies en sections homogènes



Cette implantation convient bien à des produits diversifiés fabriqués en petites séries. Bien qu'elle soit coûteuse en terme d'en-cours du fait de la complexité de la circulation, elle reste néanmoins très flexible. Dans ce type d'implantation la manutention est assurée par des transpalettes, chariots élévateurs...

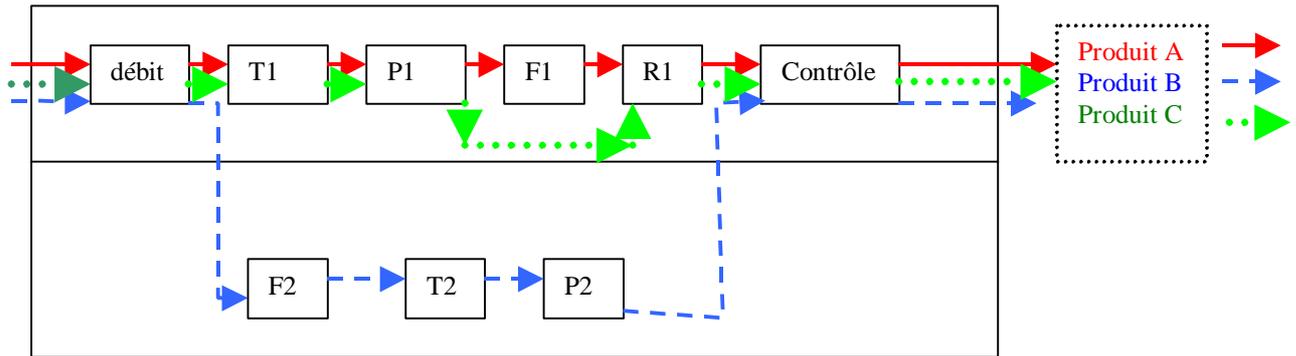
Les produits circulent d'une section à l'autre en fonction de leur gamme de fabrication, la disposition des machines n'étant pas prévue pour la gamme de chaque produit, les temps de circulation peuvent être importants.

2.3 Implantation par produits en ligne

Les machines ou ressources sont implantées en ligne en fonction de la gamme de fabrication du produit ou de la famille de produits. Dans une ligne de fabrication, les produits (matières) suivent les postes dans l'ordre sans possibilité de rebroussement.

Certains produits peuvent ne pas utiliser tous les postes de travail mais il n'est pas possible de modifier le sens de circulation d'un produit.

Le produit C, par exemple, n'utilise pas le poste de travail F1 mais respecte l'ordre de la ligne de production.



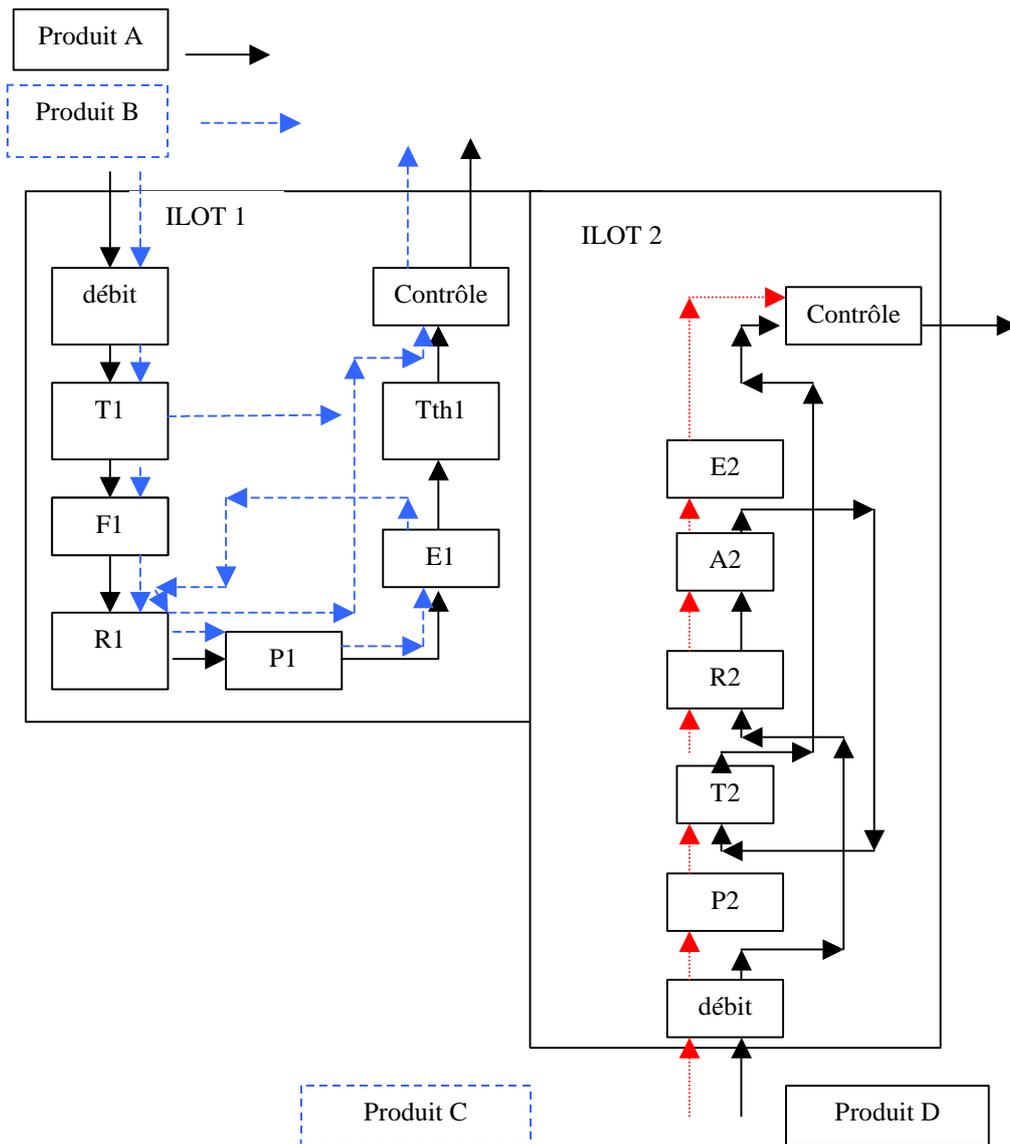
Cette implantation convient bien pour les grandes séries ou pour des séries répétitives.

2.4 Implantation en îlots (unités autonomes de production)

Les machines sont regroupées en ensembles autonomes de production spécialisés par type de produit qui utilisent les mêmes machines : ces ensembles s'appellent des îlots.

Les flux de produits (matières) peuvent utiliser les postes de travail de l'îlot dans un ordre différent suivant leur gamme de fabrication alors que dans une ligne de fabrication l'ordre est impératif.

Leçon 4 : Ordonnancement : implantation

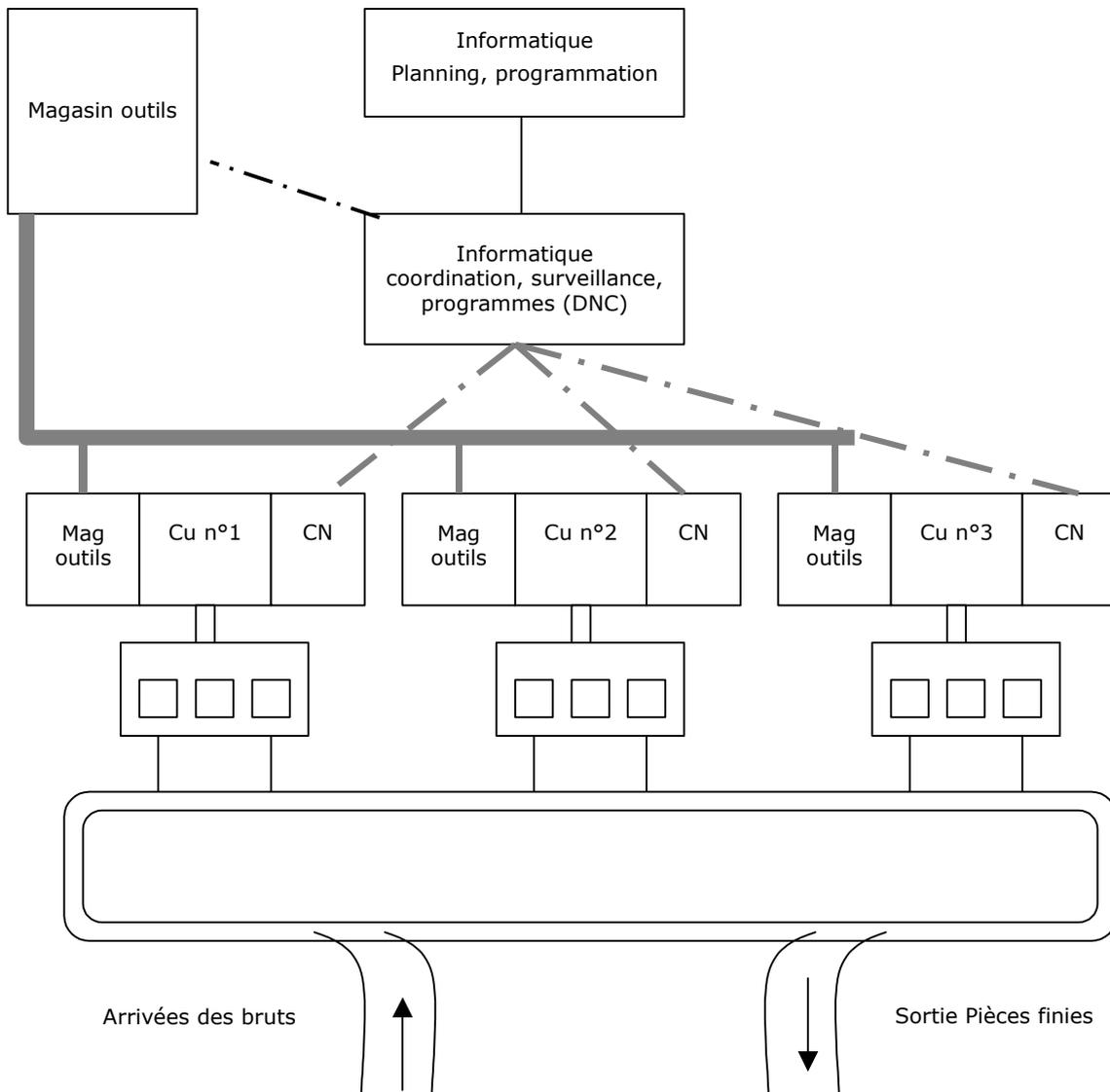


2.5 Implantation en unités de production synchronisées

L'implantation des machines est identique pour une implantation en îlots (autour de produits de même famille) mais les temps des différentes opérations sont équilibrés. Ce qui permet une meilleure utilisation des machines, la possibilité d'automatiser la manutention et de diminuer les en-cours.

2.6 Cellules flexibles

La grande différence avec les îlots de production est d'utiliser uniquement des **MOCN** (machine-outils à commande numérique) ou **CU** (centre d'usinage).



2.7 Le couple flexibilité / productivité

La flexibilité et la productivité d'une production sont liées au choix d'une organisation de production (implantation par technologies en sections homogènes, implantations par produits en ligne ou par îlots).

Dans le cas d'une implantation par technologies en sections homogènes, la flexibilité est bonne car l'on peut passer très facilement d'un produit à l'autre avec des machines universelles. Par contre, étant universelles, elles sont moins productives et la circulation des produits n'est pas optimum ; la production se fait généralement par lots ce qui multiplie encore les en-cours et diminue la productivité.

Dans le cas d'une implantation par produits en ligne, les machines sont beaucoup plus spécialisées (machines transfert) et donc très peu flexibles mais la productivité est très correcte.

L'implantation par produits en îlots ou cellules flexibles peut se définir comme un compromis entre flexibilité et productivité : la flexibilité est améliorée car on peut réaliser des familles de pièces ainsi que la productivité car l'îlot est organisé en fonction de la circulation même des pièces.

3 Démarches d'implantation d'atelier

3.1 Objectifs de l'optimisation

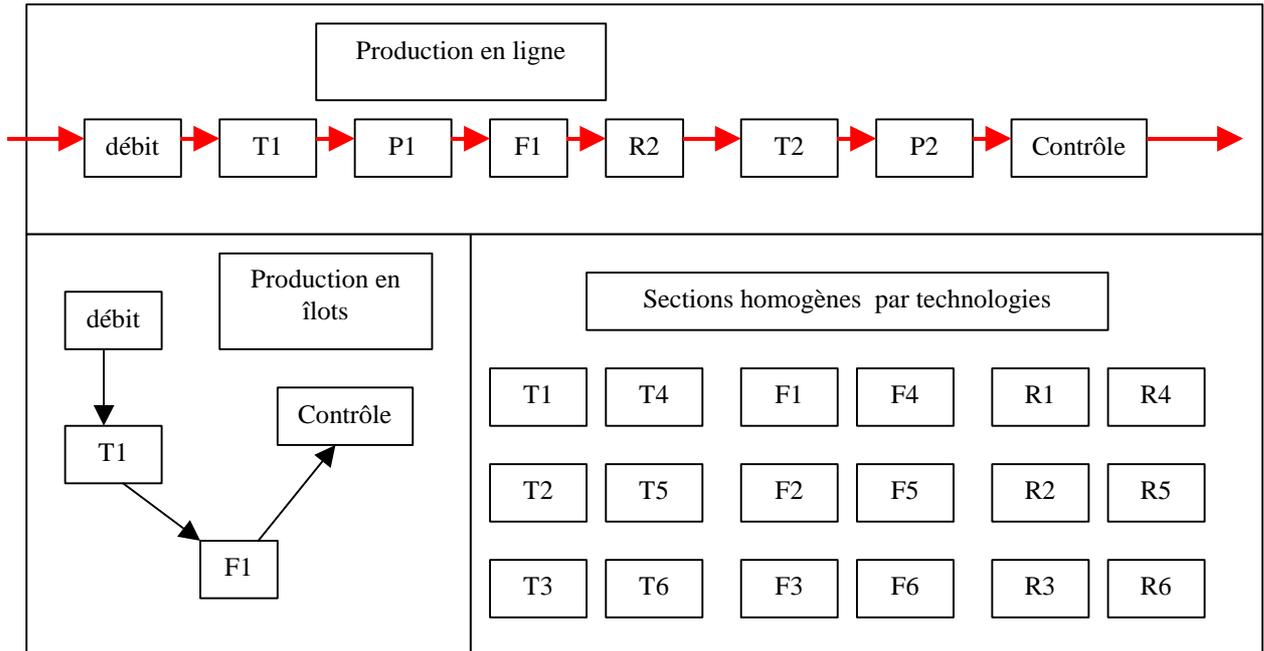
Les objectifs d'une bonne implantation d'atelier sont principalement de :

- minimiser les temps de transfert des produits entre les postes,
- supprimer les déplacements inutiles,
- éviter de déplacer une pièce deux fois sans apport de valeur ajoutée entre les déplacements,
- optimiser la circulation des flux.

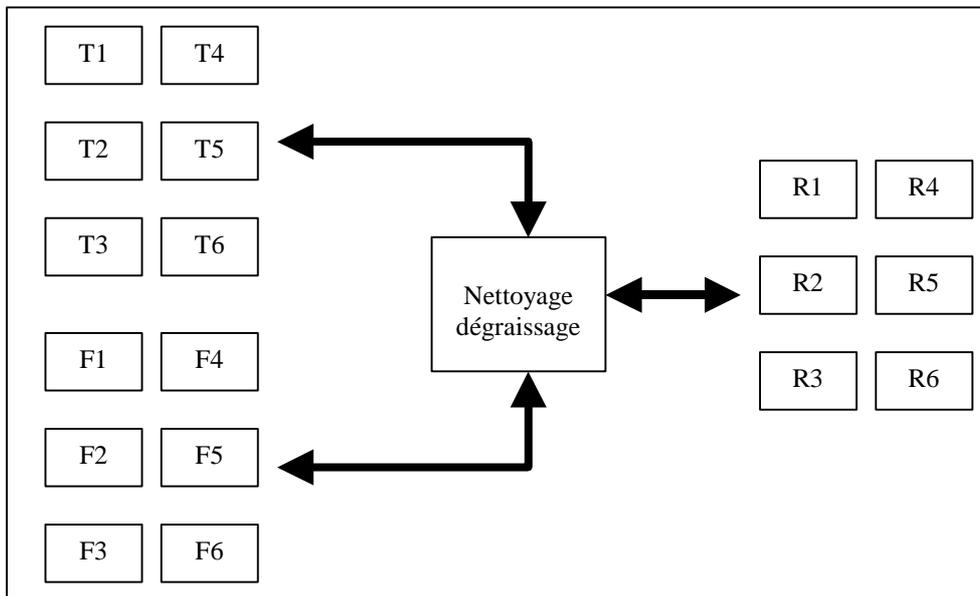
3.2 Principes généraux

Séparation par type de production

Après avoir analysé les processus de production des différents produits fabriqués par l'entreprise, les produits peuvent parfois être réalisés suivant plusieurs types de production (en ligne, en îlots, en sections homogènes)... L'idéal est de répartir en ateliers séparés les différents types de production :



3.3 Démultiplication des machines



Le poste de **nettoyage / dégraissage** par exemple, est un point de passage obligé entre chaque étape, il empêche donc la mise en ligne de la production. Afin d'améliorer le flux, il serait intéressant d'avoir plusieurs postes de nettoyage de capacité certes moindre mais permettant une meilleure circulation.

3.4 Séparation des approvisionnements et des expéditions

Approvisionnement magasin	Production petits modèles	Production moyens modèles	Expéditions
	Production grands modèles		

Approvisionnement magasin	Approvisionnement magasin	Approvisionnement magasin	Nouvelle organisation
Production petits modèles	Production moyens modèles	Production grands modèles	
Expéditions	Expéditions	Expéditions	

Afin d'optimiser les transports de produits, il peut parfois être intéressant de spécialiser les activités d'approvisionnement et d'expédition en fonction du type de produit fabriqué. C'est le cas de cette fabrique qui a spécialisé les approvisionnements et les expéditions afin de faciliter la circulation des produits. Cette nouvelle disposition va générer des gains au niveau des déplacements mais impose une restructuration des relations avec les fournisseurs et les clients.

4 Méthodes d'implantation

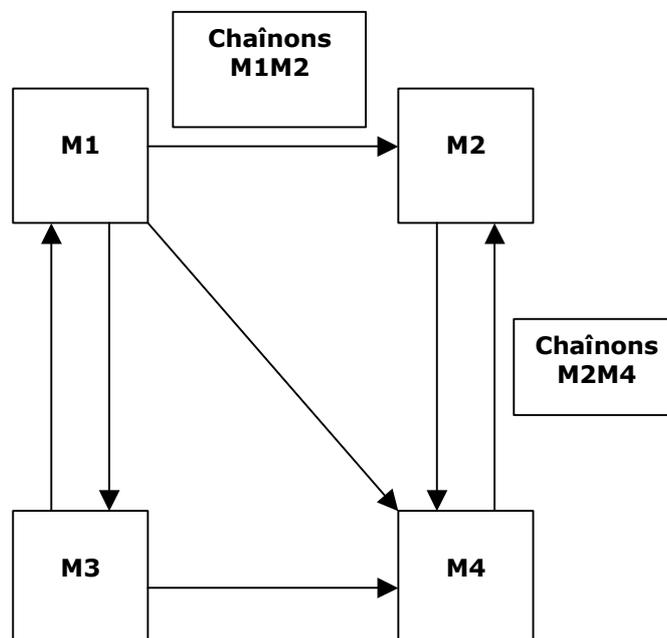
Il existe de nombreuses méthodes d'implantation :

- 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,
- 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,
- méthode de mise en ligne de production (méthode des gammes fictives).

4.1 Méthodes des chaînons

4.1.1 Définitions

On appelle chaînon le chemin réellement emprunté par une pièce entre deux postes de travail.



On définit une unité de manutention comme une unité permettant de chiffrer le trafic entre les postes. Celle-ci peut être le nombre, le volume, le poids des pièces, le nombre de palettes, de containers, de lots de transfert...

On appelle liaison un indicateur chiffré qui exprime le trafic entre deux postes de travail en nombre d'unités de manutention qui va emprunter le chaînon.

4.1.2 Étapes de la méthode

- Etude des postes de travail et des gammes.
- Définition d'une unité de manutention et détermination du trafic entre postes.
- Etablissement d'un tableau des chaînons à double entrée.
- Etablissement d'une implantation théorique (canevas d'implantation).
- Adaptation de l'implantation théorique aux contraintes (génie civil, moyens de manutention...).

4.1.3 Exemple

Etape 01 : étude des postes de travail et des gammes

Considérons un îlot à implanter qui comporte 7 postes de travail (hors stocks) et qui permettra de fabriquer deux familles de pièces différentes (paliers et carters)

Postes de travail	
A + A1	stocks entrée
B	tournage ébauche
C	tournage finition
D	perçage
E	ébavurage
F	fraisage ébauche
G	fraisage finition
H	alésage
I + I 1	stocks sortie

Leçon 4 : Ordonnancement : implantation

Etape 02 : détermination de l'unité de manutention et du trafic entre postes

Dans notre cas l'unité de manutention correspond à un lot de transfert. Le lot de transfert correspond au nombre de pièces que peut contenir un container qui circulera de poste en poste.

	palier arrière	palier avant	palier intermédiaire	carter inférieur	carter supérieur
Lots de transfert	100	150	130	200	250
Phases					
10	A	A	A	A1	A1
20	B	D	F	F	D
30	C	B	G	G	G
40	D	C	D	D	D
50	F	D	B	B	I1
60	G	H	C	C	
70	D	I	D	D	
80	E		I	H	
90	H			I1	
100	I				
110					

Etape 03 : établissement d'un tableau des chaînons à double entrée

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I									
H									
G									
F									
E									
D									
C									
B									
A									

A l'aide de la gamme il faut placer les liaisons correspondant à un déplacement de pièces entre deux postes de travail (lot de transfert).

Leçon 4 : Ordonnancement : implantation

De la phase 10 à 20 entre A et B une liaison donc on place 100 à l'intersection de la colonne A et de la ligne B.

De la phase 20 à 30 entre B et C une liaison donc on place 100 à l'intersection de la colonne B et de la ligne C.

De la phase 30 à 40 entre C et D une liaison donc on place 100 à l'intersection de la colonne C et de la ligne D.

Et ainsi de suite pour toute la gamme du palier arrière. (Remarque : le sens du transfert n'a pas d'importance).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I								100	
H					100				
G				100		100			
F					100				
E				100					
D			100						
C		100							
B	100								
A									

On procède de la même manière pour les autres pièces en ajoutant les liaisons à celles existantes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I				$130+250=380$				$100+150+200$	
H				$150+200$	100				
G				$100+130+200+250+250$		$100+130+200$			
F	$130+200$			100					
E				100					
D	$150+250=400$	$150+130+200$	$100+150+130+200$						
C		$100+150+130+200$							
B	100								
A									

On effectue les sommes des liaisons dans chaque case puis on réalise les sommes de la ligne et de la colonne :

Leçon 4 : Ordonnancement : implantation

Exemple pour le poste F de fraisage d'ébauche :

Calcul de la valeur à l'intersection A et F : **130+200=330**

Calcul de la valeur à l'intersection G et F : **100+130+200=430**

Calcul de la somme des liaisons concernant le poste F :

$$330 \text{ (intersection A et F)} + 100 \text{ (intersection F et D)} + 430 \text{ (intersection F et G)} \\ = 860$$

Ce calcul nous donne tout le trafic en unités de manutention (nombre de pièces) passant par le poste F.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I				380				100+150+200=450	830
H				150+200=350	100			1150	
G				100+130+200+250+250=930			100+130+200=430		
F	130+200=330			100			330+100+430=860		
E				100	100+100=200				
D	150+250=400	150+130+200=480	100+150+130+200=580						
C		100+150+130+200=580	1160						
B	100	1160							
A									

On procède de la même manière pour les autres postes en effectuant les sommes de la ligne et de la colonne et on reporte la valeur à l'intersection de la colonne et de la ligne correspondant au poste :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
I				380				450	830
H				350	100			1150	7,63%
G				930		430	1360	10,57%	
F	330			100		860	12,51%		
E				100	200	7,90%			
D	400	480	580	3320	1,83%				
C		580	1160	30,54%					
B	100	1160	10,67%						
A	830	10,67%							

7,63%

Leçon 4 : Ordonnancement : implantation

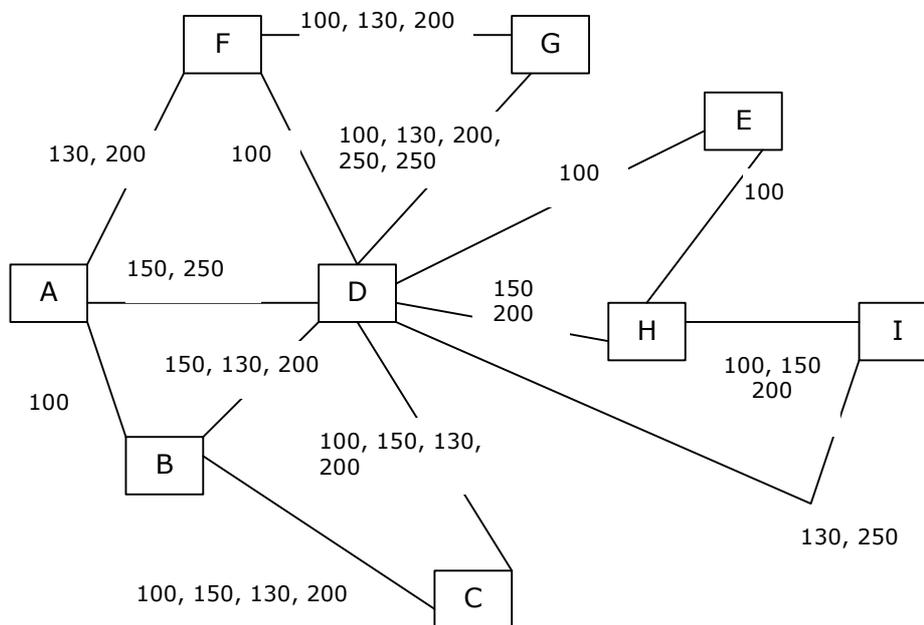
Le total obtenu des liaisons dans l'îlot est de 10 820, on peut donc classer les postes en fonction du pourcentage de trafic.

	D	G	B	C	H	F	I	A	E
ORDRE	30,54%	12,51%	10,67%	10,67%	10,57%	7,90%	7,63%	7,63%	2,82%

On commence par construire le canevas en plaçant au centre le poste le plus chargé (D).

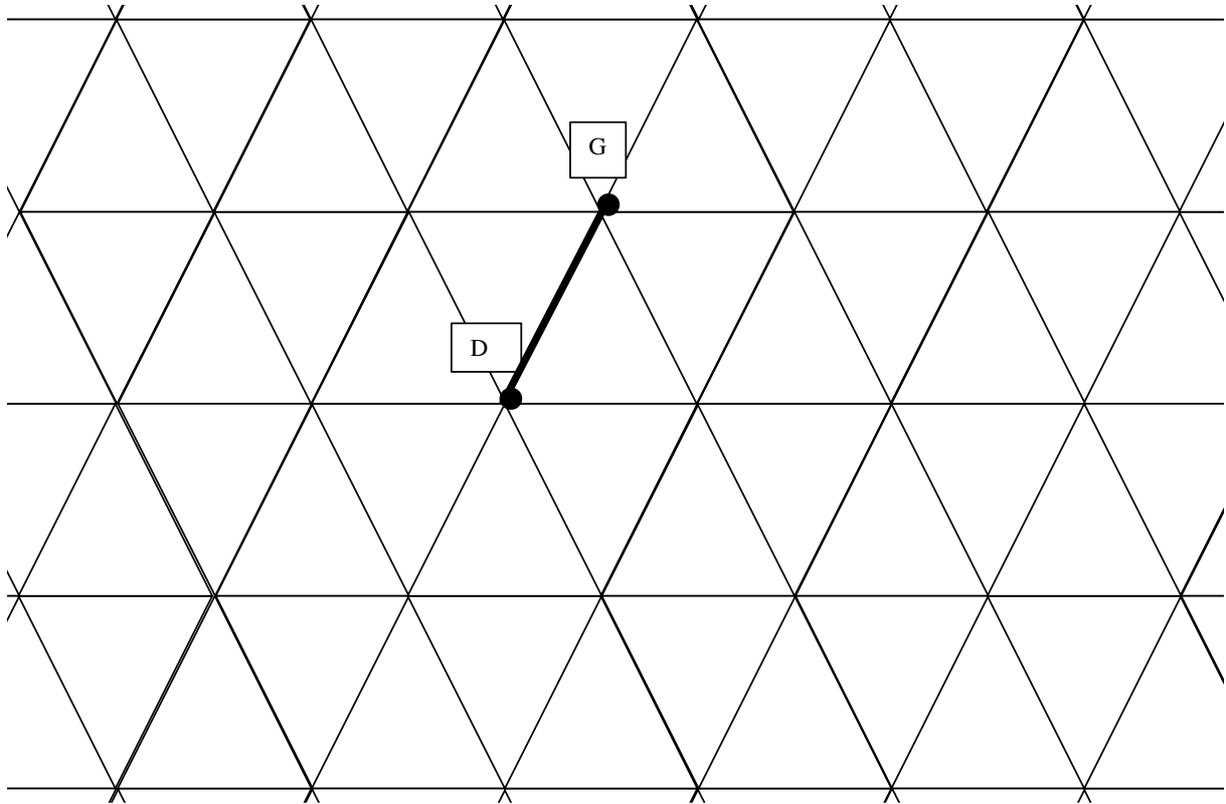
Puis on place le plus proche possible de D et dans l'ordre établi auparavant les différents postes en indiquant les chaînons ainsi que les liaisons entre chaque poste.

S'il existe deux postes chargés d'une manière équivalente on place ces deux premiers postes et l'on procède de façon identique.

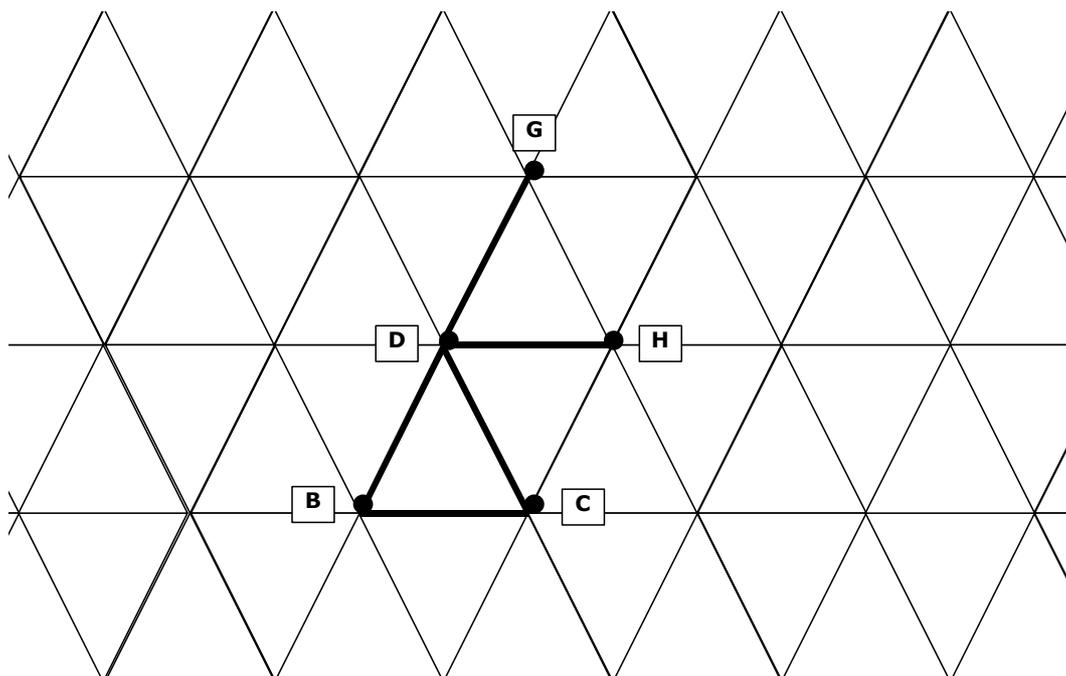


4.2 Implantations sur un canevas théorique

On commence par placer le poste par lequel passe le plus grand trafic puis dans l'ordre et par ordre de priorité les postes qui lui sont directement reliés.

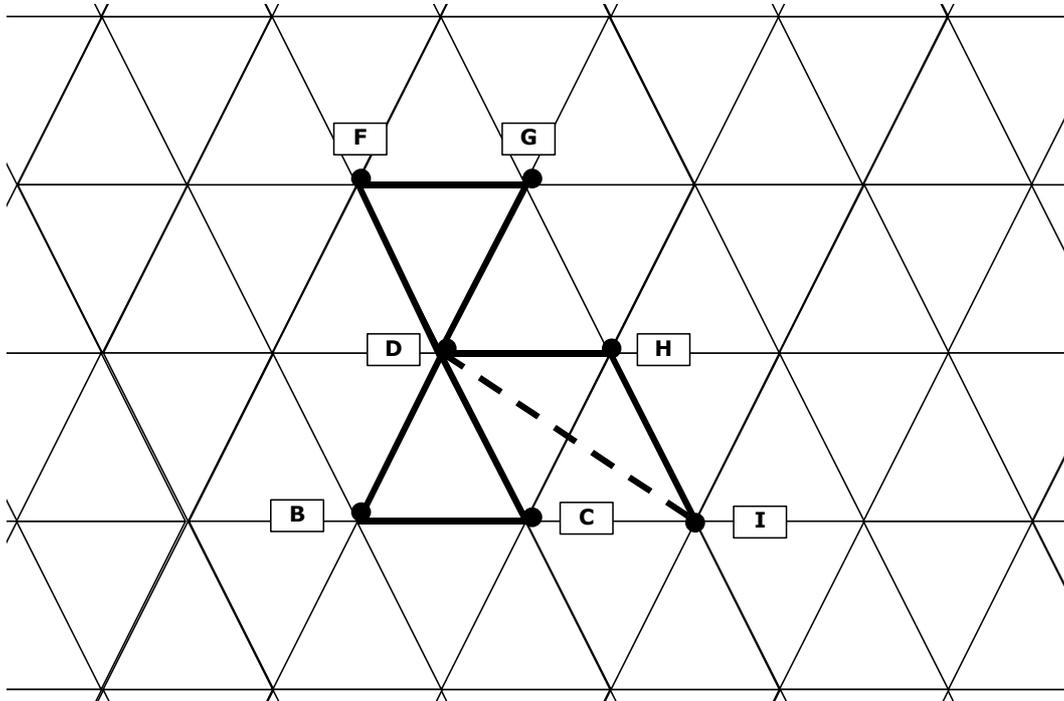


Nous procédons ensuite de la sorte jusqu'à ce que tous les postes soient placés pour obtenir l'implantation théorique.

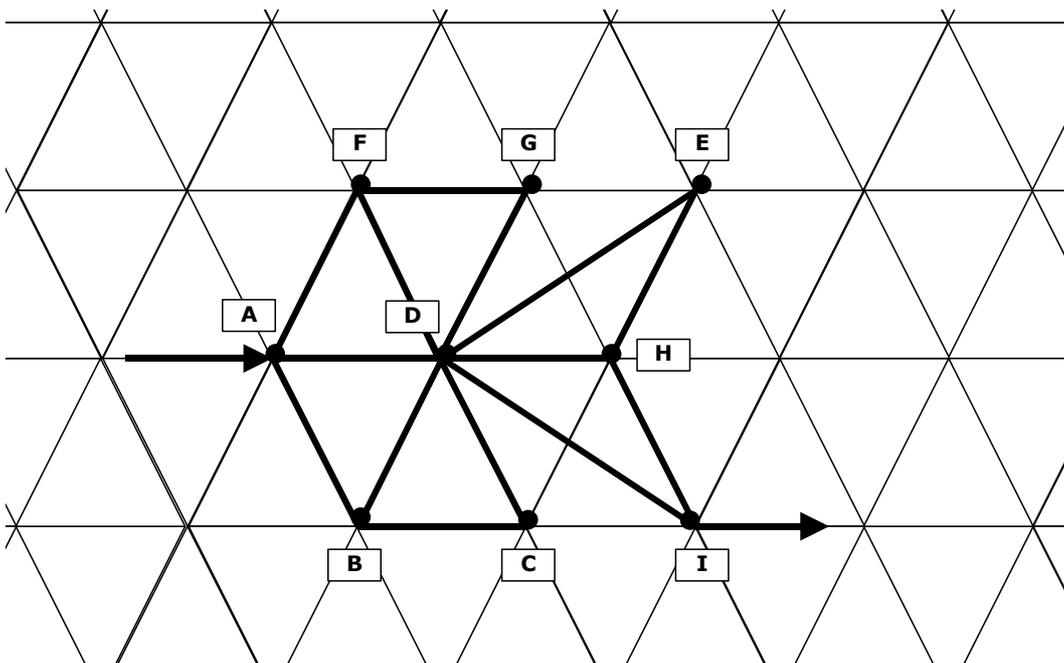


Leçon 4 : Ordonnancement : implantation

Le canevas est conçu pour éviter les croisements de pièces. Le transfert des pièces de D vers I ne représente qu'une faible partie du trafic et de plus il n'y a pas de transfert de pièces entre les postes C et D... Une autre solution aurait été de dédoubler le poste de perçage D car il est très utilisé.



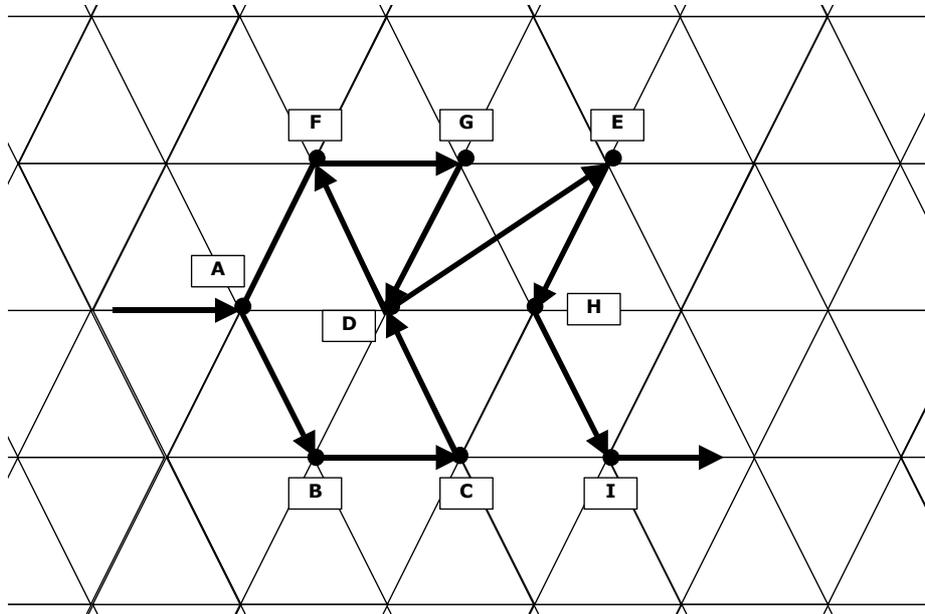
Le transfert des pièces de D vers E ne représente qu'une faible partie du trafic et de plus il n'y a pas de transfert de pièces entre les postes G et H donc pas de croisement de pièces.



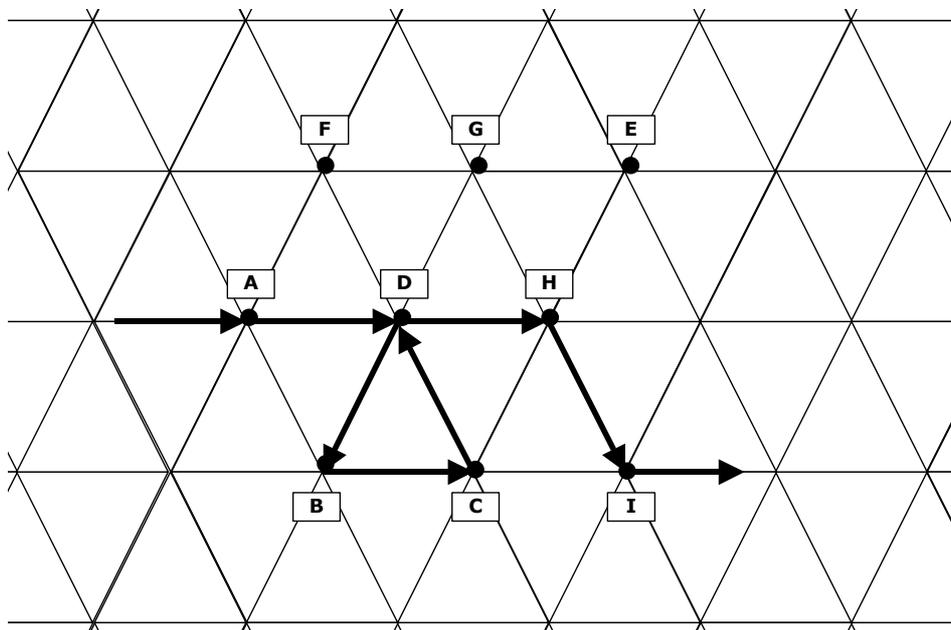
Leçon 4 : Ordonnancement : implantation

On peut aussi vérifier pour chaque produit l'implantation en traçant les différents flux.

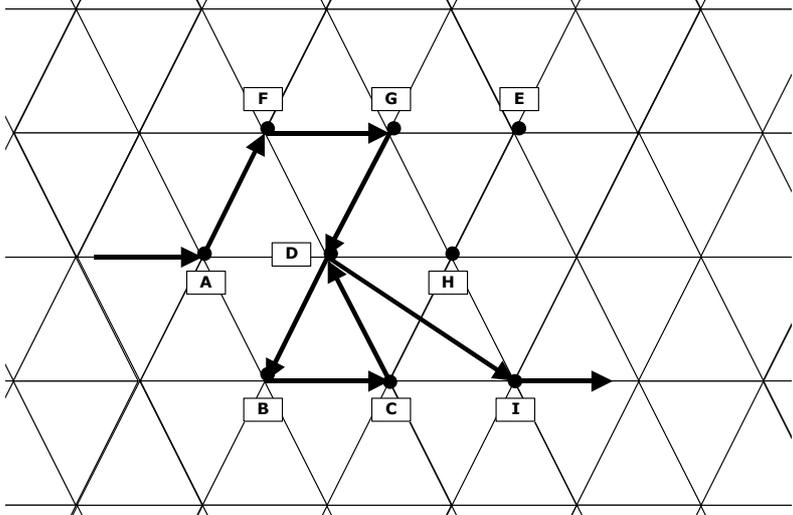
Palier arrière :



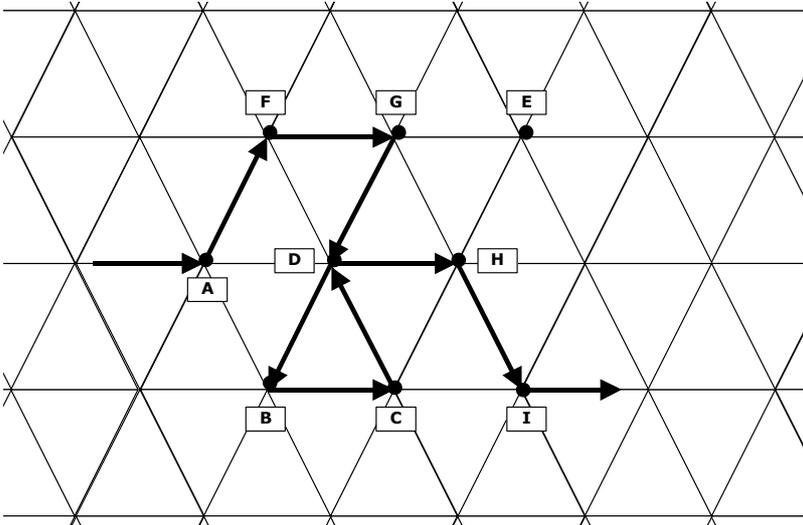
Palier avant :



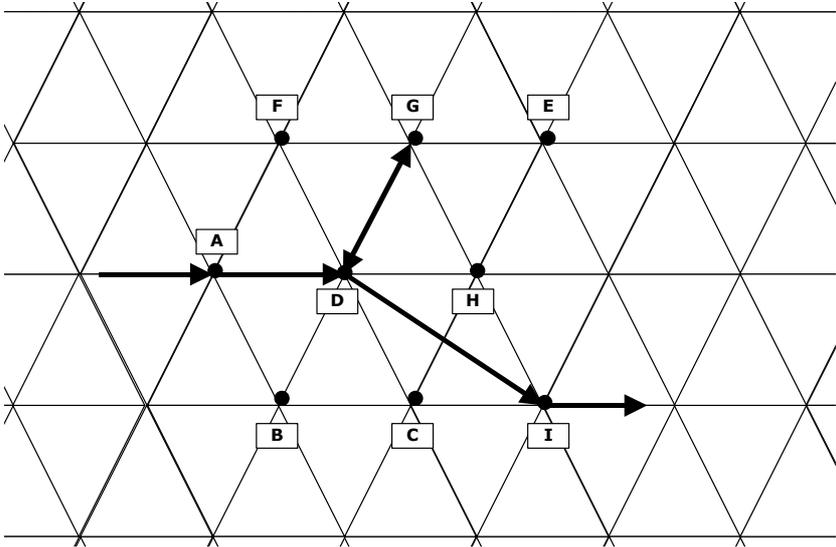
Palier intermédiaire :



Carter inférieur :



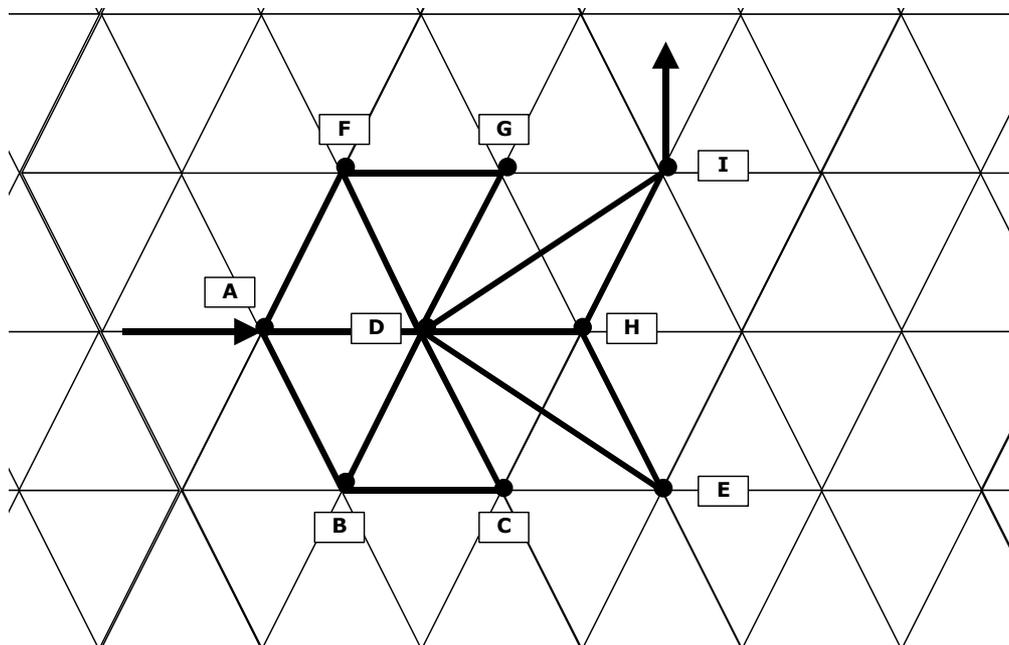
Carter supérieur :



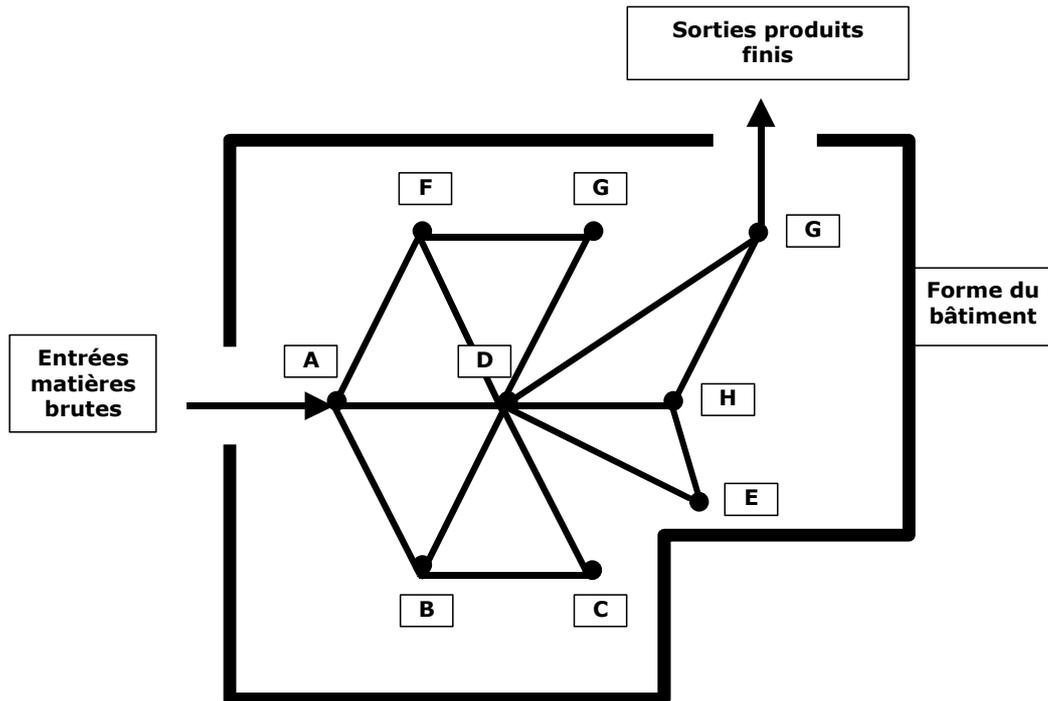
On remarque que toutes les pièces passent toutes deux fois par le poste de perçage ce qui confirme l'opportunité de doubler ce poste en plaçant deux perceuses séparées afin d'améliorer la circulation des flux.

5 Implantation pratique

L'implantation théorique ne donne qu'une indication sur la position relative des différents postes de travail mais elle ne tient pas compte des contraintes de génie civil (forme des bâtiments, raccordement, moyens de transport tels que pont roulants) des contraintes de taille de machines, des allées etc.. ainsi que de l'implantation des entrées et sorties.



L'implantation de I stock de sortie a été déplacé pour s'adapter à la structure du bâtiment qui ne comporte que deux entrées sorties :



6 Conclusion

Les problèmes d'implantation sont des problèmes complexes qui font intervenir un grand nombre de données qui concernent à la fois la fabrication :

- gammes de fabrication des produits,
- nomenclatures des produits,
- programme de fabrication de l'entreprise (nombre de produits, fréquence des lots) ;

et à la fois d'autres domaines :

- plan des locaux,
- type et taille de machines,
- type des moyens de manutentions.

Nous avons vu que suivant le type de production des implantations sont mieux adaptées que d'autres. Toutefois les implantations en sections homogènes dès que les séries commencent à être importantes deviennent rapidement inefficaces en ce qui concerne la circulation des flux.

Aussi faut-il leur préférer la fabrication en îlot pour des pièces ayant des gammes différentes mais utilisant les mêmes machines et la mise en ligne pour des gammes sensiblement identiques (avec le même sens de passage aux différents postes).