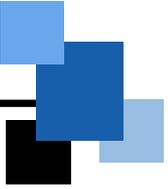


Séance 9

4-530-03

Planification globale
Planification détaillée

Plan de la présentation



La planification globale :

- Objectifs et principes de base;
- Stratégies possibles;
- Étapes de la préparation du plan global.

La planification détaillée :

- Objectifs et principes de base;
- Démarche d'élaboration du PDP.

Où en sommes-nous?

**Niveau stratégique:
Conception du système de GOP**

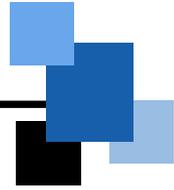
**Niveau tactique:
Système de pilotage**

**Niveau opérationnel:
Système opérationnel**

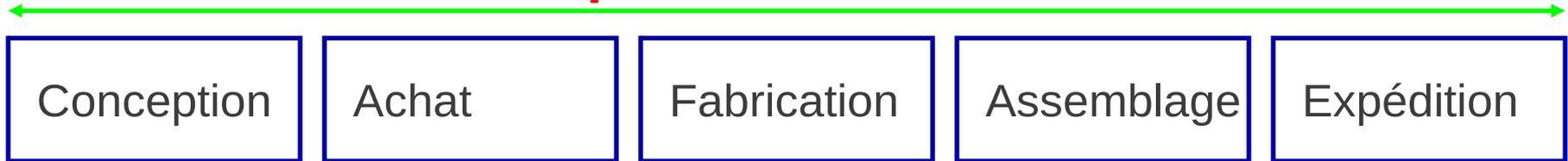
Systemes d'information

Aspects humains

Systeme de pilotage et strategie des operations : les types de fabrication



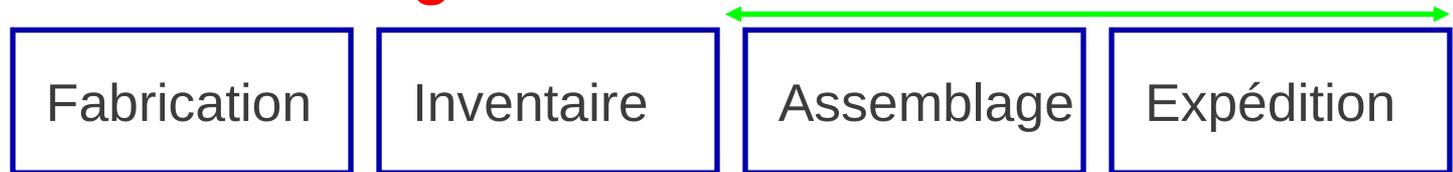
Conception sur commande



Fabrication sur commande



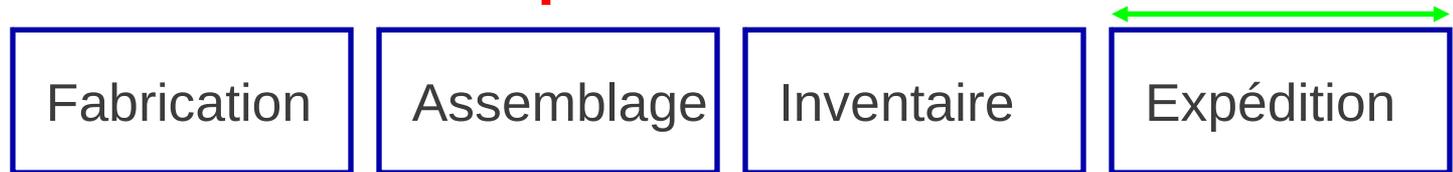
Assemblage sur commande

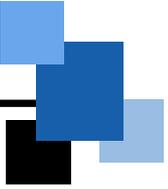


Délai pour le client



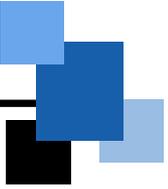
Fabrication pour stocks





Introduction à la planification des ressources de production

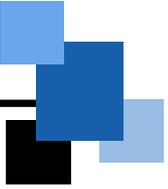
Objectif général de la planification des ressources de production



Rencontrer au mieux les objectifs de l'entreprise en matière de :

- Satisfaction de la demande prévue;
- Répartition et utilisation optimales des ressources de l'entreprise;
- Maximisation des profits;
- Respect des contraintes existantes.

La planification des ressources de production



- Quatre niveaux de planification reliés entre eux;
- Vont du plus long terme au plus court terme;
- Vont du plus général au plus spécifique.

La planification des opérations



Séquence menant d'un plan à l'autre
(adapté de Nollet, Kélada et Diorio, édition 1986)

I. Le plan de production (ou plan intégré de production)

Mois	...	Avril	Mai	Juin	Juillet	...
Quantité						
Unités équivalentes (U.E.)		1 022	834	660	728	

II. Le plan directeur de production

Semaine du ...	15 avril	22 avril	29 avril	6 mai	13 mai	20 mai	27 mai	3 juin	10 juin	...
produit										
Fauteuil no. 124 (1 U.E.)	48	-	-	48	-	-	48	-	-	
Divan no. 112 (2 U.E.)	-	-	84	-	-	69	-	50	-	
Divan no. 223 (2 U. E)	-	100	20	-	50	70	-	-	50	
Sofa modulaire no.441 (3 U.E.)	120	-	-	-	120	-	-	-	-	

(36)

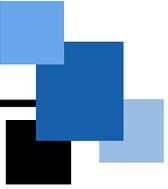
(1)

III. Le plan des besoins -matières

Semaine du ...	15 avril	22 avril	29 avril	6 mai	13 mai	20 mai	27 mai	3 juin	10 juin	...
composants										
Panneau no. 2441 (90X90)	-	-	-	120	-	-	-	-	-	
Ressort no. 1322	-	-	4 320	-	-	-	-	-	-	

IV. Le calendrier de fabrication / d'atelier

jour	6 mai		7 mai		8 mai		...
	matin	après -midi	matin	après -midi	matin	après -midi	
Coupe	400 no. 1 120	120 no. 2441	200 no. 1493	350 no.1122	Entretien		
Ponçage	600 no. 1116	400 no. 1120	120 no.2441	200 no.1493	Entretien		



La planification globale

La planification globale de production



- **Aussi appelée planification intégrée ou planification agrégée, ou même seulement planification de la production**

Objectifs :

- Déterminer le niveau global de production à chaque période, de manière à rencontrer au mieux la demande prévue
- Choisir parmi les différentes stratégies possibles pour la production celles auxquelles on aura recours

Intrants :

- Demande à satisfaire (prévisions)
- Ressources disponibles
- Temps et coûts de production
- Coûts de stockage et niveaux des stocks
- Politiques de l'entreprise concernant les variations de la main-d'œuvre, les heures supplémentaires, la sous-traitance et le stockage (ou les pénuries)

Exemple de planification globale : L'entreprise ABC

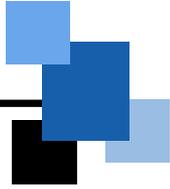
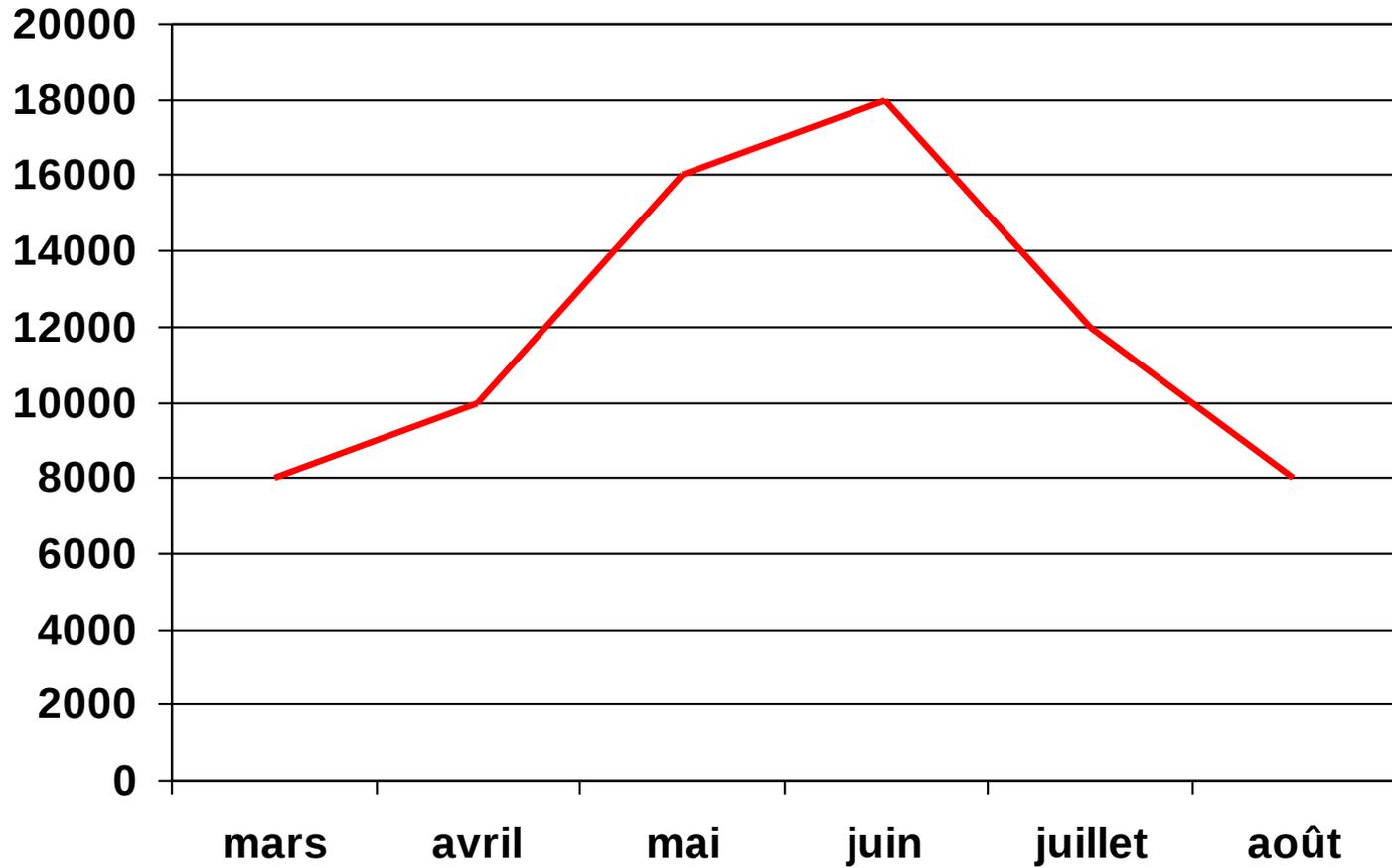
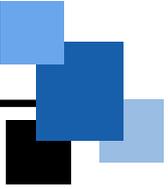


Tableau 1 - livraisons prévues, en unités équivalentes

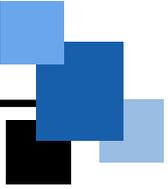
mars	avril	mai	juin	juillet	août
8 000	10 000	16 000	18 000	12 000	8 000

L'entreprise dispose présentement d'un **stock de 600 unités** et d'une **main-d'œuvre de 96 employés** capables de produire **chacun 100 unités par mois**.

Allure de la demande prévue

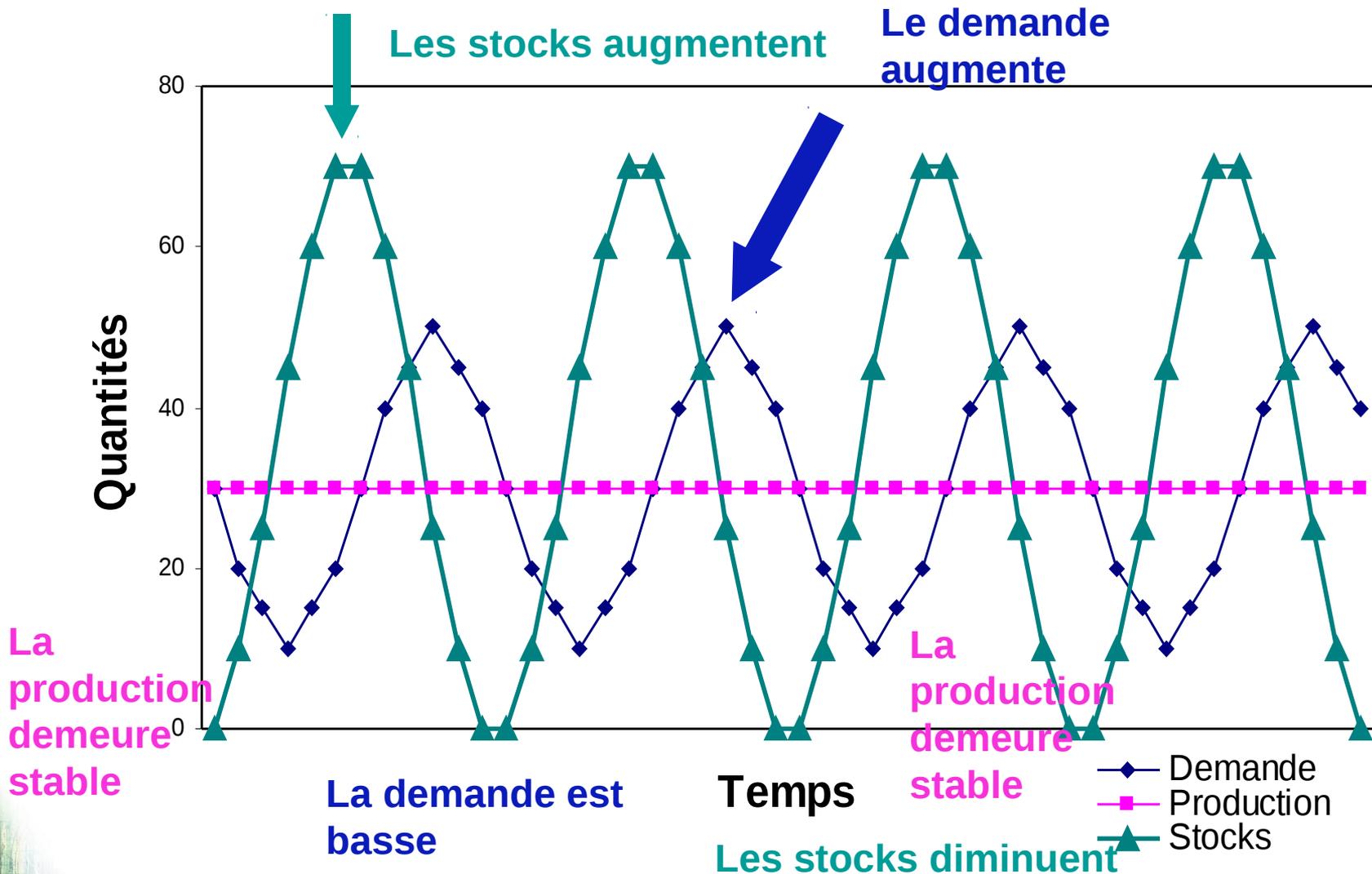


Types de stratégies



- Nivellement
- Synchrone
- Hybride ou modérée

Stratégie de nivellement



Stratégie de nivellement

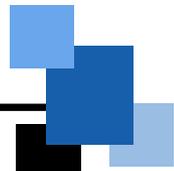


- Cette stratégie consiste à établir un **taux constant de production** pour tout l'horizon de planification.
- Le taux correspond à la **demande moyenne par période**, corrigée pour tenir compte de la différence entre le stock initial et le stock final désiré.
- Les irrégularités de la demande sont aplanies par **l'accumulation de stocks** durant les périodes creuses et par l'utilisation des stocks pendant les périodes de fortes demandes.
- Ne nécessite **pas de modification dans l'emploi** des ressources.
- Plus coûteuse, car moins flexible face à la demande :
 - Coût de stockage;
 - Coût de pénurie.

Stratégie de nivellement

Le plan nivelé : Un exemple

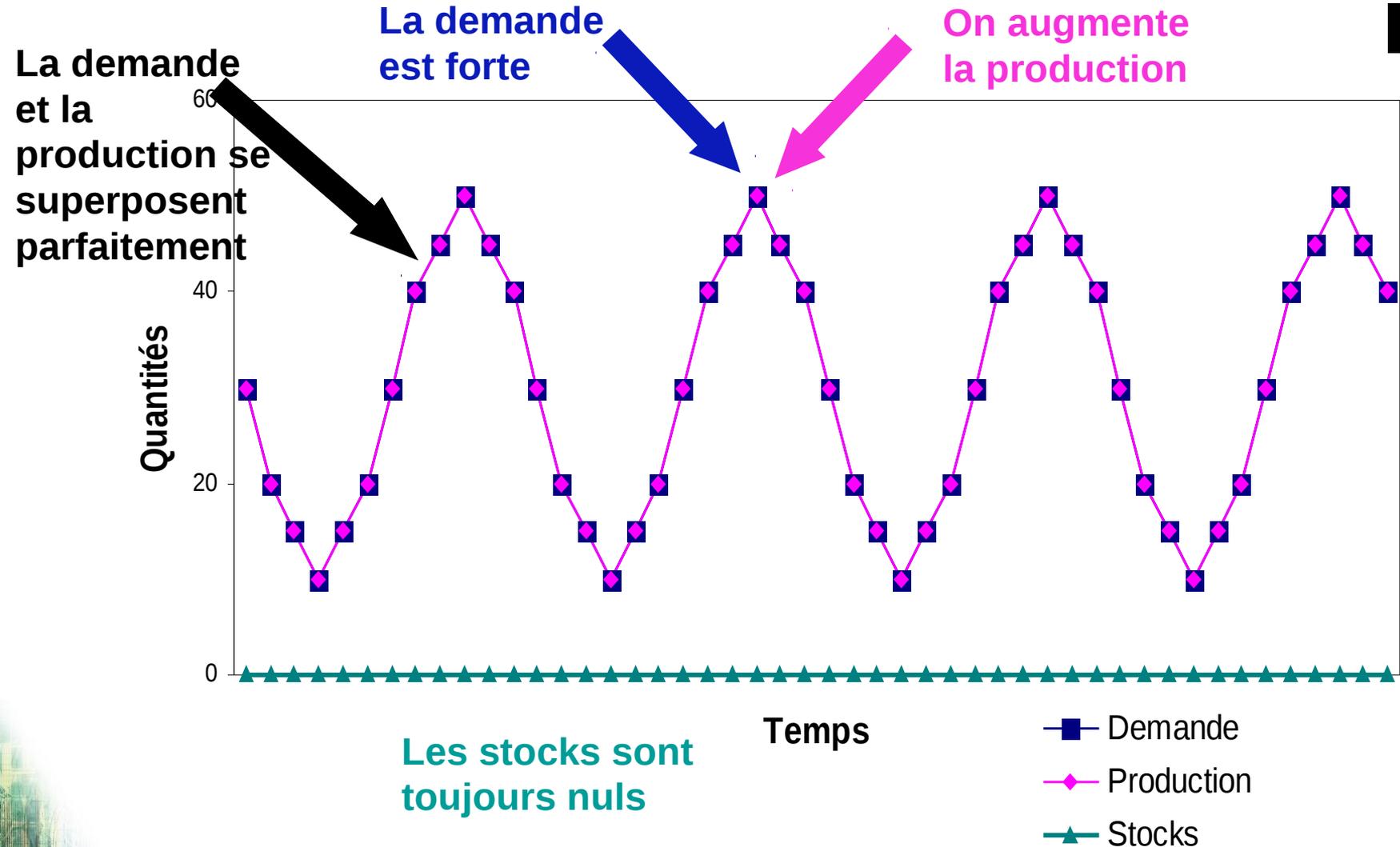
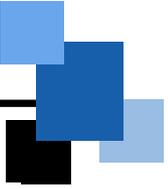
$$278,000 + 2,000 - 1,300 = 278,700 / 12 = 23,225 / 160 = 145,156 \text{ emp.}$$



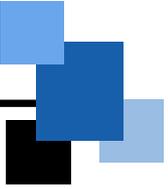
	Initial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Final
Demande		10000	8000	13000	26000	32000	34000	17000	24000	38000	40000	20000	16000	
Production		23225	23225	23225	23225	23225	23225	23225	23225	23225	23225	23225	23225	
Stocks	1300	14525	29750	39975	37200	28425	17650	23875	23100	8325	-8450	-5225	2000	2000
Employés	125	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	
Embauches		20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mises à pied		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Suppléments (équiv. emp.)		0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	
Suppléments (équiv. hrs.)		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	

Production mensuelle = 160 u.é / employé

Stratégie synchrone

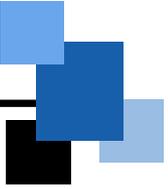


Stratégie synchrone



- Cette stratégie consiste à établir un **taux de production qui suit parfaitement la demande.**
- Elle **élimine les stocks.**
- Elle implique de **fortes variations de l'effectif** (embauche et licenciement), des heures supplémentaires et/ou le recours à la sous-traitance.
- Coûteuse à cause des problèmes d'implantation.
 - Coût de variation du niveau de production : embauche, mise à pied, formation etc.

Stratégie synchrone

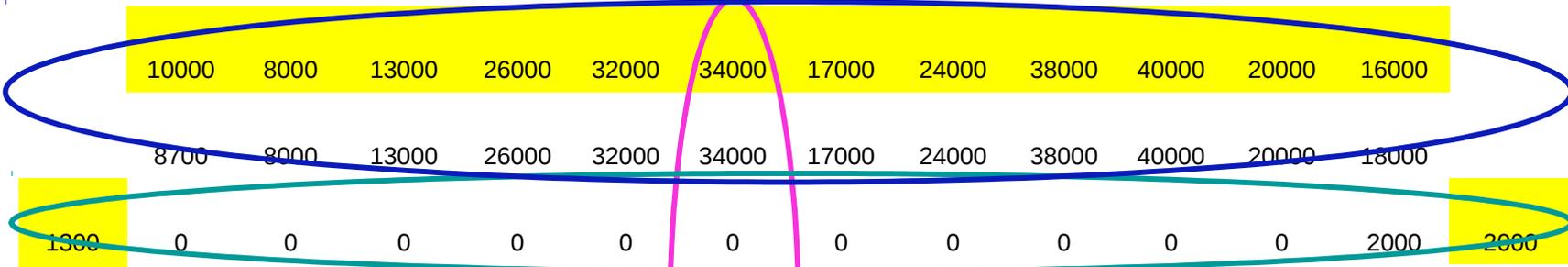


Le plan synchrone : Un exemple

$34,000 / 160 = 212.5 \text{ emp.}$



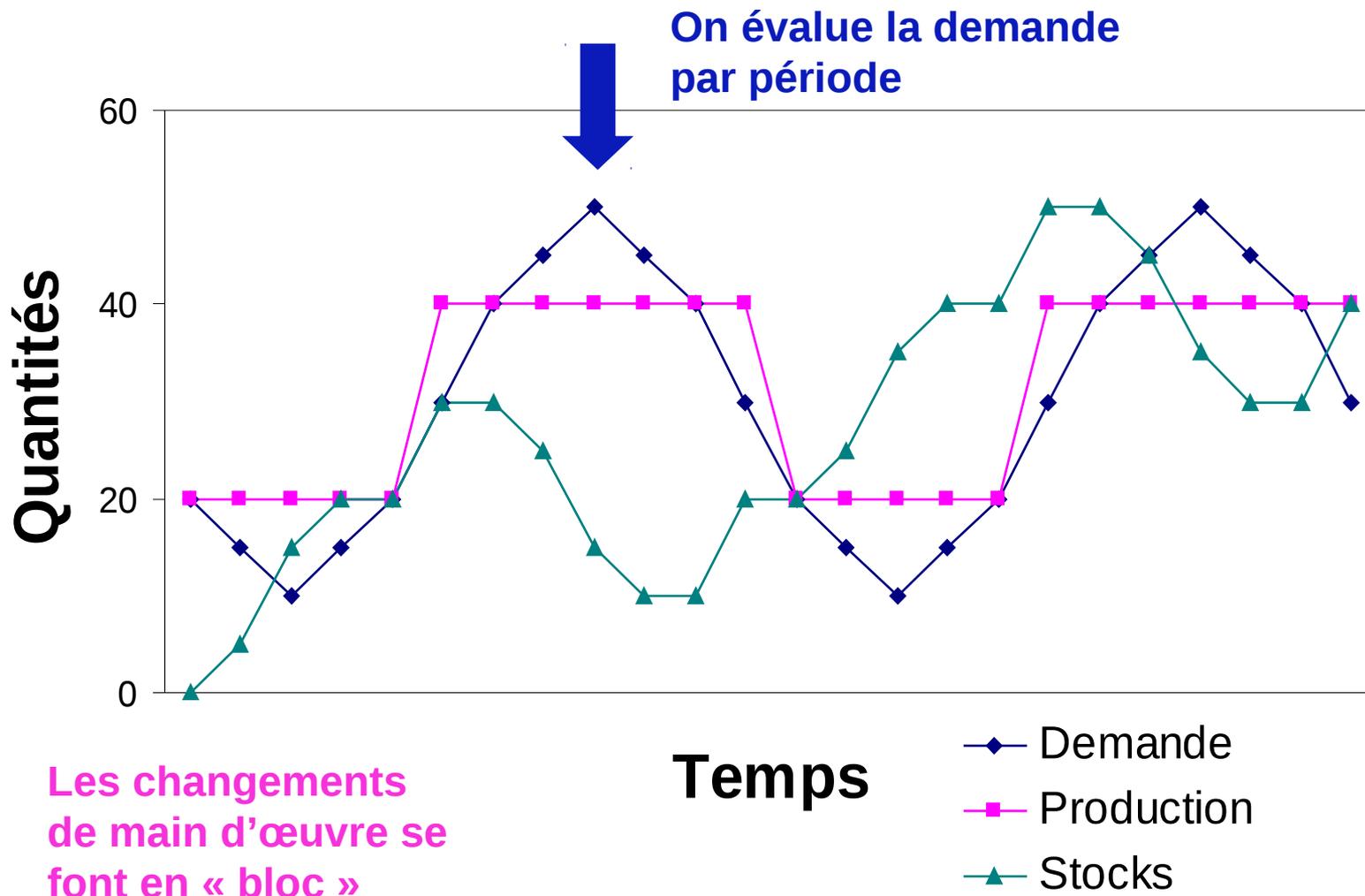
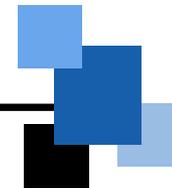
	Initial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Final
Demande		10000	8000	13000	26000	32000	34000	17000	24000	38000	40000	20000	16000	
Production		8700	8000	13000	26000	32000	34000	17000	24000	38000	40000	20000	18000	
Stocks	1300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	2000
Employés	125	107	107	107	139	178	178	178	178	209	209	147	147	
Embauches		0	0	0	32	39	0	0	0	31	0	0	0	
Mises à pied		18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	
Suppléments		0	0	0	23,5	22	34,5	0	0	28,5	0	0	0	



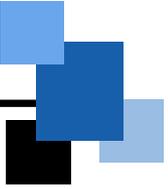
Production mensuelle = 160 u.é / employé

$178 + 34.5 = 212.5 \text{ emp.}$

Stratégie hybride ou modérée

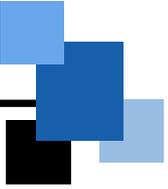


Stratégie hybride ou modérée



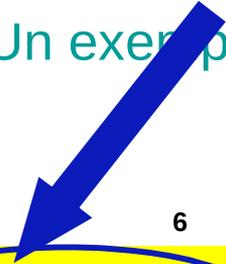
- Cette stratégie se situe entre les deux premières :
 - Le taux de production est moins variable que dans le plan synchrone;
 - La quantité moyenne en stock est moins grande que dans le plan nivelé.
- Elle est généralement la moins coûteuse;
- Elle est la stratégie optimale si elle est obtenue rigoureusement.

Stratégie hybride ou modérée



Stratégies modérées : Un exemple

Augmentation de la demande

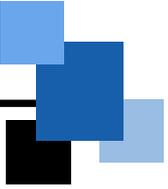


	Initial	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	Final
Demande		10000	8000	13000	26000	32000	34000	17000	24000	38000	40000	20000	16000
Production		8700	15776	16000	20800	27040	32448	27040	27040	32448	32448	20960	18000
Stocks	1300	0	7776	10776	5576	616	-936	9104	12144	6592	-960	0	2000
Employés	125	100	100	100	130	169	169	169	169	200	200	162	162
Embauches		0	0	0	30	39	0	0	0	31	0	0	0
Mises à pied		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
Suppléments		0	0	0	0	0	33,8	0	0	33,8	33,8	0	0

Augmentation de l'effectif

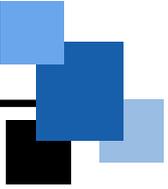
Production mensuelle = 160 u.é / employé

Étapes de préparation d'un plan global optimal



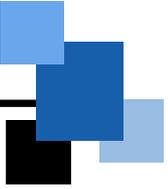
1. La collecte des informations requises
2. L'analyse des coûts unitaires des éléments de stratégie
3. L'analyse des **arbitrages** entre les différents éléments de stratégie
4. L'élaboration de plans correspondant à diverses stratégies et l'évaluation économique de ces plans
5. L'intégration des variables et contraintes non quantifiées
6. Le choix du plan optimal

La détermination d'un plan de production optimal : Décisions d'arbitrage



- Comparaison entre les éléments de stratégie
 - Coûts de stockage et de pénurie;
 - Coûts de stockage et prime de temps supplémentaire (TS);
 - Prime de TS et coûts d'embauche/mise à pied;
 - Etc.
- **But : Détermination du SEUIL DE PRÉFÉRENCE.**

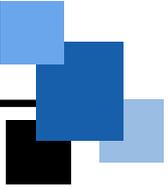
La détermination d'un plan de production optimal : Décisions d'arbitrage



Exemple : Énoncé

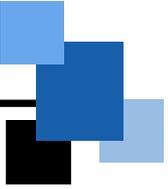
La compagnie ABC vend des produits dont les coûts mensuels unitaires de stockage s'élèvent à 4\$. Par ailleurs, il en coûte 10 \$ de plus pour fabriquer une unités en temps supplémentaire.

Déterminer le seuil de préférence entre les heures supplémentaires et le stockage.



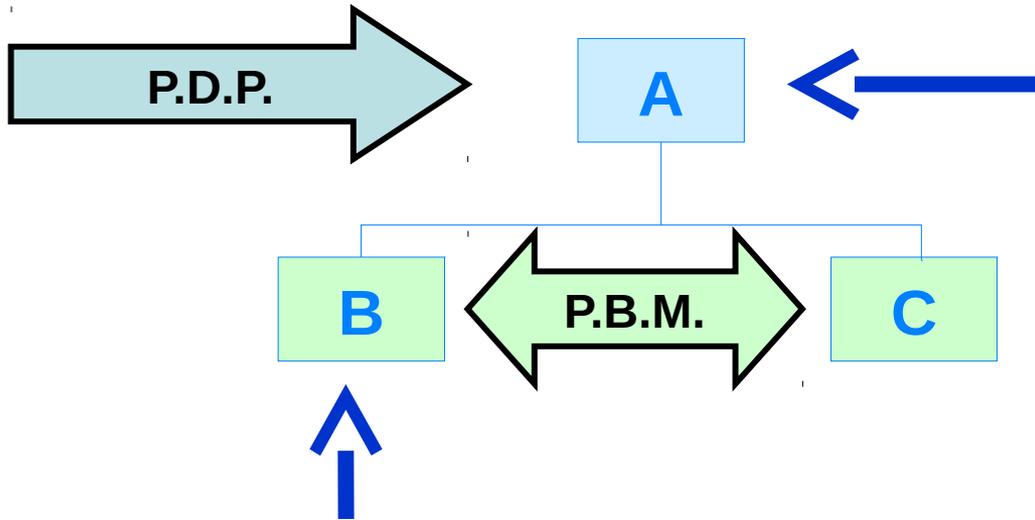
La planification détaillée (plan directeur de production, ou PDP)

Principales différences entre le plan global de production et le PDP



	Plan global de production	Plan directeur de production
Objectif principal	Choix d'options dans l'utilisation des installations et des ressources	Détermination des quantités et des dates relatives aux produits à fabriquer
Intrant principal	Prévisions de la demande	Commandes fermes ou anticipées
Unité de produit	Unité équivalente	Unité réelle
Horizon	De 12 à 15 mois	Environ 3 mois
Échelonnement des activités	Intervalles de 1 mois	Intervalles de 1 semaine

Demande dépendante et indépendante



Demande indépendante: doit être prévue

- Produits finis
- Pièces de service

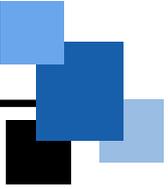
Elle n'est pas reliée à la demande d'autres articles à un niveau plus élevé de la nomenclature

Demande dépendante: doit être calculée

- Composants
- Matières premières

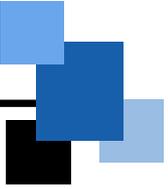
Elle est dérivée de la demande d'autres articles à un niveau plus élevé de la nomenclature

Description de la planification détaillée



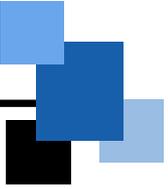
- L'horizon de la planification détaillée est de 3 à 6 mois.
- La planification détaillée procède à la désagrégation des périodes de base de la planification globale (ex. on passe du mois à la semaine).
- Au lieu de parler d'unités équivalentes (planification globale), on parle de produits finis en unités réelles et de pièces de rechange.
- La planification détaillée traite d'unités (produits finis ou pièces de rechange) dont la demande est indépendante.

Objectifs de la planification détaillée



- Établir et respecter les dates de livraisons
- Déterminer les dates de commandes
- Utiliser efficacement les capacités
- Atteindre les objectifs du plan de production
- Effectuer les arbitrages entre la production et le marketing

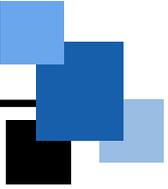
Plan directeur de production : Intrants



Les intrants au PDP sont :

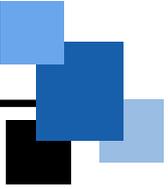
- Les stocks de début ou initiaux (S_i);
- Les prévisions pour chaque période couvertes par le PDP;
- Les commandes clients (commandes déjà acceptées des clients);
- La capacité globale disponible selon le plan global de production.

Démarche pour l'élaboration d'un PDP



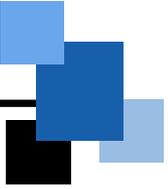
- Identification des produits;
- Élaboration du tableau PDP pour chaque produit en unités réelles en fonction des données disponibles (prévision de la demande; commandes acceptées, stocks initial et final; choix de lotissement; délais de fabrication) et des contraintes spécifiées;
- Sommaire des capacités en unités équivalentes (pour l'ensemble des produits);
- Vérification du respect des contraintes (limites de capacité de production; niveau des stocks, etc.)

Les variables du PDP



- F_i : Prévision de la demande à la période i ;
- C_i : Commandes acceptées à la période i ;
- S_i : Stock projeté à la période i ;
- DV_i : Stock disponible à la vente à la période i ;
- P_i : Production planifiée à la période i ;
- L_i : Lancement planifié à la période i .

Élaboration du plan préliminaire



Définition : Le plan préliminaire s'assure que les stocks projetés sont supérieurs ou égal à zéro. Il ne tient pas compte des contraintes de l'entreprise.

Méthodologie :

1. Déterminer la valeur maximum entre F_i et C_i :

$$\text{Max} (F_i ; C_i);$$

2. Calculer $S_i = S_{i-1} - \text{Max} (F_i ; C_i)$:

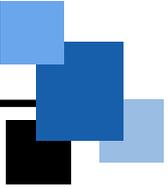
– $S_i \geq 0$ \Rightarrow $P_i = 0$ \Rightarrow $S_i = S_{i-1} - \text{Max} (F_i ; C_i);$

– $S_i < 0$ \Rightarrow $P_i = \text{lot}(s)$ de production planifiée

\Rightarrow $S_i = S_{i-1} - \text{Max} (F_i ; C_i) + P_i.$

3. Déterminer les L_i en fonction des délais et des P_i .

Élaboration du plan préliminaire



- **Stock projeté** : P_i représente le nombre d'unités produites (établie en fonction des lots de production) pour satisfaire $S_i \geq 0$. C'est-à-dire, il n'est pas nécessaire de fabriquer plus de lots que nécessaire.

Démarche pour l'élaboration d'un PDP

- 1) **Fi** : Prévisions de la demande pour les produits à demande indépendante
- 2) **Ci** : Commandes fermes reçues de la part des clients pour la période i.
- 2a) Identifier le Max entre les prévisions et les commandes acceptées
- 5) **Pi** : Production planifiée (PDP) pour la période i :

Si pénuries non admises :

$$\geq + \text{Max} \{ \text{prévisions (i)}, \text{cmdes acceptées (i)} \} - \text{stock projeté (i - 1)}$$

Dans les faits, la production sera en fonction de la capacité et des autres produits dans la gamme.

Nom du produit	Taille du lot	Délai	Stock (début)
X12DE	200	1	310

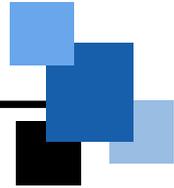
Période	1	2	3	4
Prévisions	250	250	250	250
Commandes clients	230	240	280	150
Stock projeté	60	10	130	80
PDP (Réception planifiée)		200	400	200
Lancement planifié	200	400	200	

- 4) **Si** : Stock projeté (i) = + stock projeté (i - 1) + production planifiée (i) - **Max** (prévisions (i), commandes acceptées (i))

- 5) **Li** : Lancements planifiés décalés du délai

Plan préliminaire :

Complétez la grille de PDP suivante



Article A

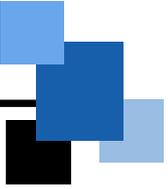
Périodes		1	2	3	4	5	6	7	8
Prévisions de la demande		50	45	45	50	50	50	40	40
Commandes acceptées		25	60	15	55	25	35		
Stock projeté	100								
PDP (réceptions planifiées)									
Lancements planifiés									

Article A

- Stock de début = 100
- Lot de 100 unités
- Délai de 1 semaine
- 1 unité équivalente

Plan préliminaire :

Complétez la grille de PDP suivante



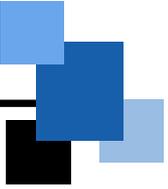
Article B

Périodes		1	2	3	4	5	6	7	8
Prévisions de la demande		60	120	80	40	30	50	20	20
Commandes acceptées		35	150	60	30	25	35		
Stock projeté	300								
PDP (réceptions planifiées)									
Lancements planifiés									

Article B

- Stock de début = 300
- Lot de 100 unités
- Délai de 1 semaine
- 2 unités équivalentes

Élaboration du plan final

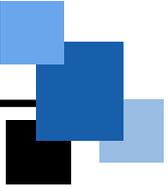


Définition : Le plan final tient compte de l'ensemble des contraintes de l'entreprise. Entre autre de la capacité de production en unité équivalente;

Méthodologie :

1. Équilibrer la fabrication des produits pour tenir compte de toutes les contraintes ^{max} Déplacer les P_i ;
2. Recalculer les S_i ;
3. Calculer $DV1 = S_0 + P_1 - C_1 - C_2 - C_3 - \dots$

Élaboration du plan final



Méthodologie (suite) :

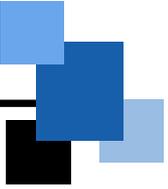
4. Calculer DV_i pour toutes les périodes où $P_i > 0$, c'est-à-dire où il y a une production planifiée :

$$DV_i = P_i - C_i - C_{i+1} - C_{i+2} - \dots$$

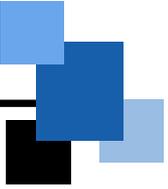
$DV_i = P_i - C_i$ des prochaines périodes jusqu'au C_i de la prochaine période de production, mais ne l'incluant pas.

5. Procéder à l'équilibrage des DV_i .

Élaboration du plan final



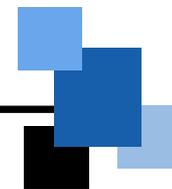
- **Utilisation des DVi** : Le stock disponible à la vente peut-être utilisé pour déterminer si l'on peut accepter des commandes supplémentaires. Il est important de comprendre que les stocks disponibles à la vente des périodes précédentes sont utilisables durant la période courante.



Précision par rapport au Stock disponible à la vente :

- Il ne s'agit pas du stock projeté (i.e., le stock prévu si la demande se réalise), mais bien du stock réel en main (à la première semaine du plan) et à recevoir, et qui n'a pas encore été mis en réserve pour remplir une commande ferme;
- Il sert d'interface avec le service des ventes, de manière à ce que ce dernier sache s'il est possible ou non d'accepter de nouvelles commandes à livrer à des périodes précises;
- Il est réajusté à chaque jour pour tenir compte des nouvelles commandes reçues.

Vérification des contraintes de capacité du plan global : Unité équivalente



Articles A et B

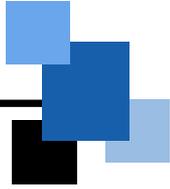
Périodes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Article A - Lancement planifié	100	0	100	0	100	0	0	100	0	0
Article B - Lancement planifié	0	0	200	0	200	0	0	0	0	0
Total	100	0	300	0	300	0	0	100	0	0

La capacité de production est de 200 unités par période. Élaborer un plan final pour chacun des articles.

- Puisque le total des lancements planifiés des articles A et B est supérieur à 200 unités aux périodes 3 et 5, alors on doit déplacer le lancement **de l'un des deux articles** en période 2 et en période 4.
- On choisit par exemple de déplacer le lancement de l'article A en période 2 et en période 4.
- Il faut ensuite faire le plan final de chacun des deux articles.

Complétez la grille de PDP suivante

Plan final : Unité réelle



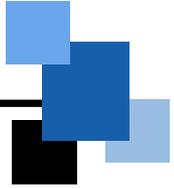
Article A : Calcul des Si

Périodes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prévisions de la demande		50	45	45	50	50	50	40	40	40	50
Commandes acceptées		25	60	40	55	25	35				
Stock projeté	100	50	90	145	90	140	90	50	10	70	20
Stock disp. à la vente											
PDP (réceptions planifiées)		0	100		100	100	0	0	0	100	0
Lancements planifiés		100		100	100	0	0	0	100	0	0

- Le lancement planifié est déplacé de la période 3 à la période 2 et de la période 5 à la période 4.
- Donc, le PDP est déplacé de la période 4 à la période 3.
- Les stocks projetés doivent être recalculés en fonction de ce changement.

Complétez la grille de PDP suivante

Plan final : Unité réelle



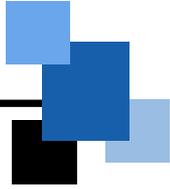
Article A : Calcul des DVi

Périodes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prévisions de la demande		50	45	45	50	50	50	40	40	40	50
Commandes acceptées		25	60	40	55	25	35				
Stock projeté	100	50	90	145	90	140	90	50	10	70	20
Stock disp. à la vente		75	40	5		40				100	
PDP (réceptions planifiées)		0	100	100	0	100	0	0	0	100	0
Lancements planifiés		100	100	0	100	0	0	0	100	0	0

- $DV1 = S0 + P1 - C1$ (puisque'il y a une production planifiée en période 2, on n'inclut pas le C2 dans le calcul).
- $DV1 = 100 + 0 - 25 = 75$.
- $DV2 = P2 - C2 = 100 - 60 = 40$.
- $DV3 = P3 - C3 - C4 = 100 - 40 - 55 = 5$.
- $DV5 = P5 - C5 - C6 - C7 - C8 = 100 - 25 - 35 - 0 - 0 = 40$.

Complétez la grille de PDP suivante

Plan final : Unité réelle



Article B : Calcul des Si et des DVi

Périodes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prévisions de la demande		60	120	80	40	30	50	20	20	20	30
Commandes acceptées		35	150	60	30	25	35				
Stock projeté	300	240	90	10	70	40	90	70	50	30	0
Stock disp. à la vente		55			45		65				
PDP (réceptions planifiées)		0	0	0	100	0	100	0	0	0	0
Lancements planifiés		0	0	100	0	100	0	0	0	0	0

- Puisqu'on apporte aucun changement aux lancements planifiés de l'article B, le plan préliminaire et le plan final sont identiques.
- $DV1 = S0 + P1 - C1 - C2 - C3 = 300 + 0 - 35 - 150 - 60 = 55.$
- $DV4 = P4 - C4 - C5 = 100 - 30 - 25 = 45.$
- $DV6 = P6 - C6 - C7 - C8 - C9 - C10 = 100 - 35 - 0 - 0 - 0 - 0 = 65.$