

# CHAPITRE 2

## LES TERRASSEMENTS

### SOMMAIRE

- Introduction	Page 2
- Le matériel d'excavation	Pages 2 à 5
- Le matériel de chargement et de reprise	Page 6
- Matériel de transport	Pages 7 à 9
- Les moyens humains	Page 10
- Organisation des travaux d'excavation	Pages 11 à 17
- Organisation des travaux d'enlèvement des terres	Pages 18 à 22
- Fiche de synthèse cours	Pages 23 et 24

Le cours renvoi à un cahier de TD , nommé Cahier de TD Terrassement.

A chaque fois que vous verrez cet encart **TD** , vous devrez faire l'exercice sur le Cahier de TD

### - I -Introduction

Les travaux de terrassements correspondent à tous les travaux liés à la terre. Il s'agit d'aménager ou d'adapter un terrain pour y construire un ouvrage ou une voie de circulation. L'adaptation d'un terrain signifie de le modifier par un déplacement de terre. Il peut s'agir d'un apport, le remblai ou d'un retrait, le déblai.

Exemples : remblaiement pour construire une autoroute, déblaiement pour construire un sous-sol ...

L'exécution des ces travaux nécessite des moyens matériels et humain (pelle mécanique, camions, tombereaux, chauffeurs...). L'organisation des ces travaux demande de maîtriser et coordonner ces moyens mises en œuvre et de maîtriser les problèmes liés au sol.

### - II- Les matériels

-a°) Les matériels d'excavation et de chargement.



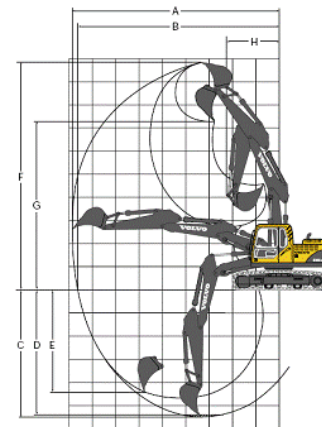
#### **La pelle hydraulique :**

D'un poids allant de 6 tonnes à + de 150 tonnes, c'est le matériel d'excavation approprié pour les terrassements en pleine masse.

La choix du matériel est en rapport avec le travail à réaliser.

Le critère principal étant la capacité de l'outils à savoir le godet, les caractéristiques dimensionnelles comme la profondeur maximum de terrassement, l'allongement des équipements étant secondaire.

Caractéristiques dimensionnelles



Les godets



## CARACTERISTIQUES DES PELLES SUR CHENILLES

	VOLVO EC140C	VOLVO EC140 CL	VOLVO EC140 G LM	VOLVO EC160 CL	VOLVO EC160 ONL	VOLVO EC180 CL	VOLVO EC210 CL	VOLVO EC210 ON
Moteur	Volvo D4E EBE3	Volvo D4E EBE3	Volvo D4E EBE3	Volvo D4E EBE3	Volvo D6E EBE3	Volvo D6E EBE3	Volvo D6E EBE3	Volvo D6E EBE3
Puissance nominale, à	33 (2 000)	33 (2 000)	33 (2 000)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)
Netto (ISO 9249, SAE J1349)	60 (94)	60 (94)	60 (94)	67 (118)	87 (110)	110 (150)	110 (150)	110 (150)
Brute (SAE J1995)	80 (109)	80 (109)	80 (109)	98 (133)	98 (133)	98 (133)	123 (167)	123 (167)
Longueur chenille	3 560	3 760	3 760	3 980	4 166	4 480	4 170	4 170
Voie chenille	1 950	1 950	1 950	2 200	1 990	2 200	2 200	2 200
Capacité de godet	m³ 0,55-0,93	0,55-0,93	0,55-0,93	0,68-1,23	0,68-1,13	0,58-1,23	0,83-1,43	0,78-1,33
Capacité de levage								
en ligne	t 3,2	3,6	3,7	4,9	4,8	5,3	7,1	6,6
à portée/hauteur	m 6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5
Force de cavage, SAE	kN 87,3	87,3	87,3	105,2	105,2	105,2	130,4	130,4
Portée maxi	m 8,3	8,3	8,3	9,0	9,0	9,0	9,9	9,9
Profondeur de creusement maxi	m 5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,7	6,7
Poids en ordre de marche	t 12,8-13,1	13,3-14,8	14,2-15,0	16,8-19,1	16,7-18,9	18,3-19,2	21,7-23,0	21,4-22,4

	VOLVO EC210ONL	VOLVO EC225ONL	VOLVO EC240 CL	VOLVO EC240ONL	VOLVO EC290CL	VOLVO EC290ONL	VOLVO EC360CL	VOLVO EC360ONL
Moteur	Volvo D6E EBE3	Volvo D6E EAE3	Volvo D7E EBE3	Volvo D7E EBE3	Volvo D7E EAE3	Volvo D7E EAE3	Volvo D12D EBE3	Volvo D12D EBE3
Puissance nominale, à	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	28 (1 700)	28 (1 700)
Netto (ISO 9249, SAE J1349)	110 (150)	113 (154)	125 (170)	125 (170)	143 (194)	143 (194)	184 (250)	184 (250)
Brute (SAE J1995)	123 (167)	126 (171)	138 (188)	138 (188)	153 (208)	153 (208)	198 (269)	198 (269)
Longueur chenille	4 400	4 360	4 550	4 550	4 870	4 870	5 180	5 180
Voie chenille	2 040	2 040	2 380	2 380	2 380	2 380	2 380	2 380
Capacité de godet	m³ 0,78-1,3	0,85-1,40	0,98-1,83	0,8-1,68	1,08-1,95	0,95-1,73	1,53-2,78	1,35-2,45
Capacité de levage								
en ligne	t 7,1	7,6	9,1	9,1	10,8	10,8	11,3	11,0
à portée/hauteur	m 6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	7,5 / 1,5	7,5 / 1,5
Force de cavage, SAE	kN 130,4	150,0	150,0	150,0	173,0	173,0	209,0	209,0
Portée maxi	m 9,9	10,3	10,3	10,7	10,7	11,2	11,2	11,2
Profondeur de creusement maxi	m 6,7	5,8	7,0	7,0	7,3	7,3	7,5	7,5
Poids en ordre de marche	t 23,1-23,1	23,6-26,0	25,3-26,0	25,2-26,1	29,2-30,5	29,0-30,4	38,3-39,7	38,0-39,4

	VOLVO EC460CL*	VOLVO EC460CL**	VOLVO EC700CL	VOLVO EC700CLR	VOLVO EC2340CLR	VOLVO EC2340CLR	VOLVO EC2340CLR	VOLVO EC2360CL
Moteur	Volvo D12D EAE3	Volvo D12D EAE3	Volvo D12D EAE3	Volvo D12D EAE3	Volvo D7E EAE3	Volvo D7E EAE3	Volvo D7E EAE3	Volvo D7E EAE3
Puissance nominale, à	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)	30 (1 800)
Netto (ISO 9249, SAE J1349)	235 (320)	235 (320)	316 (430)	316 (430)	125 (170)	143 (194)	69 (94)	110 (150)
Brute (SAE J1995)	245 (333)	245 (333)	346 (470)	346 (470)	138 (188)	153 (208)	123 (167)	123 (167)
Longueur chenille	5 370	5 370	5 990	5 990	4 650	4 870	3 750	4 400
Voie chenille	2 740	2 800	3 350/2 750*	2 390	2 550	2 590	2 390	2 390
Capacité de godet	m³ 1,9-3,8	1,9-3,8	2 48-6,6	0,92	0,92-0,97	0,92-0,97	0,92-0,97	0,92-0,97
Capacité de levage								
en ligne	t 13,8	13,2	17,2	2,8	3,3	4,2	3,6	7,5
à portée/hauteur	m 7,5 / 1,5	7,5 / 1,5	9,0 / 1,5	10,5 / 1,5	10,5 / 1,5	10,5 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5
Force de cavage, SAE	kN 244,2	244,2	374,0	66,6	66,6	66,1	85,7	124,7
Portée maxi	m 12,0	11,5	11,5	18,3	18,3	18,6	8,4	9,9
Profondeur de creusement maxi	m 7,7	7,3	12,1	14,4	14,4	14,8	5,5	6,8
Poids en ordre de marche	t 45,6-47,1	45,6-48,3	69,3-71,7	23,2	27,7	14,8-15,9	23,8-26,1	

	VOLVO EW140C FLECHE MONOBLOCC	VOLVO EW140C FLECHE ARTICULEE	VOLVO EW160C FLECHE MONOBLOCC	VOLVO EW160C FLECHE ARTICULEE
Moteur	Volvo D6E EAE3	Volvo D6E EAE3	Volvo D6E EAE3	Volvo D6E EAE3
Puissance nominale, à	33,3 (2 000)	33,3 (2 000)	30,0 (1 800)	30,0 (1 800)
Netto (ISO 9249, SAE J1349)	91 (124)	91 (124)	106 (144)	106 (144)
Brute (SAE J1995)	100 (136)	100 (136)	115 (150)	115 (150)
Empattement	m 2 600	2 600	2 600	2 600
Vitesse de translation	km/h 20 / 30 / 35	20 / 30 / 35	20 / 30 / 35	20 / 30 / 35
Capacité de godet	m³ 0,62 - 0,94	0,58 - 0,87	0,65 - 0,93	0,60 - 0,88
Capacité de levage				
en ligne	t 4,6	4,5	5,5	5,5
à portée/hauteur	m 6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5
Force de cavage, SAE	kN 93,9	93,9	107,8	107,8
Portée maxi	m 9,0	9,3	9,8	9,8
Profondeur de creusement maxi	m 5,7	5,7	6,2	6,2
Poids en ordre de marche	t 14,4 - 15,6	14,5 - 15,8	16,4 - 17,7	16,7 - 18,0

	VOLVO EW180C FLECHE MONOBLOCC	VOLVO EW180C FLECHE ARTICULEE	VOLVO EW210C FLECHE MONOBLOCC	VOLVO EW210C FLECHE ARTICULEE
Moteur	Volvo D6E EBE3	Volvo D6E EBE3	Volvo D6E EBE3	Volvo D6E EBE3
Puissance nominale, à	31,6 (1 900)	31,6 (1 900)	31,6 (1 900)	31,6 (1 900)
Netto (ISO 9249, SAE J1349)	113 (154)	113 (154)	120 (163)	120 (163)
Brute (SAE J1995)	122 (166)	122 (166)	127 (173)	127 (173)
Empattement	m 2 650	2 650	2 750	2 750
Vitesse de translation	km/h 20 / 30 / 35	20 / 30 / 35	20 / 25 / 30	20 / 25 / 30
Capacité de godet	m³ 0,75 - 1,03	0,70 - 0,98	0,93 - 1,13	0,90 - 1,10
Capacité de levage				
en ligne	t 7,8	7,1	8,1	7,8
à portée/hauteur	m 6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5	6,0 / 1,5
Force de cavage, SAE	kN 119,1	119,1	124,2	124,2
Portée maxi	m 9,6	9,8	10,1	10,1
Profondeur de creusement maxi	m 6,2	6,3	6,5	6,5
Poids en ordre de marche	t 18,0 - 19,5	18,6 - 20,1	19,9 - 21,5	20,6 - 22,2

\* avec châssis porteur fixe, \*\* avec châssis porteur à voie réglable. Les valeurs indiquées varient selon la configuration de la machine. Tous nos produits ne sont pas disponibles sur tous nos marchés.

For further information, see the product brochure or [www.volvo.com](http://www.volvo.com)

## CARACTERISTIQUES DES GOGETS



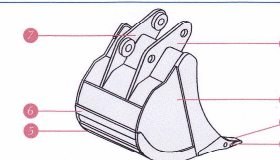
Godet Rétro  
Usage Général UG  
Usage Sévère US  
Usage Carrière UC



- 1 Attache rapide QA ou directe.
- 2 Profil de caisse en coin favorisant la pénétration.
- 3 Clavetage sécurisé avec dent à butée.
- 4 Acier anti usure (Hardox 400).
- 5 3 constructions UG - US - UC.
- 6 Ceintures parallèles à la lame.
- 7 Cinématique origine constructeur.



	mm	l	l	Std	Kg	Kg	t
Rétro UG R05	250	25	-	2	31	-	1/2,4
Rétro UG R05	450	50	-	3	49	-	1/2,4
Rétro UG R10	300	45	75	3	56	75	2,5/6
Rétro UG R10	450	70	120	3/4	70	91	2,5/6
Rétro UG R20/25	300	90	-	3	124	-	8/11+midi
Rétro UG R20/25	600	205	250	3	164	213	8/11+midi
Rétro UG R20/25	800	290	350	4	192	252	8/11+midi
Rétro UG R30	450	220	-	3	276	-	12/15
Rétro UG R30	600	290	-	3	305	-	12/15
Rétro UG R30	1000	-	660	5	-	447	12/15
Rétro UG R40	500	300	-	3	349	-	16/19
Rétro UG R40	1100	-	850	5	-	552	16/19
Rétro UG R40	1200	-	950	5	-	589	16/19
Rétro UG R50	600	460	-	3	495	-	20/26
Rétro UG R50	800	600	-	3	563	-	20/26
Rétro UG R50	1300	-	1300	5	-	803	20/26
Rétro US R60	1000	-	1080	3	-	1120	27/37
Rétro US R60	1300	-	1500	4	-	1320	27/37
Rétro US R60	1600	-	1940	5	-	1540	27/37
Rétro US R70	1500	-	2150	4	-	1930	38/53
Rétro US R70	1800	-	2670	5	-	2200	38/53
Rétro US R80	1800	-	3250	4	-	3050	54/70
Rétro US R80	2200	-	4120	5	-	3490	54/70



14, avenue de l'Industrie  
F-08013 CHARLEVILLE-MÉZIÈRES Cedex  
Tél. : (33) 03.24.33.64.30 - Fax : (33) 03.24.33.64.32  
E-mail : [arden-equipement@arden-equipement.com](mailto:arden-equipement@arden-equipement.com)  
[www.arden-equipement.fr](http://www.arden-equipement.fr)



Les mini pelles sont utilisées pour :

- La réalisation de tranchées pour fouille en rigole (semelle filante)
- La réalisation des tranchées pour les canalisations.
- Les remblais au pourtour des constructions.
- Les petits terrassements comme les pavillons.



Le tracto-pelle ou chargeuse pelleuse

C'est un matériel polyvalent surtout utilisé dans le domaine des vrd voiries réseaux divers.



Le mecalac

Le mecalac est un engin hybride pouvant servir de pelle ou de chargeuse .Il est utilisé en VRD

## -b°) Matériel de chargement et de reprise.

TD  
3



## CHARGEURS SUR CHENILLES

## CARACTERISTIQUES DES CHARGEURS SUR CHENILLES

LR 614 Litronic	
Puissance moteur	72 kW/98 CH (ISO 9249)
Poids en ordre de marche	11 100 - 12 004 kg
Capacité du godet	1,20 - 1,25 m³
Vitesse de translation	0 - 9,5 km/h

LR 624 Litronic	
Puissance moteur	105 kW/143 CH(ISO 9249)
Poids en ordre de marche	17 000 kg
Capacité du godet	1,80 m³
Vitesse de translation	0 - 9,5 km/h

LR 634 Litronic	
Puissance moteur	129 kW/175 CH (ISO 9249)
Poids en ordre de marche	20 900 - 22 000 kg
Capacité du godet	1,90 - 2,40 m³
Vitesse de translation	0 - 10 km/h



## -c°) Matériel de transport



### Tombereau articulée

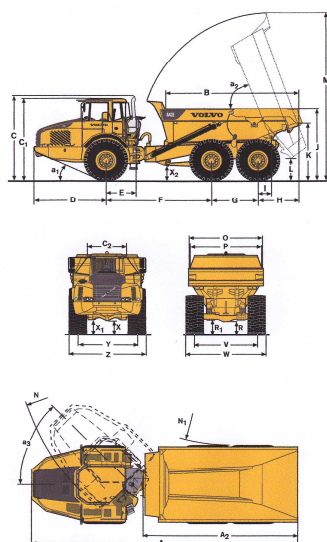
L'usage de tombereaux est réservé au chantier ou il y a nécessité de réaliser de gros mouvements de terre, très gros chantier de gros œuvre, chantier de travaux publics.

Il ne se déplace pas sur la route.

## CARACTERISTIQUES DES TOMBEREAUX

	Métrique (mm)		Imperial (Feet)	
Pos.	A35E	A40E	A35E	A40E
A	11 182	11 205	36'8"	37'0"
A <sub>1</sub>	6 242	6 404	20'6"	21'0"
B	5 531	5 620	18'2"	19'1"
C	3 716	3 768	12'2"	12'4"
C <sub>1</sub>	3 545	3 596	11'6"	11'10"
C <sub>2</sub>	1 769	1 769	5'10"	5'10"
D	3 101	3 101	10'2"	10'2"
E	1 278	1 278	4'2"	4'2"
F	4 578	4 518	15'0"	14'10"
G	1 820	1 940	6'0"	6'4"
H	1 683	1 706	5'6"	5'7"
I	650	495	2'2"	1'7"
J	2 939	3 152	9'8"	10'4"
K	2 314	2 455	7'7"	8'1"
L	899	841	2'11"	2'9"
M	7 246	7 284	23'9"	23'11"
N	8 626	8 885	28'11"	29'2"
N <sub>1</sub>	4 423	4 335	14'6"	14'3"
O	3 106	3 374	10'2"	11'1"
O**	3 305	3 497	10'10"	11'6"
P	2 670	3 074	9'5"	10'1"
R	580	628	1'11"	2'1"
R <sub>1</sub>	668	716	2'2"	2'4"
V	2 534	2 636	8'4"	8'8"
V*	2 625	-----	8'7"	-----
W	3 258	3 432	10'8"	11'3"
W**	3 410	3 570	11'2"	11'9"
X	521	576	1'9"	1'11"
X <sub>1</sub>	602	657	2'0"	2'2"
X <sub>2</sub>	754	806	2'6"	2'8"
Y	2 534	2 636	8'4"	8'8"
Y*	2 625	-----	8'7"	-----
Z	3 258	3 432	10'8"	11'3"
Z**	3 410	3 570	11'2"	11'9"
a <sub>1</sub>	23.3°	24.3°	23.3°	24.3°
a <sub>2</sub>	70°	72°	70°	72°
a <sub>3</sub>	45°	45°	45°	45°

A35E : Machine à vide avec pneus 26,5 R25  
A40E : Machine à vide avec pneus 29,5 R25  
\*) A35E avec pneus optionnels 775/65R29  
\*\*) A40E avec pneus optionnels 875/65R29  
\*\*) Avec porte AR suspendue



TD  
4

TD 4  
bis

#### Charge utile

	A35E		A40E	
<b>Benne standard</b>				
Charge utile	33 500 kg	37 sh tn	39 000 kg	43 sh tn
Volume de benne, cas	16,0 m³	20,9 yd³	18,4 m³	24,1 yd³
Volume de benne, en dôme	20,5 m³	26,8 yd³	24,0 m³	31,4 yd³
<b>Avec porte AR suspendue</b>				
Volume de benne, cas	16,4 m³	21,5 yd³	18,8 m³	24,6 yd³
Volume de benne, en dôme	21,4 m³	28,0 yd³	24,7 m³	32,3 yd³

#### Poids

	A35E		A40E	
<b>Pneus</b>	26.5R25*		29.5R25**	
<b>Poids en état de marche, à vide</b>				
Avant	14 700 kg	32 408 lb	15 700 kg	34 613 lb
Arrière	13 400 kg	29 542 lb	14 500 kg	31 967 lb
Total	28 100 kg	61 950 lb	30 200 kg	66 580 lb
Charge utile	33 500 kg	73 855 lb	39 000 kg	85 980 lb
<b>Poids total</b>				
Avant	17 700 kg	39 022 lb	19 650 kg	43 321 lb
Arrière	43 900 kg	96 783 lb	49 550 kg	109 239 lb
Total	61 600 kg	135 805 lb	69 200 kg	152 560 lb

Le poids à vide en ordre de marche inclut tous les fluides et le conducteur

\*) A35E avec pneus 775/65R29, ajouter 200 kg (441 lb)/pont

\*\*) A40E avec pneus 875/65R29, ajouter 300 kg (661 lb)/pont

#### Matériau de benne

Avant	8 mm	0.31"
Parois latérales	12 mm	0.47"
Fond	14 mm	0.55"
Paroi AR	16 mm	0.63"
Limite d'élasticité	1000 N/mm²	145000 psi
Limite de rupture	1250 N/mm²	181000 psi
Dureté	400 HB	

#### Pression au sol

	A35E		A40E	
<b>Pneus</b>	26.5R25		775/65R29	
<b>A vide</b>				
Avant	123 kPa	17.8 psi	106 kPa	15.3 psi
Arrière	56 kPa	8.1 psi	49 kPa	7.1 psi
<b>En charge</b>				
Avant	148 kPa	21.5 psi	127 kPa	18.4 psi
Arrière	184 kPa	26.7 psi	157 kPa	22.8 psi

#### Vitesse

	A35E		A40E	
<b>Marche AV</b>				
1	6,2 km/h	3,9 mph	5,8 km/h	3,6 mph
2	9,0 km/h	5,6 mph	8,4 km/h	5,2 mph
3	11,0 km/h	6,8 mph	10,4 km/h	6,5 mph
4	16,0 km/h	9,9 mph	14,9 km/h	9,3 mph
5	23,0 km/h	14,3 mph	21,6 km/h	13,4 mph
6	29,1 km/h	18,1 mph	27,3 km/h	17,0 mph
7	38,5 km/h	23,9 mph	36,0 km/h	22,4 mph
8	50,9 km/h	31,6 mph	47,6 km/h	29,6 mph
9	57 km/h	35,4 mph	57 km/h	35,4 mph
<b>Marche AR</b>				
1	6,9 km/h	4,3 mph	6,5 km/h	4,0 mph
2	10,0 km/h	6,2 mph	9,4 km/h	5,8 mph
3	18,0 km/h	11,2 mph	18,0 km/h	11,2 mph

#### Contenances

	A35E		A40E	
Cartier moteur	50 litres	13,2 US gal	55 litres	14,5 US gal
Réservoir de carburant	480 litres	126,8 US gal	545 litres	144,0 US gal
Système de refroidissement	100 litres	26,4 US gal	100 litres	26,4 US gal
Total transmission	38 litres	10 US gal	38 litres	10 US gal
Boîte de transfert	9 litres	2,2 US gal	9 litres	2,2 US gal
Ponts, AV/AR	48 litres	12,7 US gal	55 litres	14,5 US gal
Réservoir de liquide de refroidissement des freins	121 litres	32,0 US gal	121 litres	32,0 US gal
Réservoir hydraulique	262 litres	69,2 US gal	262 litres	69,2 US gal

Les capacités sont données à titre d'exemple.

Camion porteur benne



## Caractéristiques véhicules:

Camion : 8 x 4  
Poids et dimension dimensions

Poids à vide: 14.030 Kg  
PTRA: 40.000 Kg  
PTAC: 32.000 Kg  
Charge utile: 17.970 Kg

Semi remorque Tracteur + remorque benne



Poids a vide 7T 610  
Poids toutes charges 19 Tonnes  
Poids total roulant autorisé 60 tonnes.



Benne de forme demi-cylindrique en acier  
Une des plus légères du marché PTAV 6T850  
PTAC 33 T 000  
Charge utile 26 T 150  
Volume utile 23 m3






## III LES MOYENS HUMAINS

Les personnels conduisant les engins de travaux publics sont appelés conducteur d'engins.

Ils ont l'obligation d'avoir une autorisation de conduite délivrée par leur employeur .

Cette autorisation mentionnent les catégories d'engins pour lesquelles le conducteur est autorisé à conduire, elle est valable un an et doit être renouvelé après avis médicale de la médecine du travail.

Même s'il n'est pas obligatoire le personnel peut passer un certificat d'aptitude à la conduite d'engins en sécurité CACES selon la recommandations R 482 de la CNAMTS depuis le 01/01/2020.  
(Anciennement R372 modifiée)

CACES	Désignation -illustrations	CACES	Désignation -illustrations
A	Engins compacts, masse ≤ 6 tonnes et de moins de 100 cv pour tracteur. 	B 1	Engins d'extraction à déplacement séquentiel d'une masse > 6 tonnes. 
		B 2	Engins de sondage ou de forage à déplacement séquentiel 
C	C 1	B 3	Engins rail-route à déplacement séquentiel 
	C 2	D	Engins de compactage 
	C3	E	Engins de transport 
G	Conduite des engins hors production: Déplacement et chargement / déchargement sur porte-engins des engins de chantier des catégories A à F, sans activité de production, pour démonstration ou essais.	F	Chariots de manutention tout-terrain 

## IV ORGANISATION DES TRAVAUX D'EXCAVATION.

L'organisation des travaux de terrassement vise à optimiser l'utilisation des matériels afin de déplacer le plus de terre possible en un minimum de temps.

L'idéal est obtenu lorsque le mouvement des terres à déplacer est continu (sans interruption).

**Pour cela il faut déblayer ou remblayer en continu c'est à dire en faisant travailler la pelle en continu.**

Les camions se relayent alors sous la pelle de telle sorte que dès qu'un camion est entièrement chargé un autre est présent pour prendre le relais.

L'optimisation du nombre de camions est alors obtenue.

Une telle organisation nécessite d'intégrer tous les facteurs et toutes les contraintes qui interviennent lors des travaux de terrassement.

Ces facteurs peuvent être identifiés et évalués au mieux pour chaque matériel intervenant dans ces travaux.

### Deux solutions sont à étudier :

**- La première :** Déterminer la durée en fonction d'un matériel et d'un équipement existant.

**- La seconde :** Dimensionner ses besoins en matériel avec comme paramètre principal le délai alloué au terrassement.

### - A - Déterminer la durée en fonction d'un matériel et d'un équipement existant.

#### -a - Définition du rendement théorique de la pelle.

TD  
5

Le temps de chargement d'un camion est d'autant plus rapide que le godet de la pelle est important et que la vitesse de travail de la pelle est forte.

La rapidité de travail de la pelle est quantifiée par le temps que met la pelle pour charger son godet, le vider dans le camion et revenir de nouveau pour charger le godet. Ces opérations successives sont en effet cycliques. Elles définissent le cycle de la pelle.

**Un cycle = T remplissage + T rotation + T vidage + T rotation + T positionnement**

Ces temps de cycle peuvent être globalement appréciés selon la nature du sol terrain voir tableau ci dessous ou bien par chronométrage :

NATURE DU SOL	TEMPS DE CYCLE
Terrains légers	25s
Terrains compacts	30s
Débris rocheux	40s à 1mn
Bloc de rochers	1mn à plus

Le rapport entre ces deux facteurs, contenance du godet par rapport au temps de cycle de la pelle indiquent le RENDEMENT THEORIQUE de la pelle. Ce rendement est exprimé en m<sup>3</sup>/h.

**Rendement théorique = volume du godet en m<sup>3</sup> x 3600 / temps de cycle en seconde = m<sup>3</sup>/h**

Ce rendement est théorique car il n'intègre pas les conditions du chantier et la nature de la terre manipulée.

En effet, les obstacles, la profondeur de travail, le chauffeur, la présence de personnels dans la zone de travail et bien d'autres facteurs encore peuvent ralentir la cadence de la pelle. Tous ces facteurs sont appréciés et intégrés dans un coefficient appelé **COEFFICIENT D'EFFICIENCE. K**

L'intégration de ces facteurs au travers de l'efficience permet de déterminer un rendement pratique plus proche de la réalité.

TD  
6

#### -b- Définition du rendement réel de la pelle.(Tableau 1)

CONDITIONS DE CHANTIER	K (%)
- Matériaux : terre non compacte, sable, gravier. - Profondeur : inférieure à 40 % de la profondeur maximale. - Vidage sur déblais, sur camion en fond de fouille, avec un bon opérateur et sans obstacles.	95 à 100
- Matériaux : terre compacte, sols avec moins de 25 % de roches. - Profondeur: inférieure à 50 % de la profondeur maximale. - Vidage sur une zone large, avec quelques obstacles.	83
Matériaux : terre très compacte, sols avec ± 50 % de roches. - Profondeur : inférieure à 70 % de la profondeur maximale. - Vidage dans des camions proches de l'excavateur, au même niveau.	75
- Matériaux : sol très compact ou avec ± 75 % de roches. - Profondeur : inférieure à 90 % de la profondeur maximale. - travail au-dessus de canalisations, dans une tranchée.	65
- Matériaux : terrains gelés. - Profondeur : supérieure à 90 % de la profondeur maximale. - chargement du godet dans une petite « boîte », ouvriers et obstacles dans la zone de travail.	55

Il est également à observer que le niveau de remplissage du godet dépend de la nature de la terre. Ce facteur est intégré par

#### LE FACTEUR DE REMPLISSAGE. R (Tableau 2)



Godet rempli au dessus de sa capacité

Ce facteur modifie également le rendement de la pelle.

Nature du sol	R (%)
Terrains légers	110
Terrains lourds	95
Débris rocheux	85
Blocs de rochers	70

**Le rendement réel**

**R<sub>r</sub> = R<sub>theo</sub> . k . R**

Exemple vous devez excaver et évacuer 1000 m<sup>3</sup> d'argiles et marnes en motte, considérées comme un terrain lourd, compacte, sols avec  $\pm 50\%$  de roches avec une pelle équipée d'un godet de 1m<sup>3</sup>, accomplissant un cycle en 30 secondes dans des conditions de travail normales et en excavant un terrain lourd, très compacte, sols avec  $\pm 50\%$  de roches.

le rendement se détermine comme suit:

Le rendement théorique vaut:  $R_{theo} = 1 \times 3600 / 30 = 120 \text{ m}^3/\text{h}$

(3600 représente les 3600 secondes qu'il y a dans une heure pour obtenir un rendement en m<sup>3</sup>/h).

Mais ce rendement baisse du fait des condition de chantier et de la nature de la terre manipulée.

Coefficient d'efficience:  $k = 75\%$

Facteur de remplissage:  $R = 95\%$

Le rendement réel de la pelle vaut:  $R_r = 120 \times 0.75 \times 0.95 = 85.50 \text{ m}^3/\text{h}$

### -c - Calcul du volume des terres à excaver et à évacuer.

TD  
7

Un sol en place voit son volume augmenter quand il est déplacé par l'action du godet de la pelle. Ce phénomène s'appelle foisonnement.

La variation du volume dépend de la nature du sol et est exprimé par un coefficient :

NATURE DU SOL	COEFFICIENT DE FOISONNEMENT kf
Argiles, limons, sables argileux	<b>1,25</b>
Sable et graves sableuses	<b>1,10</b>
Sols meubles consolidés ou argiles et marnes en motte	<b>1,35</b>
Sols rocheux défoncés au rippeur, roches altérées	<b>1,30</b>
Matériaux rocheux de carrière	<b>1.40</b>

**Volume à excaver = volume en place x coefficient de foisonnement**

Exemple pour notre exemple de 1000 m<sup>3</sup> en place de sol type argile et marnes en mottes  
**on devra excaver et évacuer 1350 m<sup>3</sup> de terre foisonnée.**

### -d – calcul du délai de terrassement ou crédit d'heure de terrassement :

TD  
8

Le crédit d'heure de terrassement, c'est le temps nécessaire pour réaliser la tâche de terrassement.

**le crédit d'heure de terrassement = volume foisonné / rendement réel de la pelle.**

Dans notre cas  $1350 / 85.5 = 15.75 \text{ h}$  soit 16 heures

## **B- dimensionner ses besoins en matériel en fonction du délai de terrassement**

### **-a- Définition des quantités de terre à excaver et à évacuer.**

Tous matériaux en place voit son volume augmenter quand il est déplacé par l'action du godet de la pelle. C'est le foisonnement. La variation du volume dépend de la nature du sol et est exprimé par un coefficient :

NATURE DU SOL	COEFFICIENT DE FOISONNEMENT kf
Argiles, limons, sables argileux	<b>1,25</b>
Sable et graves sableuses	<b>1,10</b>
Sols meubles consolidés ou argiles et marnes en motte	<b>1,35</b>
Sols rocheux défoncés au rippeur, roches altérées	<b>1,30</b>
Matériaux rocheux de carrière	<b>1.40</b>

**Volume à excaver = volume en place x coefficient de foisonnement**

**Exemple pour 1000m<sup>3</sup> en place de graves sableuse on devra excaver et évacuer 1100 m<sup>3</sup>.**

### **-b- Définition du rendement horaire d'excavation.**

TD  
9

Pour définir le rendement horaire il faut diviser le volume foisonné par le temps alloué au terrassement aussi appelé crédit d'heures

**Volume foisonné/crédit d'heure = m<sup>3</sup>/ h**

Exemple vous devez excaver et évacuer les 1100 m<sup>3</sup> en une semaine de travail de 35 heures.

$1100 / 35 = 31.5 \text{ m}^3/\text{h}$  ce rendement tient compte des aléas du chantier et de la nature du sol

**-c- Appréciation du temps de cycle de la pelle.**

TD  
10

La rapidité de travail de la pelle est quantifiée par le temps que met la pelle pour charger son godet, le vider dans le camion et revenir de nouveau pour charger le godet. Ces opérations successives sont en effet cycliques. Elles définissent le cycle de la pelle.

Ces temps de cycle peuvent être globalement appréciés selon la nature du sol terrain

**Un cycle = T remplissage + T rotation+ T vidage+T rotation+T positionnement**

NATURE DU SOL	TEMPS DE CYCLE
Terrains légers	25s
Terrains compacts	30s
Débris rocheux	40s à 1mn
Bloc de rochers	1mn à plus

Exemple dans notre exemple pour une grave sableuse qui est un terrain plutôt compacte on prendra 30 secondes comme temps de cycle .

**-d- Calcul du nombre de cycle par heure.**

TD  
11

1 heure est égale à 3600 seconde

**Nombre cycle/h = 3600 seconde /temps de cycle en seconde**

Pour notre exemple on aura 3600/30= 120 cycles par heure

**-e- Prise en compte des paramètres de chantier : efficacité et facteur de remplissage.**

TD  
12

Choisir K coefficient d'efficacité par rapport à la nature des terres et au contexte du travail.

CONDITIONS DE CHANTIER	K (%)
- Matériaux : terre non compacte, sable, gravier. - Profondeur : inférieure à 40 % de la profondeur maximale. - Vidage sur déblais, sur camion en fond de fouille, avec un bon opérateur et sans obstacles.	95 à 100
- Matériaux : terre compacte, sols avec moins de 25 % de roches. - Profondeur: inférieure à 50 % de la profondeur maximale. - Vidage sur une zone large, avec quelques obstacles.	83
Matériaux : terre très compacte, sols avec ± 50 % de roches. - Profondeur : inférieure à 70 % de la profondeur maximale. - Vidage dans des camions proches de l'excavateur, au même niveau.	75
- Matériaux : sol très compact ou avec ± 75 % de roches. - Profondeur : inférieure à 90 % de la profondeur maximale. - travail au-dessus de canalisations, dans une tranchée.	65
- Matériaux : terrains gelés. - Profondeur : supérieure à 90 % de la profondeur maximale. - chargement du godet dans une petite « boîte », ouvriers et obstacles dans la zone de travail.	55

Choisir le facteur de remplissage R en fonction de la nature du sol



Godet rempli au dessus de sa capacité

Nature du sol	R (%)
Terrains légers	110
Terrains lourds	95
Débris rocheux	85
Blocs de rochers	70

Dans notre exemple pour une grave sableuse qui est un terrain **plutôt compacte** pour le choix du coefficient K , et on considérera la grave comme **un terrain léger** pour le facteur de remplissage R

Coefficient d'efficacité: K=83%

Facteur de remplissage: R=110%



**-f- Calcul du rendement horaire théorique.**

**Rendement théorique = Rendement réel / ( K x R)**

**Pour notre exemple on a Rendement théorique = 31.5 / (0.83 x 1.1)**

**Rendement théorique = 34.50 m<sup>3</sup>/h**

**- g - Calcul du volume du godet minimum .**

**Volume du godet = Rendement théorique/ nombre de cycle par heure**

Pour notre exemple on a  $34.500/120 = 0.2875 \text{ m}^3$

**Il nous faudra un godet d'au moins 0.2875 m<sup>3</sup> pour réaliser notre terrassement en respectant les délais.**

**- h – Choix des matériels de terrassement .**

A partir d'une documentation technique comme celle fourni en page documentation Volvo on peut choisir son matériel en fonction du volume minimum du godet que nous avons calculé dans notre cas on pourra choisir une pelle Volvo EC 140 C car elle permet le montage d'un godet de 0.930 m<sup>3</sup> maxi.  
Le godets est a choisir à partir de la documentation page 4 on trouve le godet UGR 30 d'une capacité de 290 litres et d'une largeur de 600mm adaptable sur une pelle de 12 à 15 tonnes

**Faire TD objectif 1**

**Faire TD objectif 2**

**V ORGANISATION DES TRAVAUX D'ENLEVEMENT DES TERRES**

Après avoir défini les caractéristiques de l'engin d'extraction il nous faut définir le type et le nombre d'engin de transport en vue de l'évacuation des terres.

**-A- choix du type d'engins de transport des terres.**

Le choix du matériel dépend de la nature du chantier, de l'accessibilité, des infrastructures que les matériels empruntent.

**Deux cas sont les plus courant :**

**- 1 - Chantier de terrassement fermé à la circulation:**

C'es le cas des gros chantiers de terrassement, les engins roulent sur des pistes et n'empruntent jamais des voies de circulations publiques. Sur ces chantiers on réalise des mouvements de terre excavation et remblaiement.( Autoroutes,ligne ferroviaire,bâtiments industriels etc...)  
Sur ce type de chantier, la circulation est difficile et les matériels sont fortement sollicités. C'est pour ces raisons que le transport des terres est réalisé à l'aide de tombereau articulée ou plus rarement avec des tombereau rigide moins maniable.

Tombereau articulé 6 x 6  
(6 roues motrices)



Tombereau rigide 4 x 4  
(4 roues motrices)



**-2 - Chantier de terrassement avec ouverture à la circulation:**

A partir du moment où les véhicules empruntent les infrastructures routières les engins de travaux publics sont interdits. Ils faut donc utiliser des véhicules routiers .

Le choix du matériel se fait en fonction de l'accessibilité, et des cadences de production.

**APPELLATION DES MATERIELS**

<b>CAMION BENNE 4x2</b>	<b>CAMION BENNE 4x4</b>
	
<b>CAMION BENNE 6x4</b>	<b>CAMION BENNE 6x6</b>
	
<b>CAMION BENNE 8x6</b>	<b>CAMION BENNE 8x8</b>
	
Le deuxième chiffre correspond aux nombres de roues motrices.	
<b>SEMI BENNE tracteur + remorque</b>	
	

**-B- Définir le nombre d'engins d'enlèvement des terres.**

Pour définir le nombre de camions à prévoir pour l'évacuation des terres, il nous faut connaître le temps de chargement pour un camion et le temps de cycle d'un camion.

Attention le matériel de chargement travail sans temps d'attente.

**- 1- Calcul du temps de chargement de la benne.**

**TEMPS DE CHARGEMENT= VOLUME DE LA BENNE / RENDEMENT REEL DE LA PELLE**

Exemple : Pour l'évacuation de terre végétale d'une masse volumique foisonnée de 1.65t/m<sup>3</sup>, on utilise des camions benne 6 x 4 pouvant transporter 10.400 m<sup>3</sup> avec une charge utile de 19 tonnes maxi et une pelle hydraulique d'un rendement réel de 104 m<sup>3</sup>/h.

Temps de chargement =  $10.400/104$  soit 0.10 heure soit en minutes 6 minutes

\*pour convertir des centièmes d'heures en minute  $10/100 \times 0.60$

Pour éviter le problème de surcharge des camions, il faudra vérifier si la masse de terre chargée est inférieure à la charge utile du camion.

**Masse de la terre chargée = Volume de la benne x Masse volumique foisonnée de la terre**

Dans notre cas  $10.400 \times 1.650 = 17.600$  tonnes la charge est inférieure à la charge utile donc pas de problème de surcharge.

**- 2- Calcul des temps de transport. Aller et Retour**

Les temps de transport dépendent de la vitesse du camion, des conditions du trafic et de la distance à parcourir.

Il est donc nécessaire de connaître les vitesses moyennes en charge et à vide des moyens de transport.

**TABLEAU DES VITESSE MOYENNE**

Cas de circulation	Vitesse moyenne en charge	Vitesse moyenne à vide
Circulation sur piste TP	20 km/h	25 km/h
Circulation extra urbaine	50 km/h	60 km/h
Circulation urbaine	20 km/h	25 km/h

Temps de transport en minutes = (Distance en km / Vitesse moyenne km) x 60 minutes

Exemple : un camion réalise un trajet de 12 km en ville pour évacuer de la terre à la décharge

Temps aller=  $(12 / 20) \times 60 = 36$  minutes soit en centièmes  $(36/60) \times 100$  soit 0.60 h

Temps aller=  $(12 / 25) \times 60 = 29$  minutes soit en centièmes  $(12/60) \times 100$  soit 0.48 h

Temps total du transport pour l'évacuation des terres = 1.08 h soit 1 h 13minutes

### - 3- Le temps de déchargement.

Ces conditions sont appréciées directement par l'observation du site. Elles donnent directement le temps de déchargement. Parfois ce temps est obtenu lors d'une simulation chronométrée.

En règle général on prend pour le calcul une durée de 5 minutes **soit 0.08 h**

### - 4- Temps d'attente et de manœuvre avant chargement.

A l'arrivée sur le site de chargement il faudra assurer certaine manœuvre pour se préparer au chargement , l'application de ce temps d'attente et de manœuvre assurera le travail en continu du matériel de chargement.

En règle général on prend pour le calcul une durée de 2 minutes **soit 0.03 h**

### - 5- Calcul du temps de cycle d'un camion .

**Temps de cycle= Temps de chargement+Temps de trajet aller et retour+Temps de déchargement.**

Pour notre exemple on trouve 1.29 heures. Soit environ 1 heures et 17 minutes

Récapitulatif Eléments de cycle	Temps (h)
Chargement	0.10
Transport en charge	0.60
Déchargement	0.08
Transport à vide	0.48
Temps d'attente et de placement	0.03
<b>Durée de cycle</b>	<b>1.29 heures</b>

### - 6 - Calcul du nombre de camion nécessaire.

Le nombre de camions est déterminé mathématiquement en divisant le temps de cycle du camions par le temps de chargement .

**Nombre de camions = temps de cycle / temps de chargement**

Dans notre cas  $1.29/0.10= 12.9$  camions soit 13 camions

Pour évacuer nos terres en respectant le travail en flux tendu de la pelle il faudra prévoir **13 camions benne 6 x 4 pouvant transporter 10.400 m3 avec une charge utile de 19 tonnes.**

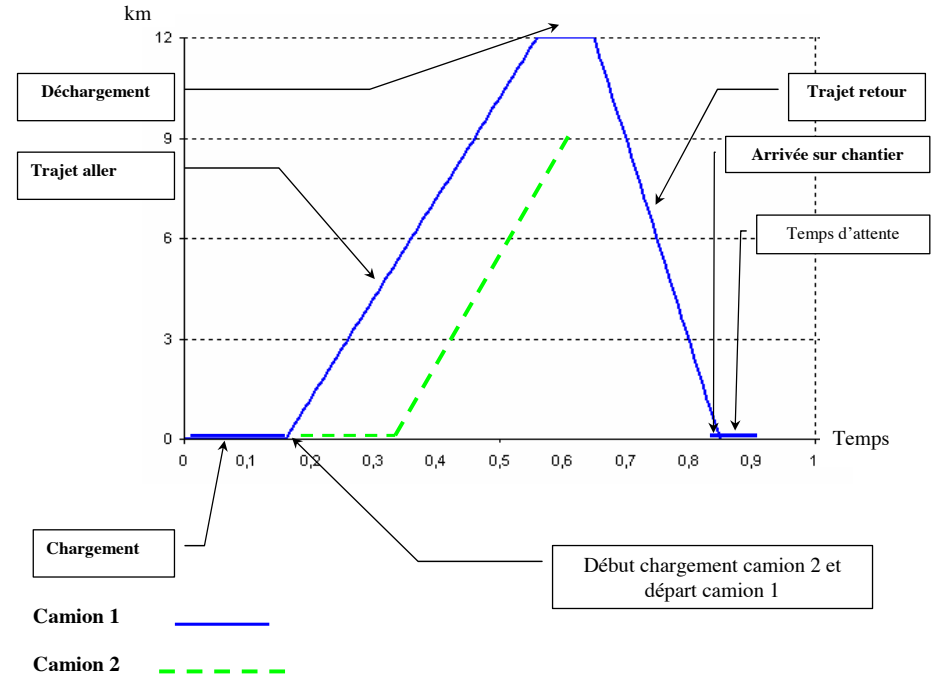
TD  
21

### -7- Représentation graphique du cyclage des camions.

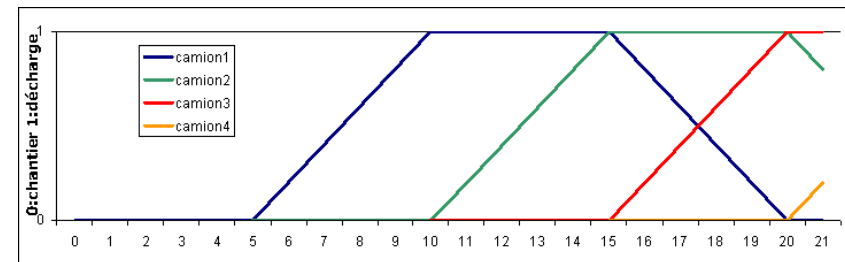
Le cyclage des camions appelé aussi noria des camions, se représente sous a forme d'un planning chemin de fer

C'est un repère orthogonal en abscisse on trouve les heures en ordonnée on place la distance en km

planning chemin de fer avec temps d'attente .



Exemple d'un planning chemin de fer sans temps d'attente.



# FICHE DE SYNTHÈSE SOLUTION 1

Voici le mode opératoire pour conduire les recherches d'organisation de travaux d'excavation et d'enlèvement des terres quand les moyens matériels sont connus.

N°	Opération	Ressources et formules.
1	Rechercher le volume du godet en m <sup>3</sup> . <b>V godet</b>	Rechercher le volume du godet dans les paramètres de l'étude.
2	Rechercher la nature du sol.	Rechercher dans les paramètres de l'étude la nature du sol.
3	Choisir le temps de cycle en seconde. <b>Tcycle</b>	Rechercher dans le tableau la valeur du temps de cycle en fonction de la nature du sol.
4	Calculer le rendement théorique en m <sup>3</sup> /h. <b>Rend Théo</b>	<b>Rend théo = V godet x 3600 / temps de cycle.</b>
5	Choisir le coefficient d'efficience. <b>K</b>	Choisir le coefficient d'efficience dans le tableau en tenant compte des conditions de chantier données dans les paramètres de l'étude
6	Choisir le Facteur de remplissage. <b>R</b>	Choisir dans le tableau le facteur de remplissage en tenant compte de la nature de sol données dans les paramètres de l'étude.
7	Calculer le rendement réel en m <sup>3</sup> /h. <b>Rend Réel</b>	<b>Rend réel = rend Théo x K x R</b>
8	Rechercher le volume de terre en place à excaver. <b>VTer place</b>	Rechercher dans les paramètres de l'étude la e volume de terre en place à excaver. Vous pouvez aussi devoir le calculer.
9	Rechercher le coefficient de foisonnement . <b>Kf</b>	Choisir dans le tableau le coefficient de foisonnement en tenant compte de la nature du sol donné dans les paramètres de l'étude.
10	Calculer du volume foisonné. <b>Volfois</b>	<b>Volfois = Vter place x Kf</b>
11	Calculer le crédit d'heure de terrassement. <b>Credheure ter</b>	<b>Credheure ter = Volfois / Rend réel</b>
12	Rechercher le volume de la benne de vos camions. <b>VBenne</b>	Rechercher le volume des bennes des camions dans les paramètres de l'étude.
13	Calculer le temps de chargement d'un camion. <b>Tch</b>	<b>Tch = Vbenne / Rend réel</b>
14	Rechercher la charge utile de vos camions. <b>Cu</b>	Rechercher dans le paramètres ou dans la doc technique la charge utile de vos camions
	Calcul de la masse du chargement. <b>MCharge</b>	<b>M charge = Vbenne x Kf</b>  Mcharge doit inférieure à Cu
	Contrôle de charge utile.	

15	Rechercher la distance qui vous sépare du lieu de décharge. <b>Dist aller Dist retour</b>	Rechercher la distance du trajet dans les paramètres de l'étude.
16	Rechercher la nature du trajet urbain extra urbain ou les deux et la vitesse moyenne en charge et à vide. <b>V moyenne charge et V moyenne vide</b>	Rechercher la distance du trajet dans les paramètres de l'étude et les vitesse moyenne dans le tableau.
17	Calculer le temps de trajet aller et retour en tenant compte de la nature du trajet. <b>Taller Tretour</b>	<b>Taller = Dist aller / vitesse moyenne charge</b> <b>Tretour = Dist retour / vitesse moyenne vide</b>
18	Rechercher le temps de déchargement. <b>Tdéchar</b>	Rechercher le temps de déchargement dans les paramètres de l'étude
19	Rechercher le temps d'attente et de placement. <b>Tatten</b>	Rechercher le temps d'attente et de placement dans les paramètres de l'étude
20	Calculer le temps de cycle d'un camion. <b>Tcycle camion</b>	<b>Tcycle = Tch + Taller + Tdéchar + Tretour + Tatten</b>
21	Calculer le nombre de camions. <b>Nbre Camion</b>	<b>Nbre camion = Tcycle camion / Tch</b>
22	Réaliser la représentation graphique	Sur un repère orthogonale avec en abscisse le temps et en ordonnée la distance , représenter la rotation des camions.



## FICHE DE SYNTHÈSE SOLUTION 2

Voici le mode opératoire pour conduire les recherches d'organisation de travaux d'excavation et d'enlèvement des terres quand les moyens matériels ne sont pas définis.

N°	Opération	Ressources et formules.
1	Rechercher le volume de terre en place à excaver. <b>V<sub>Ter place</sub></b>	Rechercher dans les paramètres de l'étude le volume de terre en place à excaver. Vous pouvez aussi devoir le calculer.
2	Rechercher le coefficient de foisonnement . <b>K<sub>f</sub></b>	Choisir dans le tableau le coefficient de foisonnement en tenant compte de la nature du sol donné dans les paramètres de l'étude.
3	Calculer du volume foisonné. <b>Volfois</b>	<b>Volfois= V<sub>ter place</sub> x K<sub>f</sub></b>
4	Rechercher le crédit d'heure alloué pour le terrassement . <b>Credheure ter</b>	Rechercher le crédit d'heure dans les paramètres de l'étude.
5	Calcul du rendement réel n m <sup>3</sup> /h. <b>Rend réel</b>	<b>Rend réel= Volfois/credheur ter</b>
6	Rechercher la nature du sol.	Rechercher dans les paramètres de l'étude la nature du sol.
7	Choisir le temps de cycle en seconde. <b>T<sub>cycle</sub></b>	Rechercher dans le tableau la valeur du temps de cycle en fonction de la nature du sol.
8	Calculer le nombre de cycle par heure. <b>Nbre cycle/h</b>	<b>Nbre cycle/h = 3600/ T<sub>cycle</sub></b>
5	Choisir le coefficient d'effcience. <b>K</b>	Choisir le coefficient d'effcience dans le tableau en tenant compte des conditions de chantier données dans les paramètres de l'étude
6	Choisir le Facteur de remplissage. <b>R</b>	Choisir dans le tableau le facteur de remplissage en tenant compte de la nature de sol données dans les paramètres de l'étude.
7	Calculer le rendement théorique en m <sup>3</sup> /h. <b>Rend Théo</b>	<b>Rend théo=Rend réel /(K x R)</b>
8	Calculer le volume du godet minimum. <b>V<sub>godet</sub></b>	<b>V<sub>godet</sub> =Rend théo/ Nbre cycle/h</b>
9	Choix du matériel	A partir d'une documentation technique Choisir les matériels qui répondront aux exigences de vos résultats de calculs.
<b>Si la capacité du godet choisie est nettement supérieure au volume du godet minimum calculée à l'étape 8 il est indispensable de reprendre le calcul en utilisant cette fois ci la méthode 1.</b>		
10	Rechercher le volume de la benne de vos camions. <b>V<sub>Benne</sub></b>	Rechercher le volume des bennes des camions dans les paramètres de l'étude.
11	Calculer le temps de chargement d'un camion. <b>T<sub>ch</sub></b>	<b>T<sub>ch</sub>= V<sub>benne</sub>/Rend réel</b>
12	Rechercher la charge utile de vos camions.	Rechercher dans les paramètres ou dans la doc technique la charge utile

	<b>Cu</b>	de vos camions
13	Calcul de la masse du chargement. <b>M<sub>Charge</sub></b> Contrôle de charge utile.	<b>M charge = V<sub>benne</sub> x K<sub>f</sub></b>  Mcharge doit être inférieure à Cu
14	Rechercher la distance qui vous sépare du lieu de décharge. <b>Dist aller Dist retour</b>	Rechercher la distance du trajet dans les paramètres de l'étude.
15	Rechercher la nature du trajet urbain extra urbain ou les deux et la vitesse moyenne en charge et à vide. <b>V<sub>moyenne charge et</sub> V<sub>moyenne vide</sub></b>	Rechercher la distance du trajet dans les paramètres de l'étude et les vitesse moyenne dans le tableau.
16	Calculer le temps de trajet aller et retour en tenant compte de la nature du trajet. <b>T<sub>aller</sub> T<sub>retour</sub></b>	<b>T<sub>aller</sub> = Dist aller / vitesse moyenne charge T<sub>retour</sub> = Dist retour / vitesse moyenne vide</b>
17	Rechercher le temps de déchargement. <b>T<sub>déchar</sub></b>	Rechercher le temps de déchargement dans les paramètres de l'étude
18	Rechercher le temps d'attente et de placement. <b>T<sub>atten</sub></b>	Rechercher le temps d'attente et de placement dans les paramètres de l'étude
19	Calculer le temps de cycle d'un camion. <b>T<sub>cycle camion</sub></b>	<b>T<sub>cycle</sub> = T<sub>ch</sub> + T<sub>aller</sub>+T<sub>déchar</sub>+T<sub>retour</sub>+T<sub>atten</sub></b>
21	Calculer le nombre de camions. <b>Nbre Camion</b>	<b>Nbre camion = T<sub>cycle camion</sub>/T<sub>ch</sub></b>
22	Réaliser la représentation graphique	Sur un repère orthogonale avec en abscisse le temps et en ordonnée la distance , représenter la rotation des camions.

**FAIRE TD OBJECTIF 3**

**FAIRE TD OBJECTIF 4**

**FAIRE TD OBJECTIF 5**