

Mesure d'efforts

Ton cheval, il peut tirer combien ?

Réflexions sur l'étude des capacités de traction des équidés

Auteur : Deny Fady

Enseignant-chercheur en technologie.

*Membre fondateur et actuel Président
de l'association HIPPOTESE*

*Inventeur du DATAFFICHEUR,
du DataPalo et du DataWatt*

**Conférence maintenant
disponible en ligne sur
Youtube, lancez ou copiez
le lien :**

[https://www.youtube.com/
watch?v=Z_ffHUCanbo](https://www.youtube.com/watch?v=Z_ffHUCanbo)



Ton cheval, il peut tirer combien ? C'est quoi la question ?



<https://www.peakpx.com>

PULLING : tirer un traîneau de
(8T) ou un camion
dynamométrique sur 8,40 m,
dans du sable
(effort : 750 kg à 1250 kg/cheval)

équivalent à leur poids

C'est quoi la question ?

Quelle est la **Puissance maximum**
développée par un cheval ? "

Ton cheval, il peut tirer combien ? C'est quoi la réponse ?

C'est quoi la réponse ?

Beaucoup d'énergie mais pas longtemps !

Le cheval est un **animal de fuite** !

Son système nerveux autonome (SNA) peut activer une augmentation rapide de la fréquence cardiaque, de la pression artérielle et des niveaux d'adrénaline



<https://www.peakpx.com>

Ton cheval, il peut tirer combien en continu ? C'est quoi sa charge acceptable ? Et pendant combien de temps ?

Notre sujet de recherche, à Hippotese

Pas l'effort exceptionnel qui ne dure pas !
Pas le coup de collier !
Pas l'effort intense d'un jour !

Mais

L'effort raisonnable sur le temps long
L'effort reproductible qui n'entame pas le
capital santé de l'animal

Et donc aussi **les temps de pause et de
récupération** qui y sont associés...



Petite analogie sportive :

Pas un **sprinteur**



Même pas un **coureur de
fond**



Mais plutôt un **randonneur**
qui fait le chemin de
Compostelle sur 2 mois...

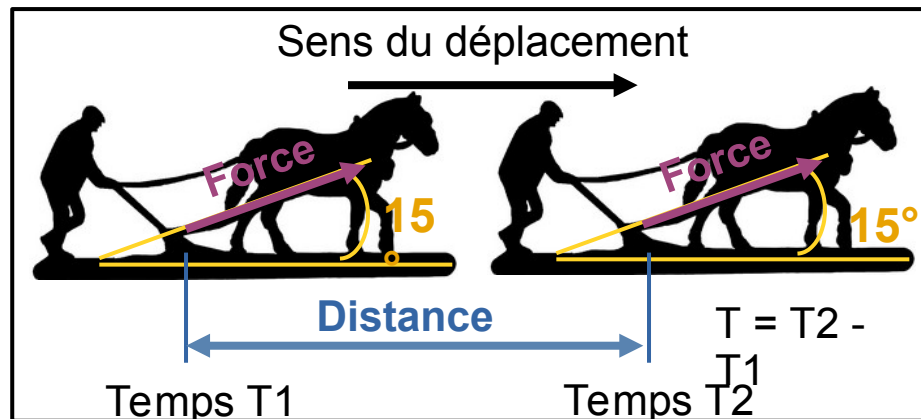
Force et Travail...

Rappel de quelques notions

la Force (N) = Masse (Kg) x G (const. attraction terrestre : 9,81)

le Travail (J) = Force (N) x cos α x Distance (m)

**NB : le kgf est une ancienne unité
1kgf = 9,81 N (presque 10N ou 1daN)**



Puissance...

Rappel de quelques notions

La Puissance (w) = Travail (J) / Temps (s)

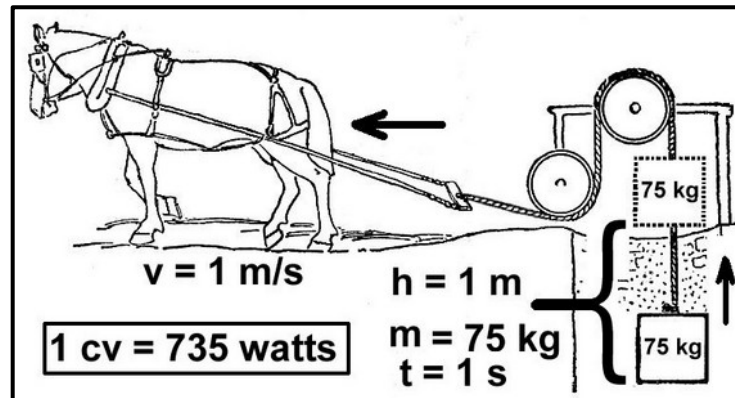
le Travail = Force x Distance

La Puissance = (Force x Distance) / Temps

La Vitesse = Distance / Temps

Donc

La Puissance (w) = Force (N) x La Vitesse (m/s)



1800, James Watt définit le cheval-vapeur pour comparer les « moteurs animés » et les « moteurs inanimés »

(en fait les chevaux et les machines à vapeur)

Puissance...

Un exemple réel

La Puissance (W) = Force (N) x La Vitesse (m/s)



3 valeurs faciles à mesurer

- Force : 73 kgf \approx 716 N
- Angle $\alpha = 15^\circ$, ($\cos \alpha = 0,96$)
- Vitesse : 1 m/s

Exemple mesuré ici : 716 N x 1m/s x 0,96 = 687 W = 0,94 cv

La charge acceptable ?

L'hypothèse de l' "Effort Standard "

Def : **Effort Standard**

Effort que l'on peut demander **en moyenne** à un cheval de travail...

- 1) **En bonne santé**
- 2) **Correctement entraîné**
- 3) **Suffisamment nourri**
- 4) **6 h / jour,**
- 5) **5 j / semaine,**

et recommencer la semaine suivante.

Valable pour une vitesse donnée.

3 seuils qui en découlent :

Effort Standard

Effort Important (2 x l'Effort Standard)

Effort Intense (3 x l'Effort Standard)

Déterminer l'Effort Standard

Quelques repères...

Au pas, 1 cheval peut tirer 13% de son poids, pendant une journée (600 kg → 78 kgf) (cirad 1996)

Pour les rouliers, 1 cv peut tirer un chariot de 1,5 T (30 kgf sur le plat, 105 kgf pente à 5%, 180 kgf pente à 10%), 2cv → 3T

Les Chasses-Marée faisaient des étapes de 30 km, à 14 km/h, avec des charrettes à 2 roues de 3500 kg, tirées par 4 chevaux (Dieppe-Paris : 200 km).

Cheval Omnibus (3,6 T) : 35 kgf à 10 km/h pendant 1h30 à 3 h

Cheval Tramway (6 T) : 27 kgf à 11 km/h pendant 1h30 à 3 h

Charrue brabant environ 120 kgf/cheval, au pas (0,8 m/s ou 2,88 km/h)

Calèche ramassage scolaire Ungersheim 1330 kg en charge, effort moyen 20 kgf à 6 km/h (avec des passages courts à 50-60 kgf).

Puissance réelle... Quelques repères...

(Ruby) labour en simple,
charrue tourne-oreille,

Moy : 105 kgf

(Beaujolais) CoverCrop, chaque cv,

Moy : 127 kgf

(Gaïa) Buttage-Binage
poireaux, **Moy : 97 kgf**

(Beaujolais) Décabinage,

Moy : 58 kgf



Que dit la littérature ?

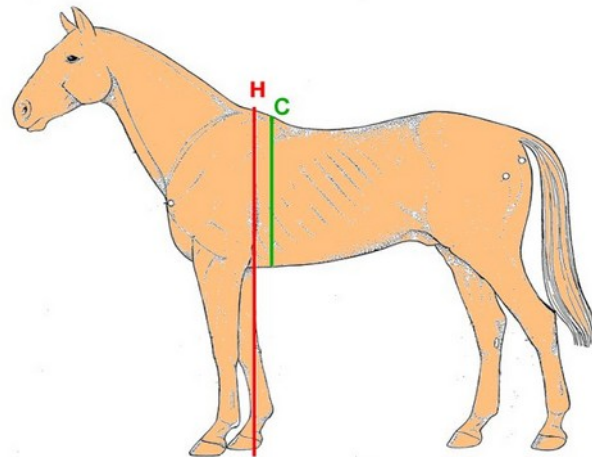
La Puissance théorique ou potentielle

L'effort à l'épaule dépend du rapport

C = tour de poitrine au carré sur **H** = Haut. au garrot

$$F = a \times (C^2/H)$$

Avec **a** : coef. déterminé par l'expérience



H : Point le plus haut du garrot, mesuré à la toise, placé « à niveau »
C : Ruban métrique, positionné juste à l'arrière de la pointe supérieure de l'épaule (omoplate), à la verticale du passage de sangle.

Que dit la littérature ?

La Puissance théorique ou potentielle

Allure	Vitesse (en m/s)		Effort à l'épaule (en kgf)	
	Formule théorique	Application	Formule théorique	Application
pas de travail	$0,75 H$	1,2	$60 \times (C^2/H)$	127
pas libre	H	1,6	$30 \times (C^2/H)$	63
petit trot	$1,5 H$	2,4	$15 \times (C^2/H)$	32
grand trot	$2 H$	3,2	$11 \times (C^2/H)$	23
Galop	$4,5 H$	7,3	$7 \times (C^2/H)$	15

En théorie, la vitesse de déplacement dépend de la hauteur au garrot $H \rightarrow (V = a \times H)$

Tableau tiré de L'Emploi Rationnel du Cheval de Trait FNC IOSTA 1959

Que dit la littérature ?

La Puissance théorique ou potentielle

Allure	Vitesse (en m/s)		Effort à l'épaule (en kgf)	
	Formule théorique	Application	Formule théorique	Application
pas de travail	0,75 H	1,2	60 x (C ² /H)	127
pas libre	H	1,6	30 x (C ² /H)	63
petit trot	1,5 H	2,4	15 x (C ² /H)	32
grand trot	2 H	3,2	11 x (C ² /H)	23
Galop	4,5 H	7,3	7 x (C ² /H)	15

Il est peu crédible de penser qu'en passant du **pas libre** au **pas de travail**, la capacité de traction puisse être doublée !

**La vitesse de travail au pas est plutôt de 0,8 à 1 m/s en labour et en maraîchage
Plutôt de 1 à 1,4 m/s en roulage ou en épandage de fumier**

NB : 0,8 m/s = 2,9 km/h 1 m/s = 3,6 km/h 1,2 m/s = 4,32 km/h, 1,6 = 5,76 km/h, 2,4 = 8,64 km/h

La Puissance théorique ou potentielle

Quelques exemples...

$$F = (30 \times C^2) / H$$

C = tour de poitrail en m, H = hauteur au garrot en m. Pas de travail (0,8 à 1,2 m/s)

Ruby (Deny) : C : 2,15 m, H : 1,60 m, $30 \times 2,15 \times 2,15 / 1,6 = 86,7$ kgf au pas

Édène (Estelle) : C : 2,10 m, H : 1,61 m, $30 \times 2,1 \times 2,1 / 1,61 = 82,2$ kgf au pas

Aramis (Olivier) : C : 2,03 m, H : 1,59 m, $30 \times 2,03 \times 2,03 / 1,59 = 77,8$ kgf au pas



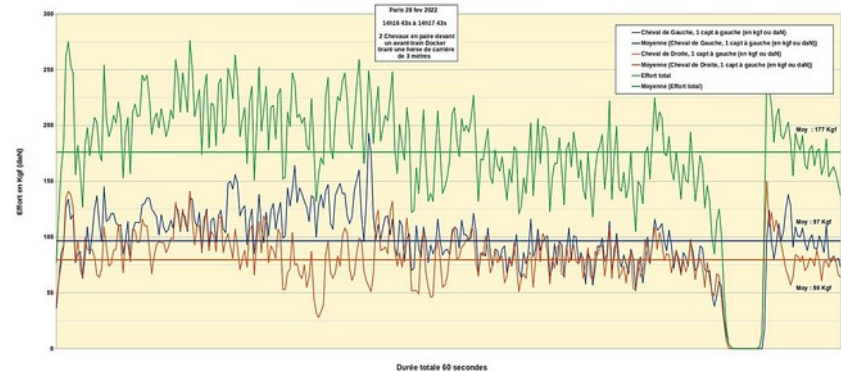
Datafficheur (2016-2022)

2 capteurs, 1 récepteur, 1 enregistreur



N°	Date	Heure	Cheval de Gauche (en kgf ou daN)										Cheval de Droite (en kgf ou daN)										
1464	28/02/2022	14:23:43	107	100	73	77	83	74	71	103	76	52	60	73	67	65	66	60	60	84	89	54	60
1465	28/02/2022	14:23:45	124	94	61	115	136	93	120	173	106	117	100	66	60	101	96	47	70	93	65	89	
1466	28/02/2022	14:23:47	133	128	125	103	109	112	104	106	127	90	74	66	90	95	110	95	89	101	90	107	
1467	28/02/2022	14:23:49	123	102	117	125	108	108	119	97	104	104	127	101	106	112	96	115	107	84	86	82	
1468	28/02/2022	14:23:51	97	124	104	123	136	103	94	128	113	100	93	110	93	101	113	94	108	131	103	82	
1469	28/02/2022	14:23:53	113	123	117	87	109	121	83	89	119	107	112	125	106	92	112	102	92	126	108	83	
1470	28/02/2022	14:23:54	99	100	92	95	86	107	99	58	78	101	89	101	111	99	105	86	72	120	99		
1471	28/02/2022	14:23:56	55	88	103	75	102	89	77	93	100	85	63	91	100	90	121	94	83	93	96	98	
1472	28/02/2022	14:23:58	93	92	98	101	79	88	102	87	90	113	106	90	82	87	98	121	104	91	96	82	
1473	28/02/2022	14:24:00	62	88	103	107	122	135	115	134	144	154	73	115	101	95	70	51	70	72	83	114	
1474	28/02/2022	14:24:02	163	121	109	119	110	108	96	76	63	60	106	67	104	127	128	123	84	68	76	70	
1475	28/02/2022	14:24:04	90	123	127	106	128	128	163	172	94	85	90	80	82	56	66	74	127	95	63	98	
1476	28/02/2022	14:24:06	120	116	178	143	94	112	109	92	155	145	93	102	127	98	83	110	80	91	101	67	
1477	28/02/2022	14:24:08	90	117	121	188	170	91	86	128	164	200	66	74	61	89	85	65	54	50	46	68	
1478	28/02/2022	14:24:09	163	96	69	120	174	154	135	123	86	110	91	69	60	81	63	55	105	88	58	68	
1479	28/02/2022	14:24:11	163	113	105	128	82	116	165	91	79	122	61	45	107	98	42	66	65	57	101	97	
1480	28/02/2022	14:24:13	96	129	118	75	99	84	105	142	72	11	50	64	79	90	110	69	80	100	64	100	
1481	28/02/2022	14:24:15	95	78	116	122	74	113	105	99	161	145	93	66	80	74	104	107	61	56	76	53	
1482	28/02/2022	14:24:17	94	116	63	109	113	62	96	131	68	94	89	107	62	59	73	64	94	96	70	95	
1483	28/02/2022	14:24:19	101	75	94	79	111	119	85	102	120	99	93	83	99	85	104	104	89	120	115	99	
1484	28/02/2022	14:24:21	126	114	94	127	106	91	122	120	97	116	101	91	118	113	82	91	110	87	118	113	
1485	28/02/2022	14:24:22	97	112	105	89	115	95	92	111	85	91	86	87	85	100	109	73	77	87	84	113	
1486	28/02/2022	14:24:24	105	90	114	112	95	118	101	89	110	93	111	91	105	109	108	131	104	91	104	81	
1487	28/02/2022	14:24:26	88	112	94	123	79	79	115	76	93	109	116	82	102	99	66	109	97	65	106		
1488	28/02/2022	14:24:28	99	63	118	118	94	112	121	105	118	86	84	81	115	95	72	80	88	103	106	70	
1489	28/02/2022	14:24:30	118	112	64	91	102	82	72	84	99	92	99	95	66	99	65	49	66	77	85		
1490	28/02/2022	14:24:32	82	94	93	99	86	80	105	85	81	88	87	86	83	87	74	108	97	89	78	87	
1491	28/02/2022	14:24:33	66	43	52	55	49	43	64	78	67	89	70	62	63	65	46	47	62	48	47	70	

Datafficheur-Enregistreur sn2208

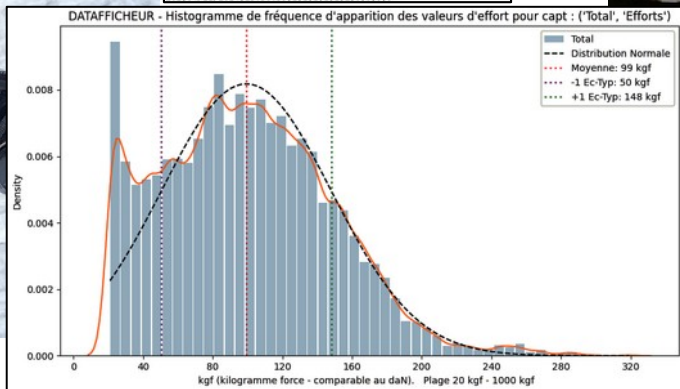


DataPalo (2023)

1 capteur, 1 palonnier, 1 récepteur, 1 enregistreur

```

109.04/11/2024.13:56:01,0,0,0,0,0,0,0,0,0
176.04/11/2024.13:56:03,0,0,0,0,0,0,0,0,0
171.04/11/2024.13:56:05,0,0,0,0,0,0,0,0,0
172.04/11/2024.13:56:07,0,0,0,0,0,0,0,0,0
173.04/11/2024.13:56:08,0,0,0,0,0,0,0,2,11,27
174.04/11/2024.13:56:10,21,52,74,78,71,90,84,94,102,107
175.04/11/2024.13:56:12,104,88,83,98,99,118,114,96,120,120
176.04/11/2024.13:56:14,119,120,132,164,123,137,167,176,161,176
177.04/11/2024.13:56:15,162,154,126,129,149,142,142,157,141,113
178.04/11/2024.13:56:17,99,121,178,163,130,140,123,105,136,95
179.04/11/2024.13:56:19,139,127,134,132,86,104,117,126,164,139
180.04/11/2024.13:56:21,151,128,143,111,131,119,142,115,138,43
181.04/11/2024.13:56:22,85,98,95,69,43,92,72,76,101,126
182.04/11/2024.13:56:24,112,134,106,160,135,165,91,82,83,82
183.04/11/2024.13:56:26,72,104,102,87,141,111,83,95,95,77
184.04/11/2024.13:56:28,78,99,119,95,111,126,138,112,102,126
185.04/11/2024.13:56:29,127,150,129,118,141,159,189,108,127,121
186.04/11/2024.13:56:31,175,149,170,183,203,162,147,132,132,114
187.04/11/2024.13:56:33,125,141,139,147,172,145,170,117,119,162
188.04/11/2024.13:56:35,180,193,204,174,187,162,144,199,183,188
189.04/11/2024.13:56:36,152,133,117,122,129,116,74,41,52,59
190.04/11/2024.13:56:38,52,38,39,37,48,28,27,34,28,32
191.04/11/2024.13:56:40,39,39,48,46,50,46,20,4,1,1
192.04/11/2024.13:56:42,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
193.04/11/2024.13:56:43,1,1,1,1,1,2,7,7,7,9
194.04/11/2024.13:56:45,10,10,9,7,6,4,3,3,2
195.04/11/2024.13:56:47,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0
196.04/11/2024.13:56:49,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
197.04/11/2024.13:56:50,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
198.04/11/2024.13:56:52,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
199.04/11/2024.13:56:54,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
200.04/11/2024.13:56:56,0,10,11,20,24,27,32,15,12,8
201.04/11/2024.13:56:57,5,3,2,2,1,1,1,1,1,1
202.04/11/2024.13:56:59,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0
  
```

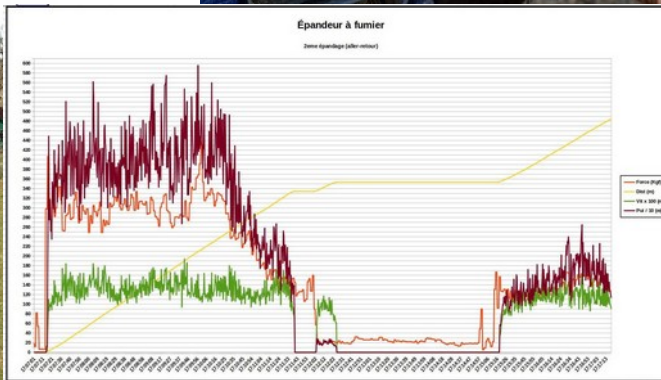


DataWatt (2025)

1 roue codeuse, 1 récepteur (force)

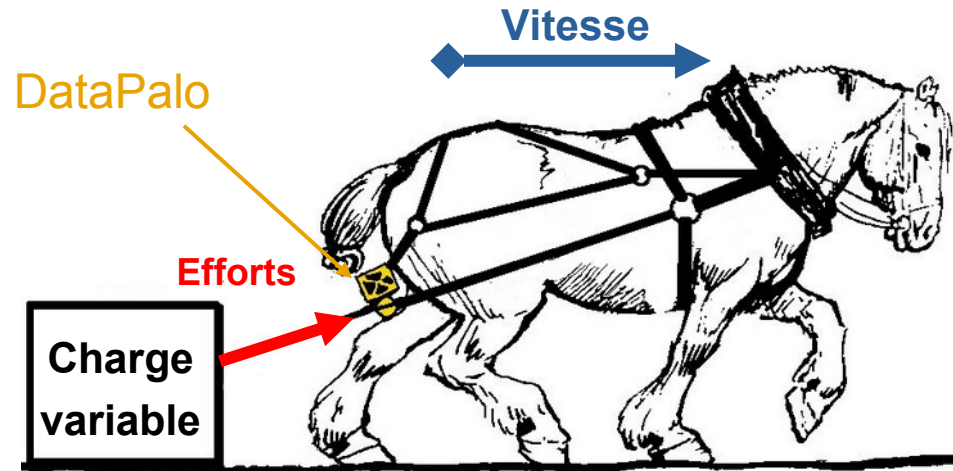
1 calculateur (vitesse, puissance)

1 enregistreur



Déterminer l'effort standard...

- 1) Mesure efforts + vitesse, à charge variable
- 2) Film continu + enregistrement des données
- 3) Analyse visuelle et interprétation des résultats → Estimation de l'Effort Standard



Ce qu'il faut retenir...

On peut déterminer par l'**observation couplée à des mesures**, un **effort standard** (à la vitesse du pas) qui est propre à chaque équidé.

Le travail avec l'animal soumis à l'**effort standard** est possible 6 h/j et 5 j/sem, dans la mesure où l'on respecte les temps de récupération et les temps de pause.
Typiquement 70 kgf pour un comtois de 700 kg.

Le travail avec l'animal est possible à l'**effort important** sur un temps journalier plus court (3h). *Typiquement 140 kg.*

Le travail à l'**effort intense** est aussi possible s'il est fractionné et mené avec précautions. *Typiquement 210 kg.*

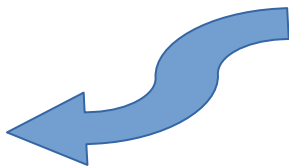
Puissance potentielle... Travail effectif !

Le Cheval
avec
sa puissance
potentielle

+

son caractère
(docilité, courage,
envie) et son
entraînement

Partenariat



Le Meneur
avec
ses compétences

Engagement



**Travail
effectif !**



**N'oubliez pas !
Votre cheval n'est
pas un tracteur !**

Affaire à suivre...



Merci de votre attention.



Deny Fady
Hippotese.free.fr