

Séquence 8 :

TERRASSEMENT : Rotation d'engins

1 – Introduction

Nous savons actuellement calculer de façon précise les volumes de remblais et/ou de déblais. Selon l'importance du chantier, le volume sera par conséquent plus ou moins grand. Si ce volume est du déblai, il faudra prévoir les moyens nécessaires afin d'évacuer les terres au mieux. De la même façon, si on est en présence de remblais, il faudra organiser l'acheminement des terres sur le chantier.

Nous pouvons imaginer que ce sont les engins de transport (camions, tombereaux) qui permettent le mouvement des terres sur des chantiers de terrassement.

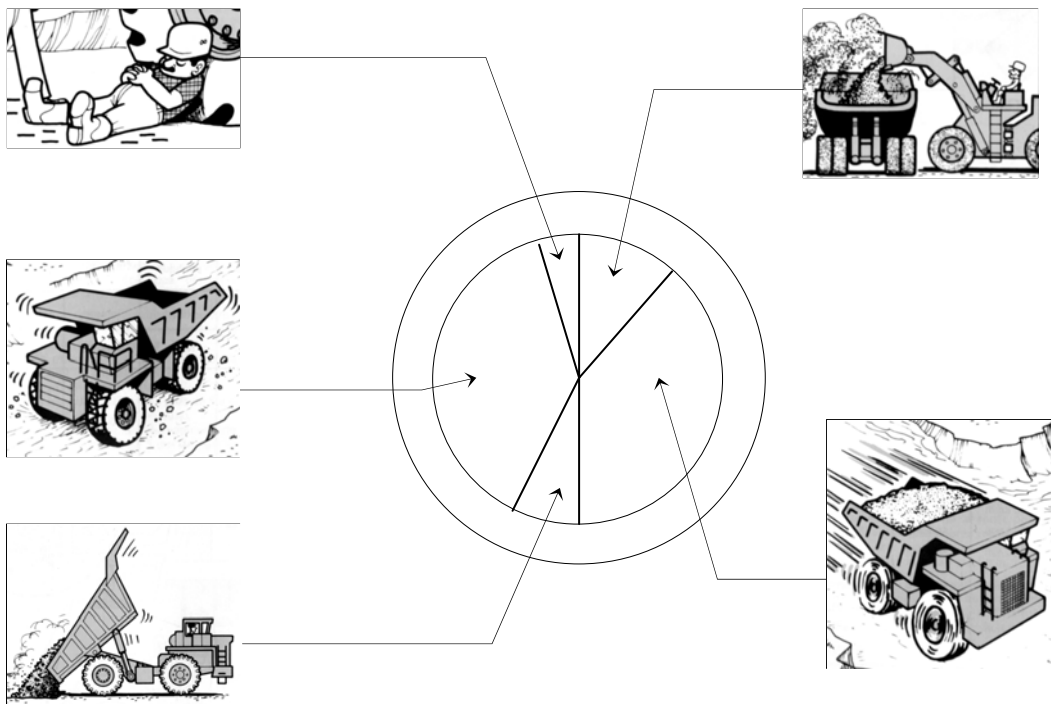
Dans la plupart des cas, les travaux de terrassement nécessitent plusieurs camions : il est donc facile de comprendre que sur un même chantier ceux-ci, par exemple, ne peuvent pas être remplis en même temps par la pelle.

Il faut par conséquent organiser la rotation (ou noria) des camions afin de les utiliser au mieux.

2 – Cycle de travail

La durée d'un cycle de production est le temps nécessaire pour exécuter un tour complet, pour une opération donnée.

Pour estimer la durée d'un cycle, un simple chronométrage suffit. Un bon résultat est obtenu en faisant une moyenne sur quelques rotations. Un cycle est composé de plusieurs étapes ayant chacune une durée élémentaire que l'on peut représenter de la façon suivante :



2 – 1 Détail des différentes étapes

① **Le temps de chargement** est égal à la charge utile du camion divisée par (le rendement théorique de la pelle x coeff d'efficacité x $M_{\text{volumique apparente}}$ foisonnée).

$$T_{ch} = \frac{\text{Charge utile (t)}}{\text{rendement théorique de la pelle x coeff d'efficacité x } M_{\text{volumique apparente}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)}$$

ex : Une entreprise dispose d'une pelle sur chenilles de rendement théorique $120\text{m}^3/\text{h}$, de coefficient d'efficience 0,83 et de camions bennes de charge utile 26t. La masse volumique apparente foisonnée des matériaux est $M_v = 1600\text{kg}/\text{m}^3$.

Qu'est ce que le coefficient d'efficience ?

Des imprévus dus à l'opérateur, à la marche du chantier ou de la machine diminuent le temps d'utilisation réel par rapport au temps d'utilisation théorique. Pour une heure (60min) de fonctionnement théorique, un engin travaillera effectivement, par exemple, 50min. Le coefficient d'efficience est $k = 50/60 = 0,83$

$$T_{ch} = 26 / (120 \times 0,83 \times 1,6) = 0,163 \text{ h}$$

② **Le temps de transport en charge** est égal à la distance du lieu d'emprunt au lieu de dépôt divisé par la vitesse en charge moyenne.

$$T_{tc} = \frac{\text{Distance aller (km)}}{\text{Vitesse moyenne (km/h)}}$$

ex : Les matériaux extraits sont déposés dans une décharge publique située à 12 km. La vitesse moyenne en charge est 30km/h.

$$T_{tc} = 12/30 = 0,40 \text{ h}$$

③ **Le temps déchargement** dépend de l'encombrement, de l'espace disponible sur le chantier.... et est donné forfaitairement.

ex : temps de déchargement : 5min

$$T_{dé} = 5/60 = 0,083 \text{ h}$$

④ **Le temps de transport à vide** est égal à la distance du lieu d'emprunt au lieu de dépôt divisé par la vitesse à vide moyenne.

ex : vitesse à vide moyenne = 60 km/h

$$T_{tv} = 12/60 = 0,20 \text{ h}$$

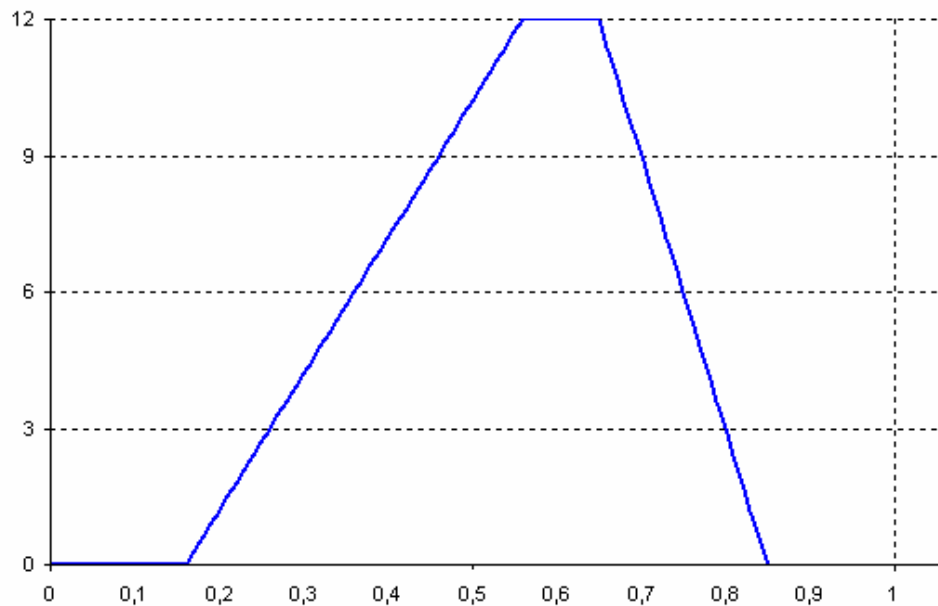
2 – 2 Récapitulatif

Eléments de cycle		Temps (h)
Chargement	$T_{ch} =$	0,16
Transport en charge	$T_{tc} =$	0,400
Déchargement	$T_{dé} =$	0,08
Transport à vide	$T_{tv} =$	0,200
Durée de cycle	$T_{cy} =$	0,84

$$T_{cy} = 0,84\text{h} \text{ donc en minute } T_{cy} = 0,84 \times 60 = 50,4\text{min}$$



2 – 3 Représentation graphique d'un cycle de camions



2 – 4 Nombre de camions

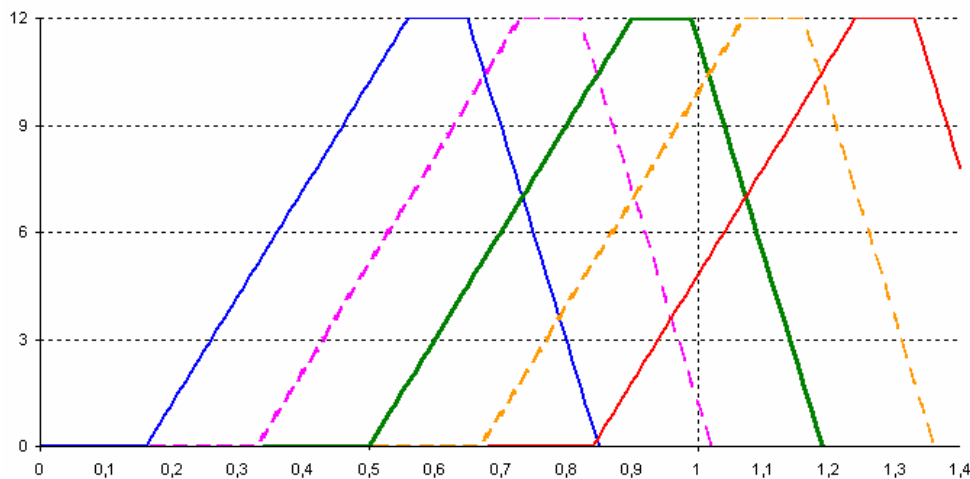
Le nombre de camions à affecter à l'engin d'excavation est égal au temps de cycle d'un camion divisé par son temps de chargement.

Donc $n = 0,84/0,16$ soit $n = 5,25$ camions

Conclusion : Nous avons le choix de prendre 5 ou 6 camions.

Nous allons montrer graphiquement que le choix d'une solution ou d'une autre entrainera obligatoirement l'attente d'engin ou d'un autre.

- Cas ou on prend 5 camions :



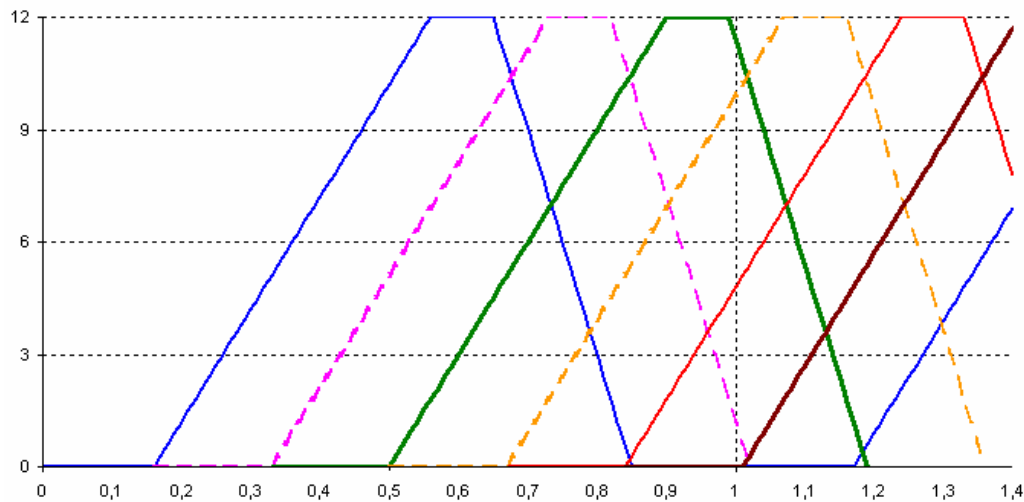
On s'aperçoit que le 5^{ème} camion a fini de charger alors que le 1^{er} n'a pas encore terminé son 1^{er} cycle : cela veut dire que la pelle va être obligée d'attendre.

$$\text{Temps d'attente de la pelle} = T_{cy} - n \times T_{ch}$$

$$\text{Temps d'attente de la pelle} = 0,84 - 5 \times 0,16 = 0,04 \text{h soit } 2,4 \text{min.}$$



- Cas où on prend 6 camions :



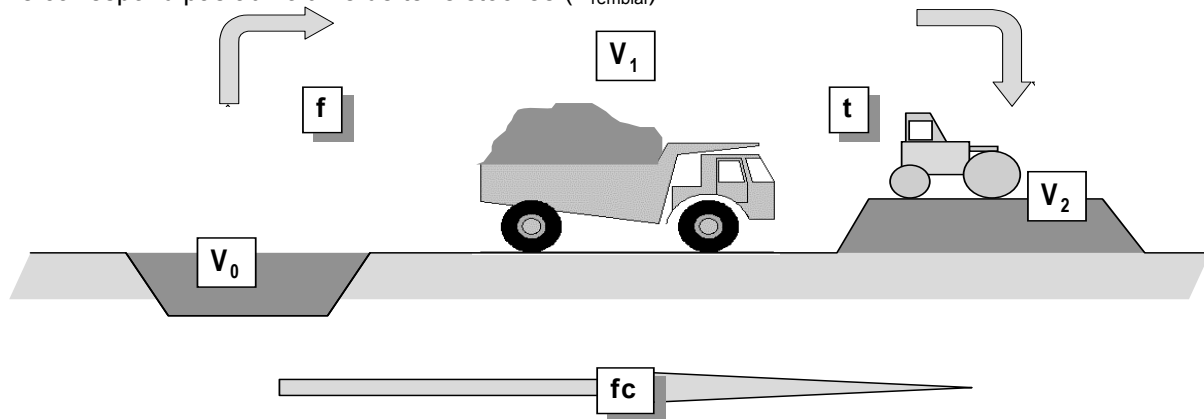
On s'aperçoit que le 1^{er} camion est déjà revenu alors que le 6^{ème} n'a pas encore terminé son chargement : cela veut dire que le premier camion, ainsi que les suivants désormais, va être obligé d'attendre.

$$\text{Temps d'attente du camion} = n \times T_{ch} - T_{cy}$$

$$\text{Temps d'attente du camion} = 6 \times 0,16 - 0,84 = 0,12h \text{ soit } 7,2 \text{ min.}$$

3 – Notions de foisonnement et de tassement

On peut se rendre compte que lorsque on effectue un terrassement, le volume de terre extrait ($V_{\text{déblai}}$) ne correspond pas au volume de terre stockée (V_{remblai})



Définition : Le **foisonnement** est la propriété que présentent les terres d'augmenter de volume lorsqu'on les manipule.

Une décompression du terrain entraîne la formation de vides partiels entre les cailloux, les particules plus ou moins grosses, etc ... Dans la majorité des cas, la terre remise en place n'occupe plus le même volume.

Les terres foisonnées subissent à l'inverse un phénomène de **tassement** lors du compactage.



Dans le domaine routier, le problème de foisonnement se pose à propos des études de remblais et de déblais, soit à propos des transports de terre. On distinguera ainsi 3 types de coefficients qui cerneront ce problème :

coefficient de foisonnement	$f = V1 / V0$
coefficient de tassement	$t = V2 / V1$
coefficient de contre-foisonnement	$fc = V2 / V0 = f \times t$

4 – Applications

Votre entreprise vient de décrocher un chantier de terrassement dont le volume de déblais en place est estimé à 3820,000 m³.

On vous demande d'organiser la rotation de camions qui vont effectuer le transport de ces matériaux. Pour cela, vous bénéficiez des renseignements de l'entreprise suivants :

- Chargeur pour le remplissage des camions:
 - rendement: 60,000 m³ par heure en terrain foisonné.
 - efficience: 50/60.
 - Masse volumique apparente du terrain: 1,50 t/m³.
 - Coefficient de foisonnement du terrain considéré: 20%.
 - Temps de déchargement des camions:
 - Semi-remorque: 0,25 min par m³ transporté.
 - **Temps de travail journalier: 7 heures par jour MAXIMUM.**
 - **Les camions partent du chantier le matin et retournent à celui-ci le soir à la débauche.**
- Les matériaux doivent être évacués à une décharge publique située à 20km du chantier.

Types camions	Capacité (en m ³)	Charge utile (en tonnes)	Vitesses (km/h).	
			chargé	vide
Semi-remorque	16	24	60	78

- 1°) De calculer la durée de cycle d'un camion.
- 2°) De calculer le nombre de camions nécessaires.
- 3°) De tracer sur un planning le cyclage journalier des camions retenus.
- 4°) De calculer la durée du chantier.

