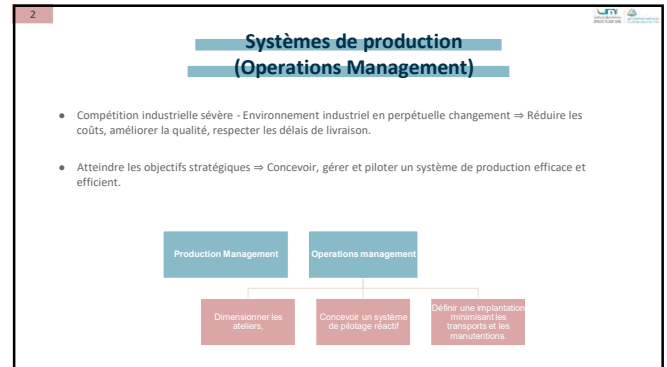
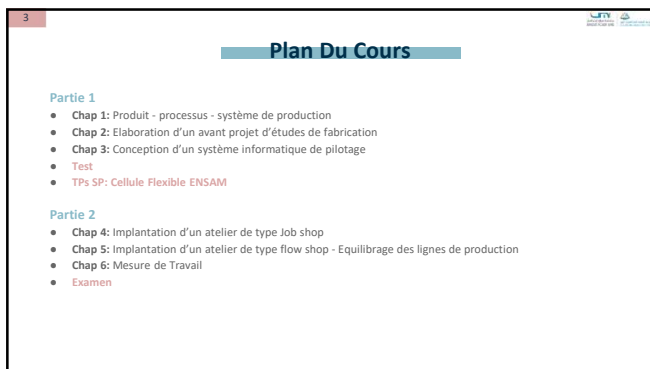




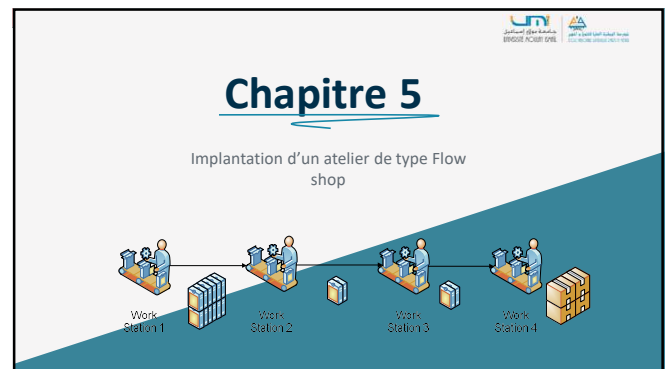
1



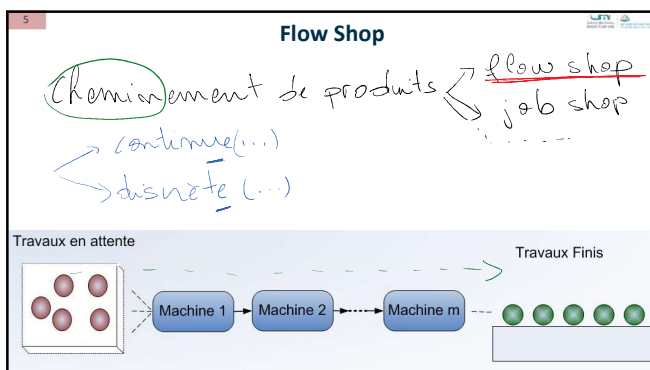
2



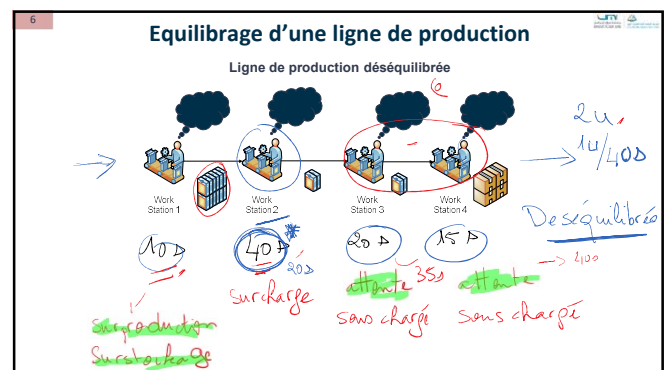
3



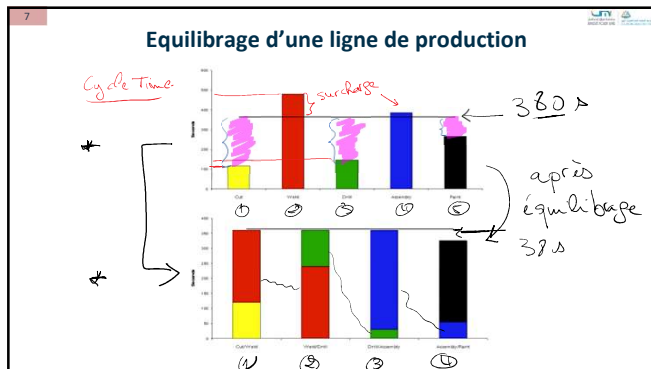
4



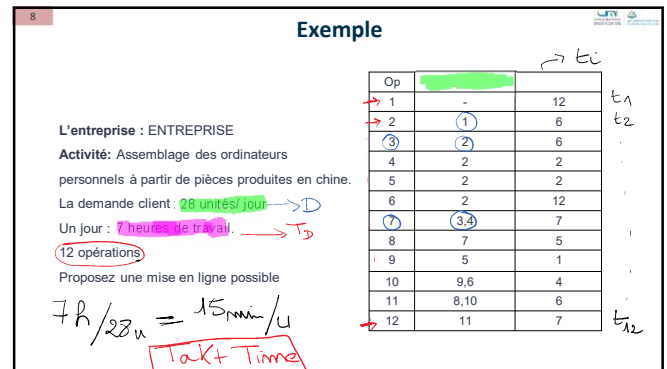
5



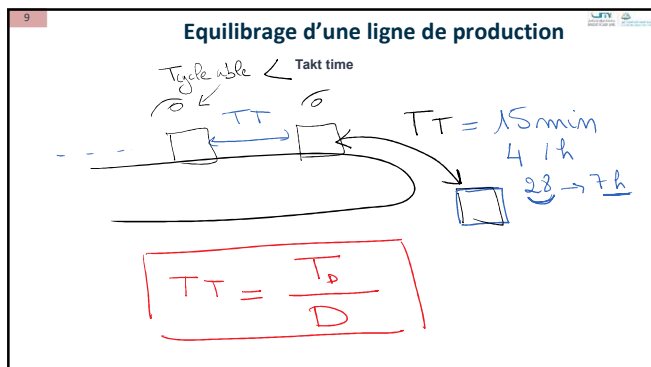
6



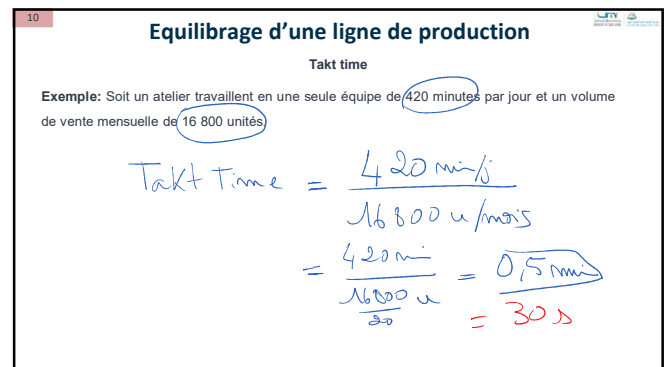
7



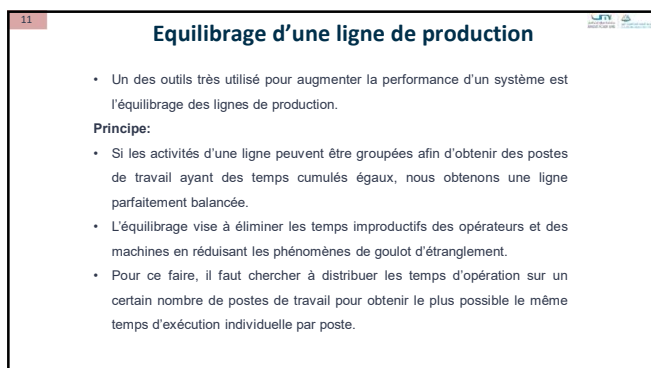
8



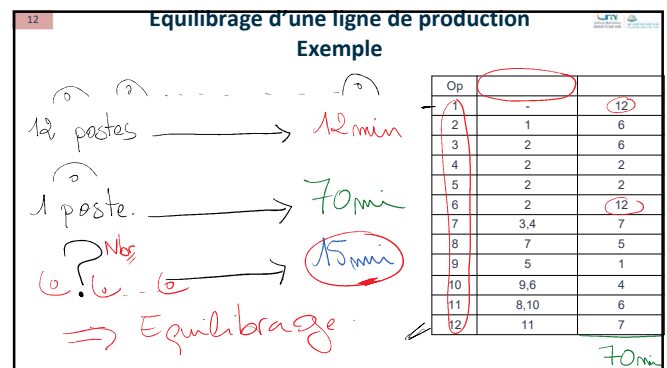
9



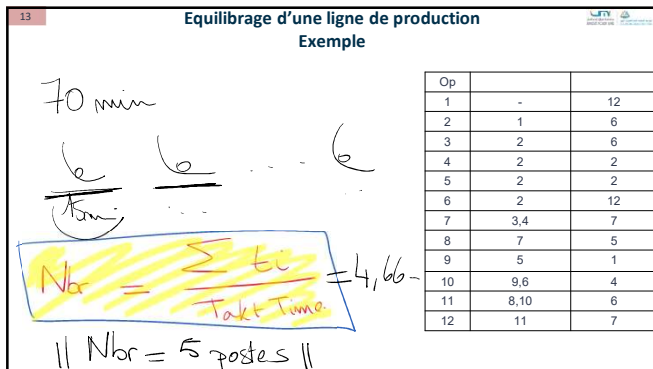
10



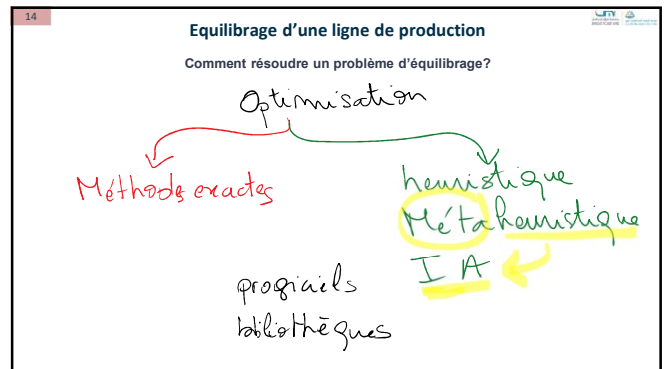
11



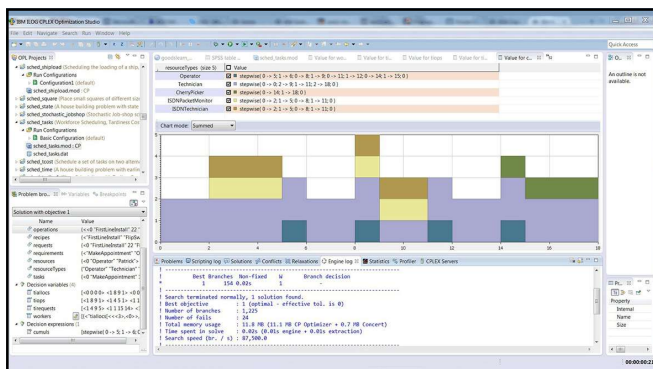
12



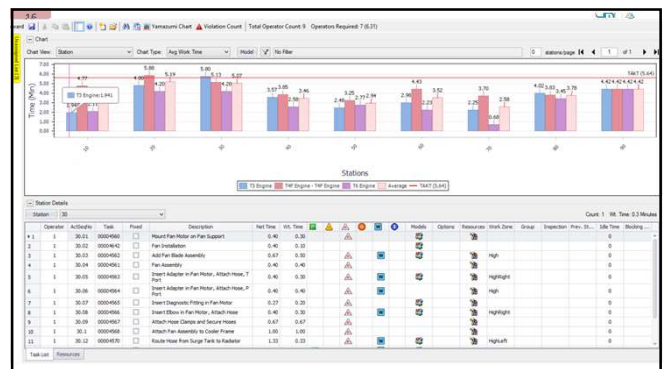
13



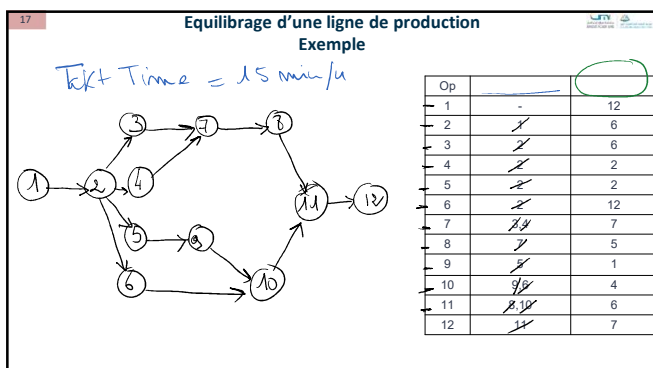
14



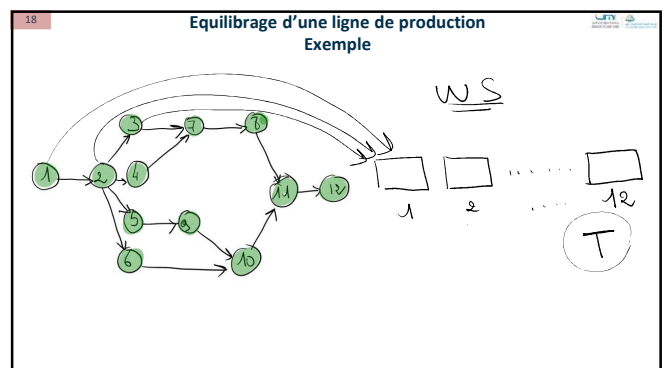
15



16



17



18

19

Equilibrage d'une ligne de production

Exemple

Variables

- $S_j = \begin{cases} 1 & \text{si la ws } j \text{ est choisie} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$
- $X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si l'opération } i \text{ est affectée à la ws } j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

fct objective.

$$\text{Min} \sum_{j=1}^{12} S_j$$

19

20

Equilibrage d'une ligne de production

Exemple

* Antériorité

$$\begin{cases} X_{1,1} \leq X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + \dots + X_{2,12} \\ X_{1,2} \leq X_{2,2} + X_{3,3} + \dots + X_{3,12} \\ X_{1,3} \leq X_{2,3} + X_{3,4} + \dots + X_{3,12} \\ \vdots \\ X_{1,12} \leq X_{2,12} \end{cases}$$

* Cycle Time T

$$\sum_i t_i X_{ij} \leq T \cdot S_j$$

* $\sum_j X_{ij} = 1 \quad \forall i$

20

21

Heuristique

Shortest Processing Time SPT

WS	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7
2	2	5	3	4	6	7	12
3	3	7	6	7	12	4	6
4	8	10	11	4	6	7	12
5	6	10	11	4	6	7	12
6	10	11	4	6	7	12	7
7	12	7	12	7	12	7	12

① efficacité de la ligne:

$$= \frac{\sum t_i}{N \cdot T} = \frac{70}{7 \times 15} = 66\%$$

② Indice de fluidité:

$$\sqrt{\frac{10^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 6^2}{7}} = \sqrt{\frac{70}{7}} = \sqrt{10} = 3.16$$

21

22

Heuristique

Méthode par classement d'importance de position - ranked positional weight method, RPW

WS	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7
2	2	5	3	4	6	7	12
3	3	7	6	7	12	4	6
4	8	10	11	4	6	7	12
5	6	10	11	4	6	7	12
6	10	11	4	6	7	12	7
7	12	7	12	7	12	7	12

22

23

Equilibrage d'une ligne de production

Nombre de Postes Théoriques Minimal

Nombre théorique minimum de postes: $N_{min} = \sum t_i / \text{Takt time}$

$\sum t_i$: Somme des temps de l'ensemble de tâches, soit le temps total de cycle

Efficacité: $\sum t_i / (N_{effectif} \cdot \text{Takt time})$

N effectif: Le nombre effectif de postes

Temps d'inactivité (improductif): $N \cdot \text{Takt time} - \sum t_i$

Pourcentage de temps improductif = $100 - \text{Efficacité}$

23

24

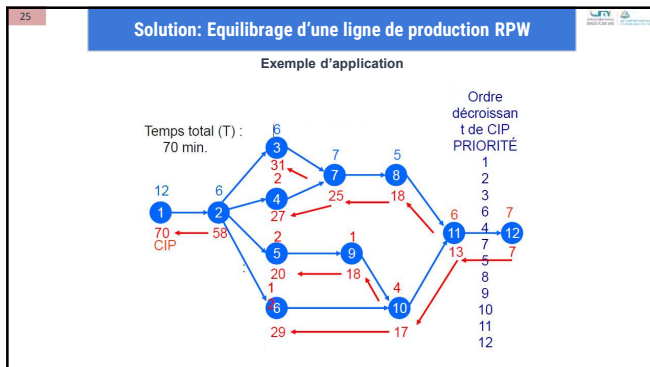
Equilibrage d'une ligne de production

Méthode par classement d'importance de position (CIP ou RPW).

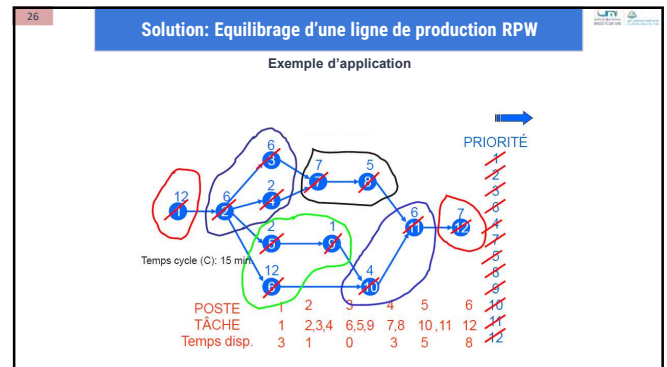
- Déterminer le temps total cumulatif des successeurs de chacune des opérations;
- Énumérer les opérations par ordre décroissant de CIP;
- Commencer par le sommet de la liste et regrouper successivement les opérations sans dépasser le takt time et sans violer les contraintes de succession;
- Continuer jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'ajouter aucune opération;
- Répéter 2 et 3 pour les autres postes jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'opérations dans la liste.

CIP: coefficient de position, somme du temps de la tâche plus les temps de toutes tâches qui le suivent dans le réseau.

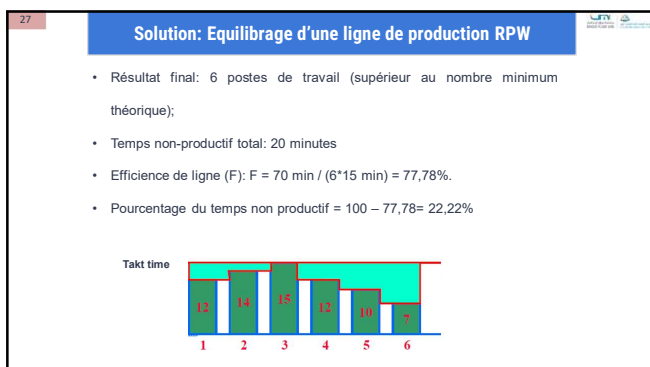
24



25



26



27