

Annexe : détail des calculs

Calcul 1 : comment la valeur des émissions de GES par chantier est calculée dans le rapport (pages 40-41)

Hypothèses (annexe 8 page 6 et rapport page 41) :

- Tout compris, un cheval de trait émet 2797 kg eqCO₂ par an pendant sa période de travail.
- Un cheval est utilisé 1200 heures par an.
- Sur le chantier de débardage, il y a 2 chevaux qui sont exploités chacun 18 heures.

Calculs :

- Émissions de GES par heure d'utilisation d'un cheval : $2797/1200 = 2,3$ kg eqCO₂ par heure.
- Émissions totales de GES par chantier : $2 \times 18 \times 2,3 = 84$ kg eqCO₂ par chantier.

Calcul 2 : comment la valeur des émissions de GES horaires est calculée dans le Cas 2 du rapport (tableau page 21)

Hypothèses (annexe 8 pages 3, 6, 9 et rapport page 41) :

- Durant la période 0-4 ans, le cheval émet 2444 kg eqCO₂ par an et n'est pas exploité.
- Durant la période 4-13 ans, le cheval émet 2797 kg eqCO₂ par an et est exploité 1200 heures par an.
- Durant la retraite, le cheval émet 2446 kg eqCO₂ par an et n'est pas exploité.

Calculs :

- Émissions totales de GES sur la période 0-4 ans : $2444 \times 4 = 9776$ kg eqCO₂.
- Émissions totales de GES sur la période 4-13 ans : $2797 \times 9 = 25173$ kg eqCO₂.
- Émissions totales de GES pendant la retraite (supposée durer n années) : $2446 \times n = 2446n$ kg eqCO₂.
- Émissions totales de GES pendant la vie du cheval : $9776 + 25173 + 2446n = 34949 + 2446n$ kg eqCO₂.
- Durée totale d'utilisation du cheval pendant sa vie : $1200 \times 9 = 10800$ heures.
- Émissions de GES horaires en tenant compte des périodes 0-4 ans et retraite : $(34949 + 2446n)/10800$ kg eqCO₂ par heure.

Or, d'après le rapport, cette valeur est de 3,9 kg eqCO₂ par heure (tableau page 21). Cela nous permet de calculer la valeur de n .

- Durée de la retraite :

$$(34949 + 2446n)/10800 = 3,9$$

$$34949 + 2446n = 3,9 \times 10800$$

$$2446n = 3,9 \times 10800 - 34949$$

$$n = (3,9 \times 10800 - 34949)/2446$$

$$n = 2,9 \text{ années.}$$

Calcul 3 : recalcul des émissions de GES des chevaux en corrigeant les hypothèses relatives à leur durée de vie et à leur durée d'utilisation annuelle

1. Durée de vie des chevaux

Hypothèses

On reprend plusieurs des résultats précédents :

- Émissions totales de GES pendant la vie du cheval : $34949 + 2446n$ kg eqCO₂, où n est le nombre moyen d'années de retraite.
- Durée totale d'utilisation du cheval pendant sa vie : $1200 \times 9 = 10800$ heures.
- Sur le chantier de débardage, il y a 2 chevaux qui sont exploités chacun 18 heures.

Et, en prenant une durée de vie moyenne des chevaux de 27,5 années, on corrige la durée de la retraite :

- Durée moyenne de la retraite : $27,5 - 13 = 14,5$ années.

Calculs :

- Émissions totales de GES sur la vie du cheval : $34949 + 2446 \times 14,5 = 70416$ kg eqCO₂.
- Émissions de GES horaires ramenées à l'ensemble de la vie : $70416/10800 = 6,5$ kg eqCO₂ par heure.
- Émissions totales de GES par chantier : $2 \times 18 \times 6,5 = 235$ kg eqCO₂ par chantier.

2. Durée de vie des chevaux et durée d'utilisation annuelle

Hypothèses

Les mêmes que précédemment en corrigeant la durée annuelle d'exploitation des chevaux :

- Durée d'exploitation des chevaux : 1000 heures par an.

Calculs :

- Durée totale d'utilisation du cheval pendant sa vie : $1000 \times 9 = 9000$ heures.
- Émissions de GES horaires ramenées à l'ensemble de la vie : $70416/9000 = 7,8$ kg eqCO₂ par heure.
- Émissions totales de GES par chantier : $2 \times 18 \times 7,8 = 282$ kg eqCO₂ par chantier.

Calcul 4 : recalcul des émissions de GES du tracteur en corrigeant les hypothèses relatives à sa durée d'utilisation

Hypothèses

On reprend plusieurs hypothèses du rapport (rapport page 41 et annexe 9 page 1) :

- Poids du tracteur 150 CV : 5000 kg.
 - Facteur d'émission : 8,3 kg eqCO₂/kg.
 - Bilan GES par heure d'utilisation hors "fabrication/fin de vie" : $51,3 - 9,2 = 42,1$ kg eqCO₂ par heure.
 - Durée d'utilisation du tracteur par chantier : 7 heures.
- En revanche, on corrige les données liées à la durée d'utilisation du tracteur :
- Durée de vie du tracteur : 10 ans (plutôt que 15 ans).
 - Taux d'utilisation du tracteur : 800 heures par an (plutôt que 300 heures par an).

Calculs :

- Bilan GES "fabrication/fin de vie" du tracteur : $5000 \times 8,3 = 41250$ kg eqCO₂.
- Nombre total d'heures d'utilisation du tracteur : $10 \times 800 = 8000$ heures.
- Bilan GES horaire "fabrication/fin de vie" du tracteur : $41250/8000 = 5,2$ kg eqCO₂ par heure.
- Bilan GES horaire global du tracteur : $42,1 + 5,2 = 47,3$ kg eqCO₂ par heure.
- Bilan GES du chantier effectué avec tracteur : $47,3 \times 7 = 331$ kg eqCO₂.

Calcul 5 : Coût économique du chantier avec l'engin thermique et la traction animale

1. Engin thermique

Hypothèses (rapport page 41 et De Paul *et al.*) :

- Durée d'utilisation du tracteur par chantier : 7 heures.
- Coût horaire du tracteur (comprenant prix d'achat, carburant, etc.) : 32 euros par heure.

Calcul :

- Coût économique du chantier avec engin thermique : $7 \times 32 = 224$ euros.

2. Traction animale

Hypothèses (rapport page 41, De Paul *et al.* et Vétitude) :

- Durée d'exploitation des chevaux par chantier : 18 heures, deux chevaux.
- Coût horaire d'un cheval hors retraite (comprenant prix d'achat, nourriture, hébergement, etc.) : 24 euros par heure.

N.B. : Le chantier utilise deux chevaux mais tous les coûts ne sont pas doublés, en particulier le salaire de l'humain qui les dirige. On retient ici le chiffre de 24 euros par heure pour les deux chevaux. C'est une hypothèse extrêmement favorable à la traction animale.

- Coût mensuel de la retraite d'un cheval : 200 euros par mois, soit 2400 euros par an.

N.B. : D'après le site Vétitude, le coût mensuel de la retraite est de 200 à 400 euros par mois. Là encore, l'hypothèse retenue est favorable à la traction animale.

- Durée moyenne de la retraite : 14,5 années, comme précédemment.
- Durée totale d'utilisation du cheval pendant sa vie : 9000 heures, comme précédemment.

Calculs :

- Coût du chantier hors retraite : $18 \times 24 = 432$ euros.
- Coût total de la retraite d'un cheval : $2400 \times 14,5 = 34800$ euros.
- Surcoût horaire lié à la retraite d'un cheval : $34800/9000 = 3,9$ euros par heure.
- Coût total du chantier, retraite des deux chevaux comprise : $432 + 18 \times 2 \times 3,9 = 571$ euros.

N.B. : On a tenu compte ici de la retraite de chacun des deux chevaux puisque le fait de les utiliser simultanément ne change rien au fait que la retraite de deux chevaux coûte le double de la retraite d'un cheval.

Calcul 6 : Efficience comparée de la traction animale et d'un projet labellisé bas-carbone

Hypothèses (Sami, Label Bas Carbone) :

- Coût moyen d'un projet labellisé bas-carbone pour une tonne eqCO₂ : 40 euros.
- Bilan GES du chantier avec traction animale : 282 kg eqCO₂ par chantier, comme calculé précédemment.
- Bilan GES du chantier avec engin thermique : 331 kg eqCO₂, comme calculé précédemment.
- Coût du chantier avec engin thermique : 224 euros, comme calculé précédemment.
- Coût du chantier avec traction animale : 571 euros, comme calculé précédemment.

Calculs :

- Émissions de GES évitées par chantier avec traction animale plutôt qu'engin thermique : $331 - 282 = 49$ kg eqCO₂ = 0,049 tonne eqCO₂.
- Surcoût du chantier avec traction animale plutôt qu'engin thermique : $571 - 224 = 347$ euros.
- Émissions de GES évitées en employant le budget du surcoût de la traction animale à un projet bas-carbone : $347/40 = 8,7$ tonnes eqCO₂.
- Ratio d'efficience entre projet bas-carbone et traction animale : $8,7/0,049 = 177$.