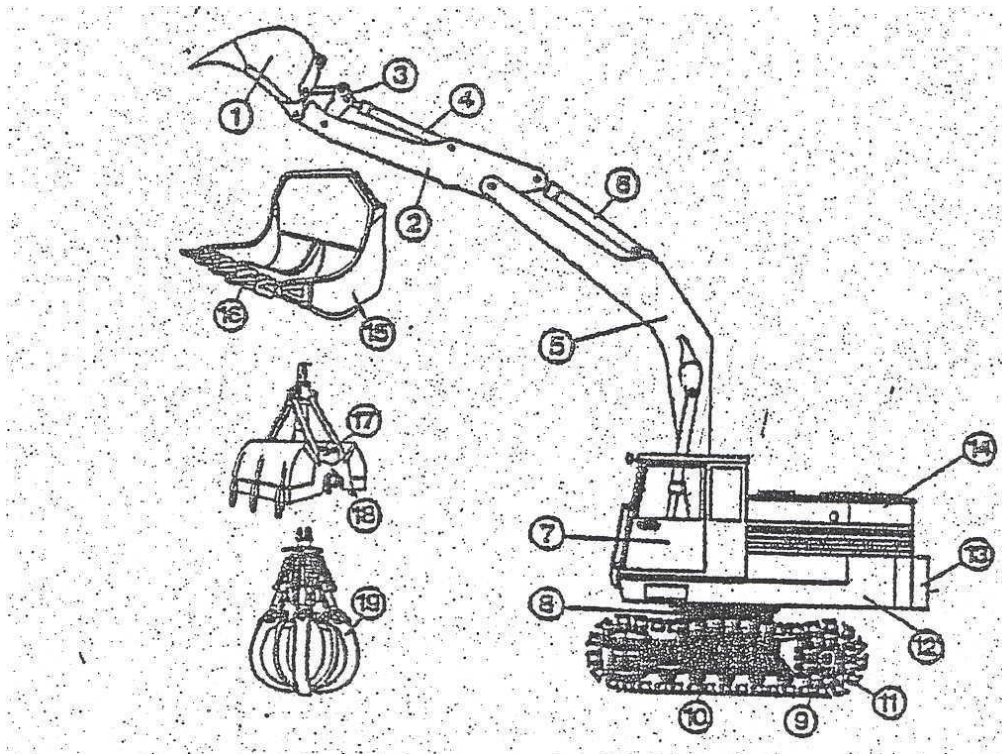


Les pelles hydrauliques

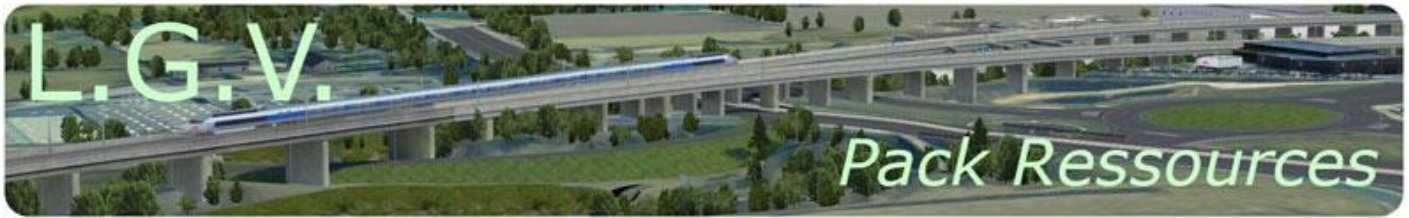


© Hitachi – © Caterpillar

1. Terminologie



- 1- *Godet rétro*
- 2- *Bras (ou balancier)*
- 3- Palonnier
- 4- Vérin de godet
- 5- *Flèche*
- 6 Vérin de balancier
- 7- Cabine
- 8- *Couronne d'orientation*
- 9- Barbotin
- 10- *Châssis porteur*
- 11- Tuile de chenille
- 12- Tourelle
- 13- Contrepoids
- 14- Capotage
- 15- Godet chargeur (ou godet butte)
- 16- Dent de godet
- 17- Benne preneuse
- 18- Coquille de benne preneuse
- 19- Grappin



2. Différents types de pelles

2.1 Les mini pelles :

Les mini pelles sont très fréquentes sur les petits chantiers de voirie, modelage de terrain, et sites offrant peu d'espace. Elles ont un poids allant de 1 à 12T mais sont faciles à transporter à l'arrière d'un camion équipé d'une remorque adéquate.



© Hitachi

2.2 La pelle en rétro (rétrocaveuse) :

La pelle en rétro est conçue pour creuser en dessous de sa surface d'appui à des profondeurs pouvant dépasser 7 m (jusqu'à 9 m pour certains modèles) et charger des engins de transport.

La capacité du godet va de 0,5 à 3 m³, mais peut atteindre 5 m³. Elle peut être installée sur pneus ou sur chenilles.



© Liebherr

2.3 La pelle en butte (sur chenille) :

La pelle en butte effectue en général un travail de reprise ou d'extraction de matériaux, avec une profondeur de pénétration limitée, et charge des engins de transport. La capacité de son godet va de quelques m³ à 40 m³ mais elle reste cantonnée aux mines et carrières.



© Poclain

2.4 Les pelles rail-route :

Les pelles rail routes sont essentielles pour les travaux de ferroviaire.

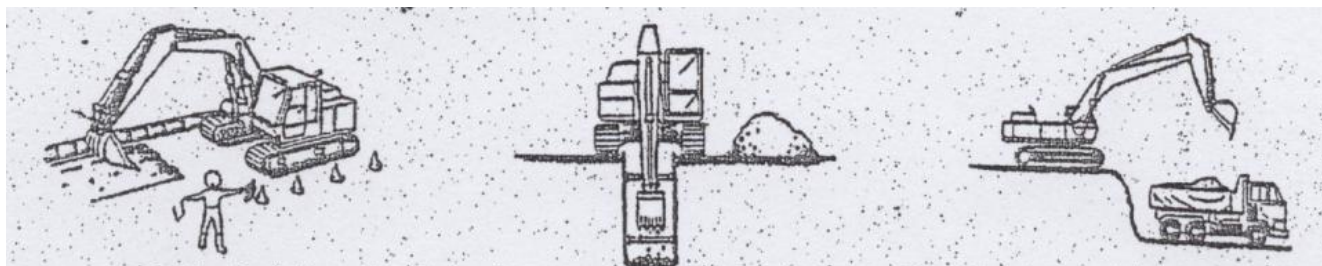


© UNAC

Autres types de pelle :

- Pelles araignées
- Pelles dragline
- Pelles de démolition
- ...

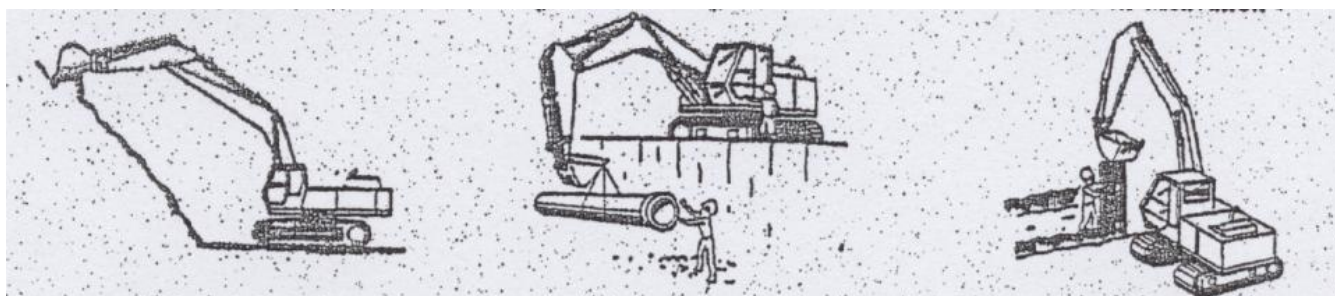
3. Travail des pelles rétro : tâches possibles



Travaux préparatoires

Fouilles en tranchées

Fouilles en excavation



Finitions de talus

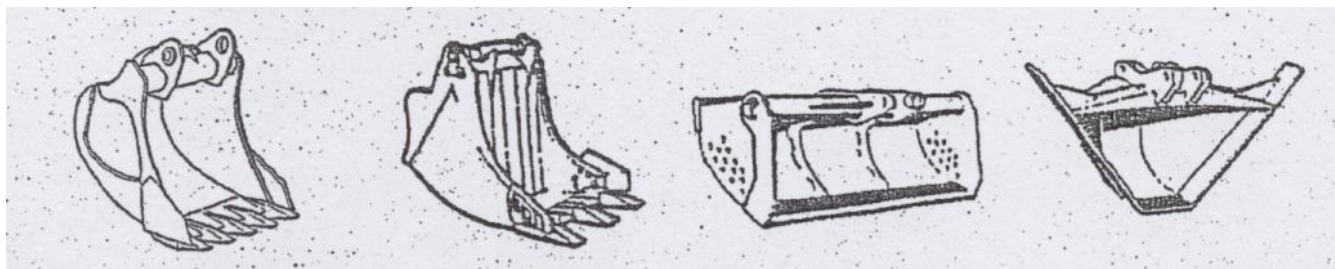
Manutention – Pose de canalisations

Fonçage (palfeuilles)

4. Equipements spécifiques des pelles rétro

4.1 Le godet

Godets pour pelles rétro :



Godet terrassement

Godet avec éjecteur

Godet de curage

Godet pour fossé

Godets pour pelles en butte:



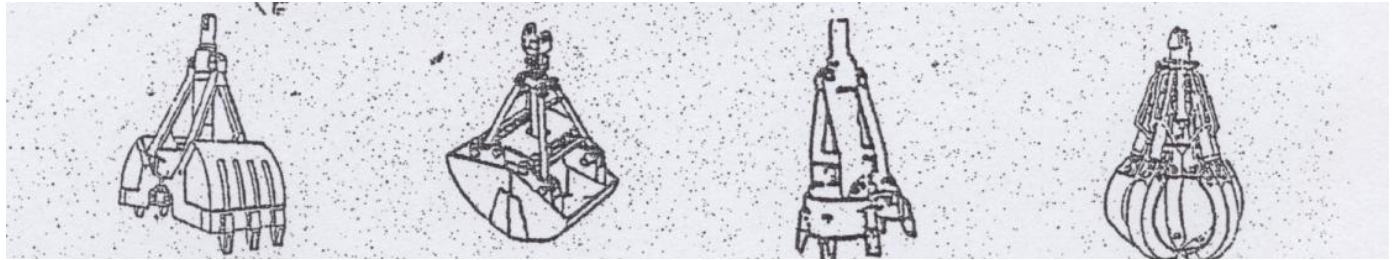
Godet type roc

Godet type reprise

Godet ouvrant (vidage par le fond)



Godets pour pelles en benne preneuse :



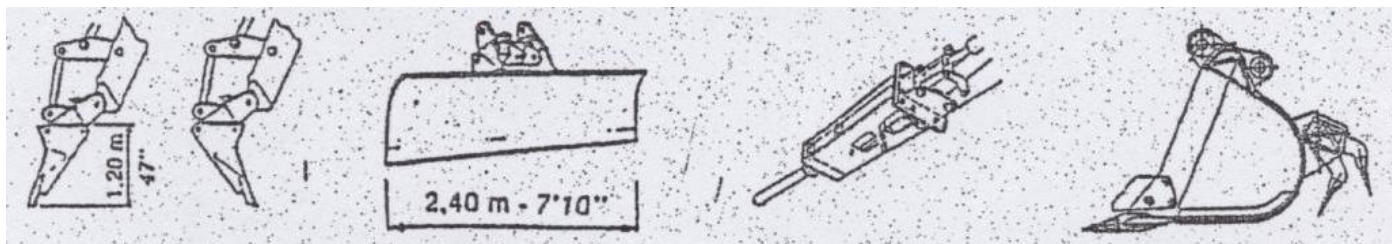
Godet excavation

Godet reprise

Godet de forage

Grappin

4.2 Autres équipements pour pelles rétro :



Lame de remblayage

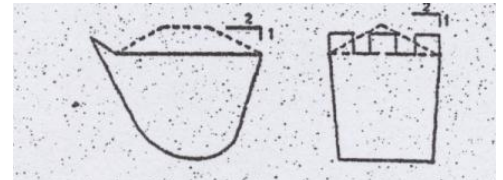
Brise roche hydraulique (BRH)

Dent défonceuse

5. Caractéristiques des pelles hydrauliques

5.1 Capacité nominale :

C'est la capacité à refus correspond au volume à ras auquel s'ajoute le volume du dôme constitué par le matériau accumulé avec une pente de 2/1 (norme CECE).



5.2 Capacité du godet / puissance de la pelle :

Pelles sur chenilles :

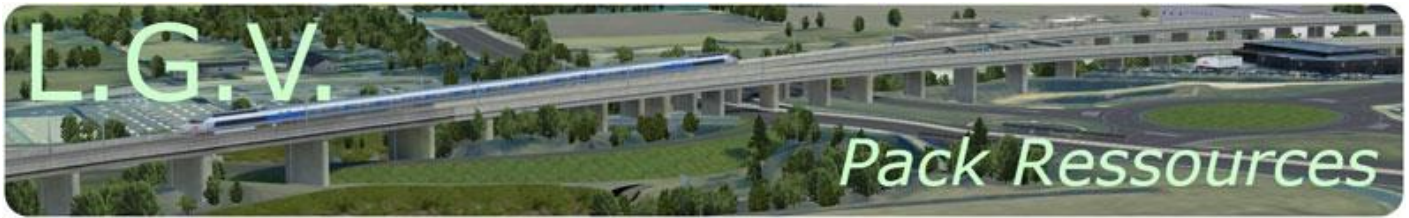
Plus le godet a un volume important, plus la pelle doit être puissante :

Puissance [CV]	Volume du godet rétro [m ³]
80-90	0,8-0,9
110-130	1,2-1,5
150-200	1,4-3
200-250	2-3
320-415	3,5-5

Au-delà de 450 CV, les pelles sur chenilles sont utilisées uniquement en carrières pour reprendre de grandes volées de roches abattues à l'explosif. Le volume des godets dépasse 6 m³.

Pelles sur pneus :

Puissance [CV]	Volume du godet rétro [m ³]
67-85	0,7-0,9
100-130	1,1-1,3

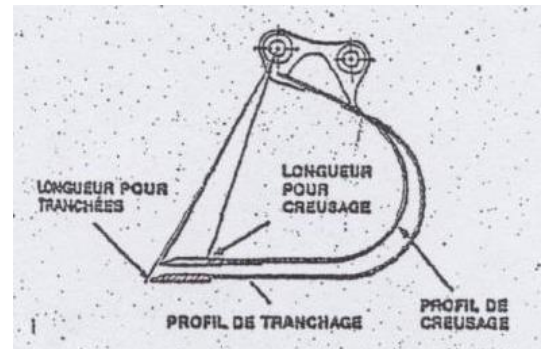


5.3 Choix du godet :

Une pelle hydraulique développe une force de pénétration par cm de lame de coupe beaucoup plus grande que celle des chargeurs à chaînes ou sur pneus.

Pour exploiter au maximum ce potentiel de pénétration, il faut choisir un godet adapté au type de matériau à creuser, en particulier la largeur d'attaque et la longueur (godet long ou court).

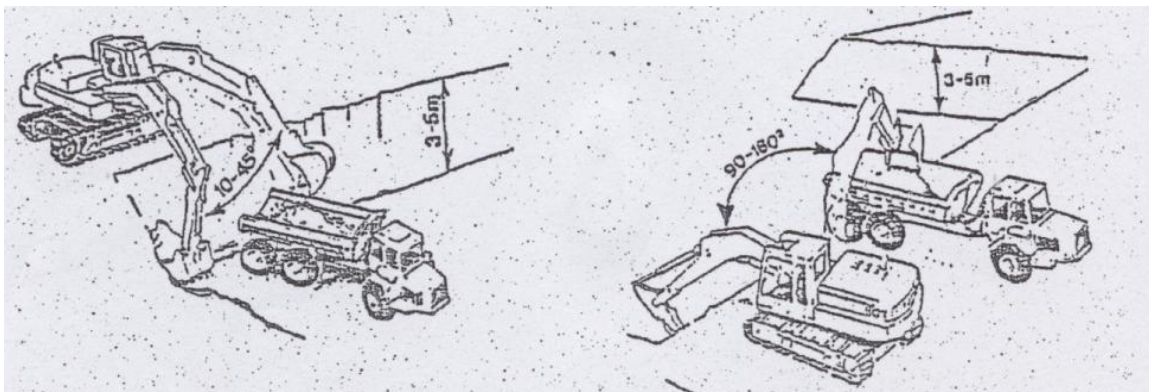
Le profil du godet pour creusage favorise le chargement du matériau, sa faible longueur maximise la force d'arrachage.



5.4 Optimisation du travail des pelles

Les engins de transport doivent être positionnés de telle sorte que le godet de la pelle ne passe jamais au-dessus de la cabine du camion.

Positionnement



1 : Chargement avec dégagement en pied de front

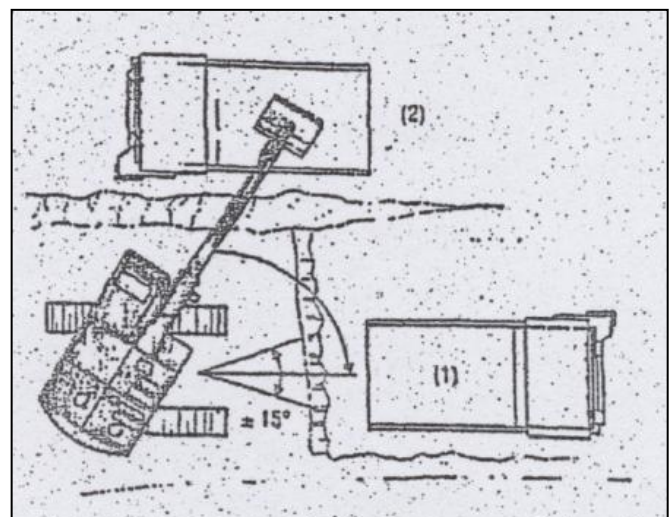
2 : Chargement avec dégagement en sommet de front

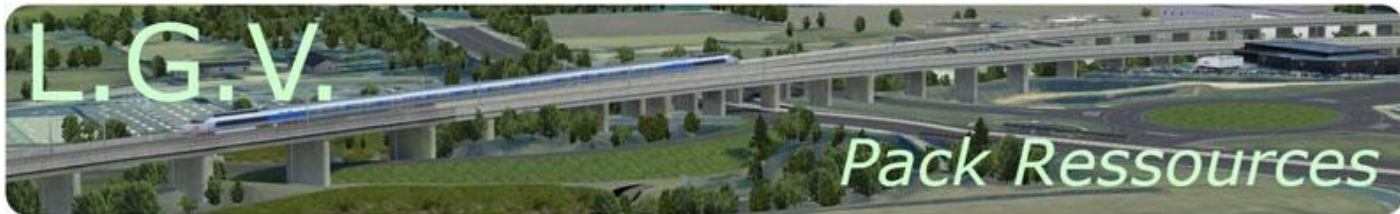
Angle d'orientation optimum

Les engins de transport doivent être positionnés de telle sorte que l'angle de giration de la pelle soit de 45 à 90 ° entre le front de taille et la position de déversement.

Pour obtenir une production accrue, la pelle doit restreindre sa zone de manœuvre à un angle de 15 ° de chaque côté de son axe.

Les camions doivent être placés le plus près possible de l'axe médian de la pelle.





Hauteur de talus

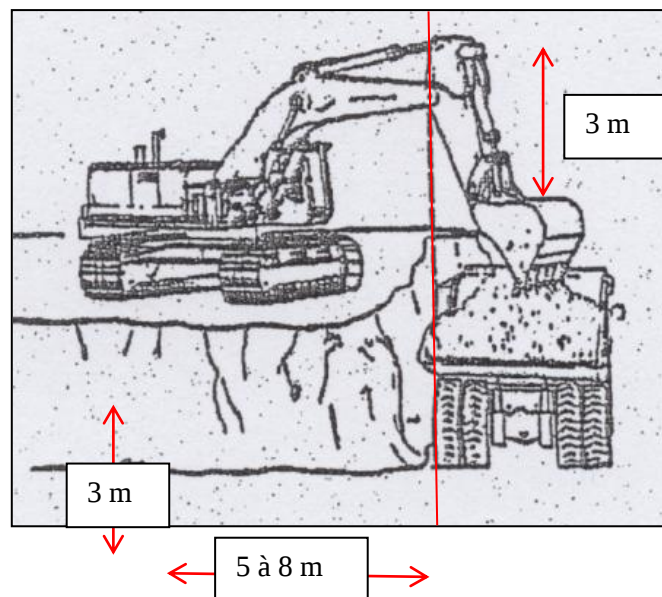
La hauteur de talus idéale est approximativement égale à la longueur du bras si les matériaux sont stables ou consolidés et légèrement inférieure pour les matériaux instables.

Le camion doit être placé de façon à ce que le bord intérieur de la benne coïncide avec la charnière flèche/bras.

Le banc de déblais peut être découpé en tranches de 5 à 8 m de largeur.

Le chargement du godet doit se faire complètement en une seule fois, en partant de la base et en se rendant jusqu'en haut de l'excavation.

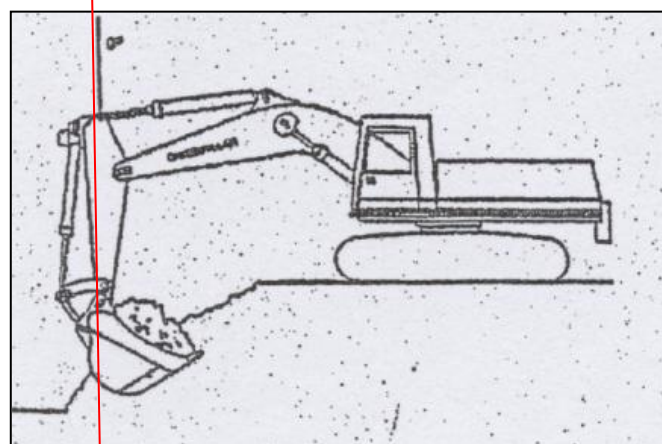
Chaque modèle de pelle possède une profondeur optimale de creusage (ou hauteur de talus pour une pelle butte) : perte de 10 à 15 % du rendement si elle est utilisée en profondeur maximale.



Distance du bord de la fouille

La pelle doit être positionnée de façon à ce que le bras forme une verticale lorsque le godet est plein, pour disposer de l'effort maximum.

Le conducteur doit commencer à remonter la flèche lorsque le cycle de redressement du godet est effectué à 75 %. Le bras doit alors être proche de la verticale.



© Illustrations Caterpillar

Capacité de levage

La capacité de levage des pelles hydrauliques varie en fonction de l'éloignement de la charge (problème de stabilité) et de la hauteur de levage.

Une pelle possède une plage optimale de levage par rapport au niveau du sol :

- Si la charge à lever se trouve au niveau du sol → raccourcir le plus possible le câble.
- Si la charge à lever se trouve en dessous du niveau du sol → Utiliser un câble suffisamment long pour que le crochet se trouve dans la zone de levage optimum.



6. Critères de choix d'une pelle

6.1 Pneus ou chenilles ?

Pneus	Chenilles Acier	Chenilles Caoutchouc
• Mobilité et rapidité des déplacements • Ne dégrade pas les enrobés ou autres supports • Meilleure stabilité avec des stabilisateurs • Capacité de refoulement avec lame de terrassement	• Portance sur tous types de sols • Adhérence • Maniabilité et stabilité dues aux trains sur chaînes • Repositionnement plus rapide (pas de stabilisateur à repositionner).	• Portance • Adhérence • Maniabilité et stabilité • Repositionnement rapide • Ne dégrade pas les enrobés ou autres supports • Courant en mini pelle

6.2 Nature de matériau

La nature du matériau à excaver conditionne le choix du godet (large ou étroit, long ou court, type de dents, ...) ainsi que le genre d'équipements (butte ou rétro).

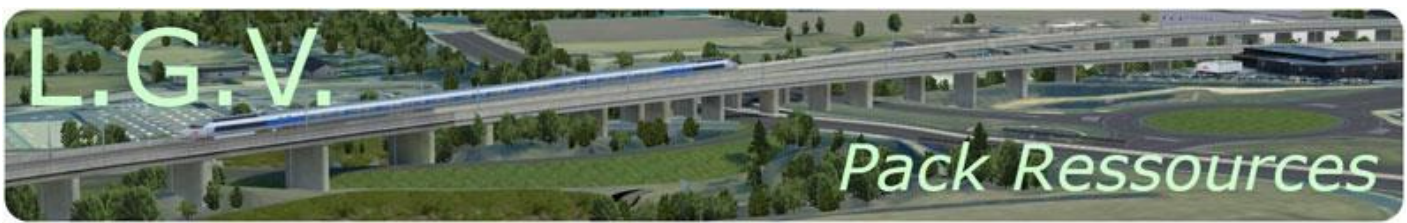
Les matériaux sont classés suivant leur fluidité : plus ils sont pulvérulents (absence de cohésion), plus ils sont faciles à prendre et à vider.

Classe de matériaux – Etats – Nature

Classe « A » : Bonne fluidité	Sols et matériaux pulvérulents ou bouillants : sables, graviers, graves peu plastiques
Classe « B » : Fluidité moyenne	Sols cohérents saturés d'eau : terre végétale, légère, limons, argiles limoneuses, argiles à silex, craies, schistes, calcaire tendre, roches altérées, friables ou bien explosées
Classe « C » : Mauvaise fluidité	Matériaux cohérents, faiblement humides, Consistance mi-dure Marnes très humides, roches mal explosées, D > 0,60 m.
Classe « D » : Très mauvaise fluidité	Matériaux ou sols très collants, argiles grasses, tourbes saturées, vases Découvertes de carrières ou d'emprunt. Roches très mal ébranlées.

Valeurs de facteur de remplissage $F_{\text{remplissage}}$

Matériau	Rendement volumétrique	Facteur de remplissage
Limon humide ou argile sablonneuse	100 – 110 %	1,00 – 1,10
Sable et gravier	95 – 100 %	0,95 – 1,00
Argile dure, tenace	80 – 90 %	0,80 – 0,90
Roche bien pétardée	60 – 75 %	0,60 – 0,75
Roche mal pétardée	40 – 50 %	0,40 – 0,50



6.3 Production horaire à viser : Ph_{CIBLE}

Il faut adapter la taille du matériel aux volumes de matériaux à travailler et aux délais disponibles pour le chantier :

- $V [m^3]$: volume total de matériaux à excaver ou à reprendre durant le chantier
- $T [h]$: délai total productif. T tient compte des délais donnés, des temps d'installation/désinstallation et des aléas qui peuvent interrompre les terrassements (météo prévisible)

On en déduit une production horaire moyenne à viser : $Ph_{CIBLE} [m^3/h] = V / T$

Quelques productions horaires de chantiers de terrassement :

En terrassement d'importance moyenne (10 000 à 200 000m³) : terrassements routiers, bassins...:

On vise souvent des rendements de 150 à 250 m³/h avec des pelles de 25T à 45T, godets de 1 à 3 m³

Terrassements autoroutiers et ferroviaires (> 200 000m³) : terrassements en grande masse

On utilise des pelles de 40 à 70T avec godets de 3 à 5 m³. Les rendements vont de 300 à 600 m³/h, dans des conditions optimales et suivant les sols rencontrés.

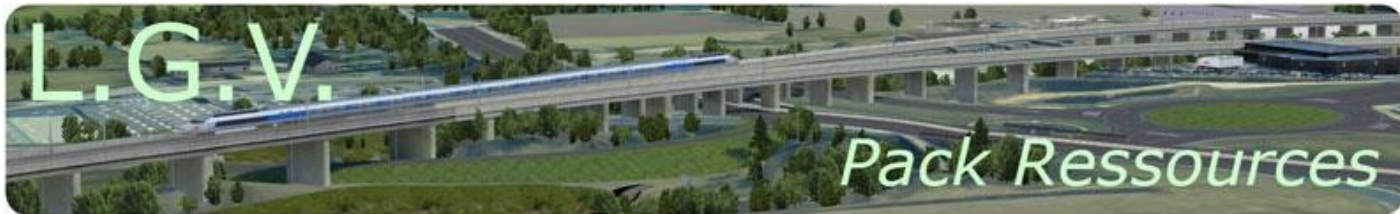
Rappel

Pour des chantiers courants d'assainissement, la pelle doit assurer le creusage, la pose de canalisations et des blindages... : la production horaire de creusement de tranchée ne constitue donc pas le seul critère de choix.

6.4 Unités de transport

On choisit en général une capacité de godet en rapport avec le volume des bennes des engins de transport.

Godet de :	1 m ³	→	Camions de :	10 à 15 tonnes.
	2 m ³	→		15 à 30 tonnes.
	3 m ³	→	Tombereaux de :	25 à 35 tonnes.
	4 m ³	→		30 à 45 tonnes.
	5 m ³	→		35 à 70 tonnes.



7. Production des pelles hydrauliques

7.1 Définition

La production horaire d'une pelle $Ph [m^3/h]$ d'une pelle est le volume de sol en place extrait (ou repris) pendant 1 heure.

7.2 Paramètres définissant la production horaire d'une pelle

La charge par cycle $C_{cycle} [m^3]$

La charge prise à chaque cycle est le volume du godet à refus. Ce volume est à corriger par :

- le facteur de remplissage suivant la nature du sol (l'argile remplit bien un godet alors que des blocs rocheux occupent mal un godet)
- le facteur de foisonnement : en remontant le godet, celui-ci se remplit de sol foisonné

$$C_{cycle} = V_{godet} * F_{remplissage} / F_{foisonnement}$$

Le nombre de cycle par heure : $N_{cycles/h} [1/h]$

Le travail d'une pelle étant répétitif, il est organisé en cycles que l'on peut décomposer en :

- Remplissage du godet
- Manœuvre jusqu'à l'engin de transport
- Vidage du godet
- Manœuvre jusqu'à l'excavation, présentation de l'appareil

Calcul du temps de cycle [min] :

$$T [min] = T_{remplissage\ godet} + T_{pivotement\ en\ charge} + T_{vidage} + T_{pivotement\ à\ vide}$$



© Site passion-liebherr.com – Plateforme de Vatry

Voir tableaux 1 et 2 en annexe.

$$N_{cycle/h} = \frac{60}{T[min]}$$

Du temps de cycle, on peut déterminer le nombre de cycles N_{cycle} par heures :

L'efficience du chantier

On doit corriger la production d'une pelle suivant l'efficacité de l'organisation du chantier (positionnement de la pelle, manœuvres...) et les conditions de travail de la pelle qui ne dépendraient pas de l'organisation du chantier (nature du sol, obstacles, place disponible...).

Conditions de travail (météo/sol)	Organisation du chantier (positionnements)			
	Excellente	Bonne	Passable	Faible
Excellentes	0.84	0.81	0.76	0.70
Bonnes	0.78	0.75	0.71	0.65
Passables	0.72	0.69	0.65	0.60
Mauvaises	0.63	0.61	0.57	0.52



7.3 Calcul de la production horaire

La production horaire d'une pelle P_h [m^3/h] est fonction de la charge par cycle C_{cycle} [m^3], du nombre de cycles $N_{cycles/h}$ [h^{-1}] et de l'efficience du travail sur le chantier :

$$Ph = \text{Efficience} \times C_{cycle} \times N_{cycles/h} = \text{Efficience} \times (V_{godet} \times F_{remp} / F_{fois}) \times (60/T_{cycle})$$

Tableau 1 - Temps de cycle des pelles rétro CAT

Les durées de cycle données dans le tableau ci-dessous sont établies dans les conditions moyennes suivantes :

- Aucun obstacle dans le champ d'action.
- Conditions de travail supérieures à la moyenne.
- Conducteur d'expérience moyenne.
- Angle d'orientation de 60 à 90°.

Taille du godet m^3	0,28	0,46	0,50	0,63	0,8	1,0	1,1	1,4	1,9	2,1	2,8
Remplissage du godet (min)	0,08	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
Pivotement en charge (min)	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,09	0,10	0,10
Vidage du godet (min)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Pivotement à vide (min)	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
T cycle (min)	0,22	0,21	0,21	0,23	0,23	0,27	0,25	0,27	0,30	0,31	0,32

Extraits Doc Caterpillar

Tableau 2 - Extraits de la base de données Terrassor

Ces informations sont données par le simulateur Terrassor proposé en ressource sur la plateforme Etincel

Engin	Durée cycle	Coût de transfert	Amortissement à la journée ou location *	Capacité du godet **	Capacité du godet sol rocheux **	Production maximale ***
	min	€	€/jr	m^3	m^3	m^3/h
Pelle 30T	0,25	1 050 €	227,27	1,7	1,2	320
Pelle 45T	0,28	2 400 €	318,18	2,5	1,7	420
Pelle 55T	0,31	2 800 €	370	3,5	2,2	530
Pelle 65T	0,35	3 200 €	410	4,3	2,7	570
Pelle 75T	0,35	21 000 €	454,55	5	3,2	660

(*) : Hors cout d'entretien, carburant et main d'œuvre

(**) : Capacité à ras du godet tous types de sol, en m^3

(***) : Production maximale en m^3/h , pour tout type de sol considéré et une efficience de chantier de 85%.



Extraits du Référentiel du BTS Travaux Publics : Compétences et savoirs associés

C8. Préparer les moyens humains et matériels

<i>Données</i>	<i>Compétences détaillées</i>	<i>Critères et/ou indicateurs de performance</i>
Les cadences, ratios, rendements Les temps unitaires Le personnel disponible Le matériel disponible	Préparer les moyens nécessaires à l'exécution	Les choix retenus sont justifiés et argumentés aux plans techniques et économiques, et cohérents par rapport aux hypothèses retenues et aux ressources de l'entreprise (niveau de compétence et formation à la sécurité du personnel, parc matériels, ...).

S 9.13 Terrassements

<i>Connaissances</i>	<i>Limites de connaissance</i>
Organisation des terrassements - Mouvement des terres - Méthodes de terrassement Conduite des terrassements - Matériels - Productions - Qualité Impact environnemental - Gestion des ressources naturelles - Fonctionnement des engins	Définir la constitution des échelons de terrassement.