

La transition énergétique: un premier regard sur les abatteuse-façonneuses hybrides dans les forêts québécoises

Eric R. Labelle, ing.f., Ph.D, Luc LeBel, ing.f., Ph.D., Mahsa Yadegari, BSc. Eng.

Congrès CIFQ – Le bois: notre avenir

28 mai 2024



Plan

- 1 Problématique
- 2 Objectifs
- 3 Fonctionnement
- 4 Suivi opérationnel
- 5 Résultats préliminaires
- 6 Prochaines étapes



Photo: E.R. Labelle

1. Problématique

- Machines forestières consomme beaucoup de carburant
- Réduction des GES passe principalement par une décarbonation
- Une option existante est l'hybridation des équipements de récolte
- Manque de suivi scientifique de la performance des abatteuses-façonneuses hybrides

2. Objectifs de l'étude

- 1 Élaborer un cadre conceptuel pour identifier des stratégies visant à réduire les émissions de carbone des opérations forestières
- 2 Quantifier la consommation de carburant et la productivité des abatteuses-façonneuses hybrides
- 3 Évaluer l'impact environnemental global des abatteuses-façonneuses hybrides grâce à l'analyse du cycle de vie

3. Fonctionnement



Source: Logset.com

Spécifications de l'abatteuse-façonneuse

Dimensions de base

Poids: 24 500 kg

Pneus: 8x 780/50-28.5

Flèche

Mesera 285

Portée: 9,7 m

Couple de levage: 280 kNm



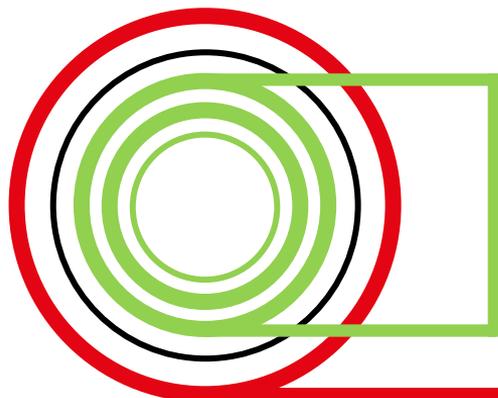
Spécifications de la tête d'abattage et de façonnage

Logset TH75

Poids: 1500 kg

Vitesse d'alimentation: 5,6 m/sec

Rouleaux d'entraînement: 2 amovibles, 1 fixe



Production optimale (15 à 50 cm)

80 cm diamètre maximum

Adapté de Logset



Photo: E.R. Labelle

Moteur diesel

AGCO Power 74 LFTN

Norme

EU Stage V, EPA Tier 4

Puissance à 2100 tr/min

205 kW (280 hp)

Couple maximal à 1500 tr/min

1200 Nm

Réservoir de carburant

480 litres

Réservoir DEF

40 litres



À titre indicatif

Source: Agcopower.com

Moteur électrique

Puissance de 175 kW (230 hp) pendant 4,5 secondes

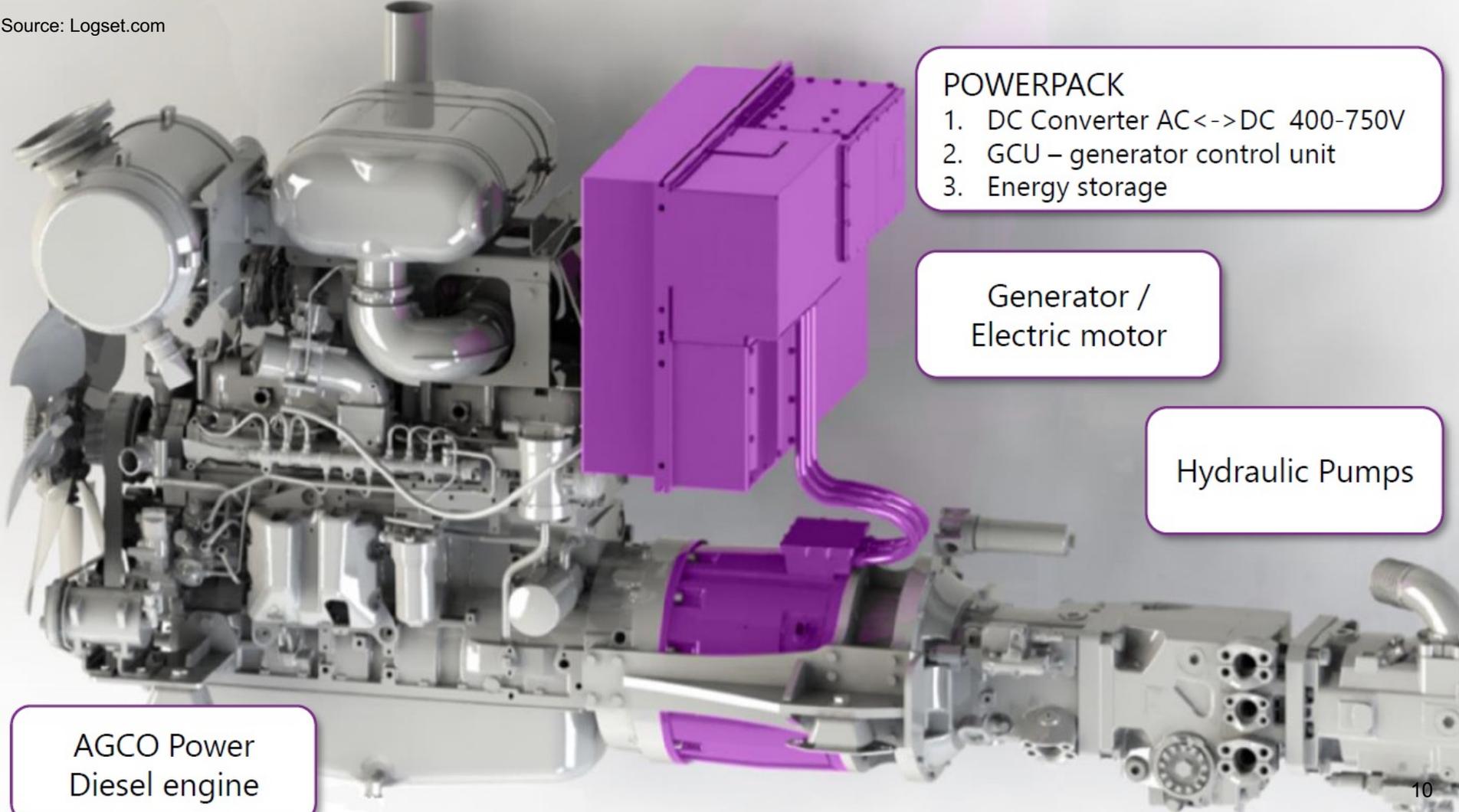
Couple maximal de 800 Nm

Recharge complète en 6 secondes

Super condensateur (power pack: super capacitor)

Composé de 96 cellules de condensateur (2,5 volt/cellule)





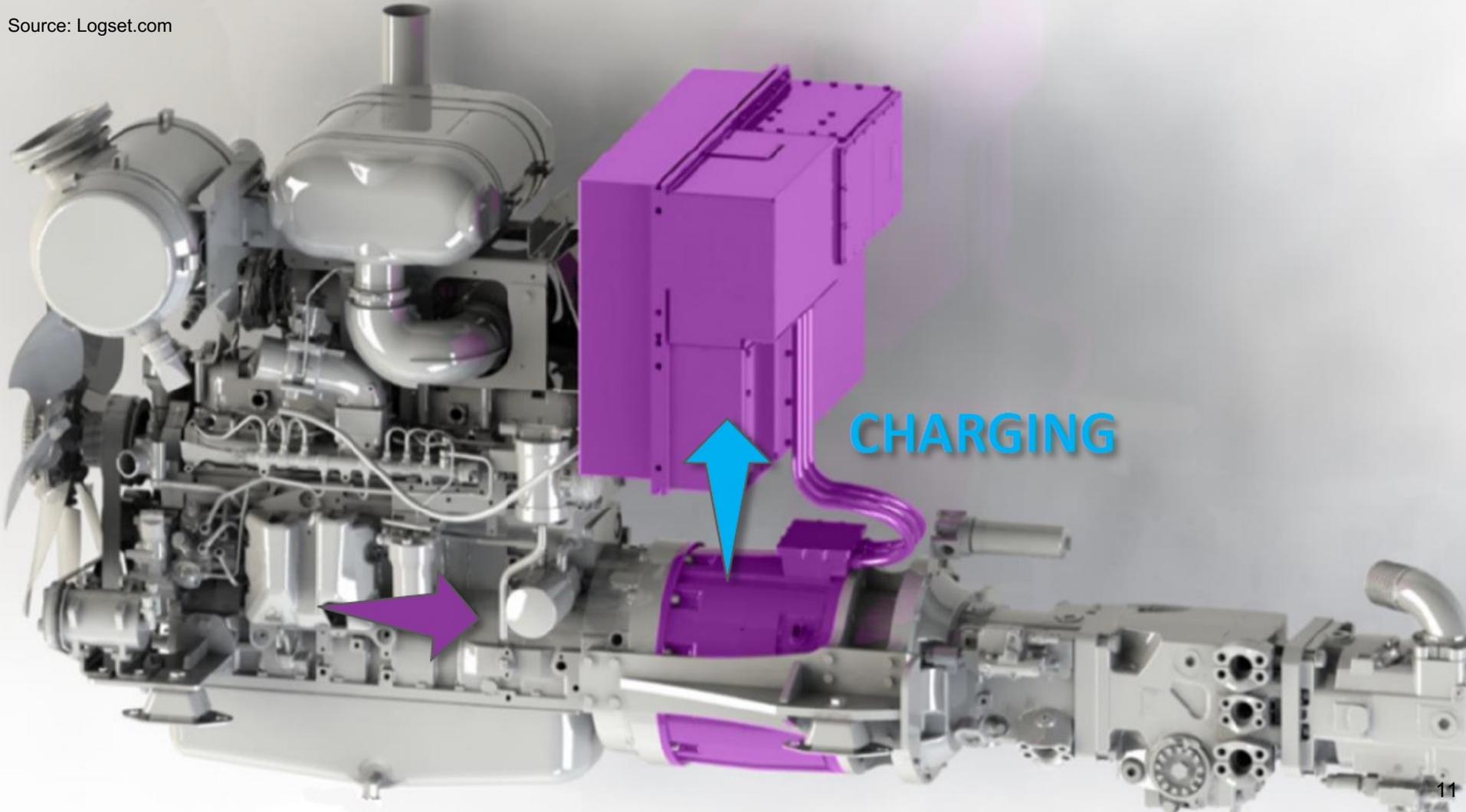
POWERPACK

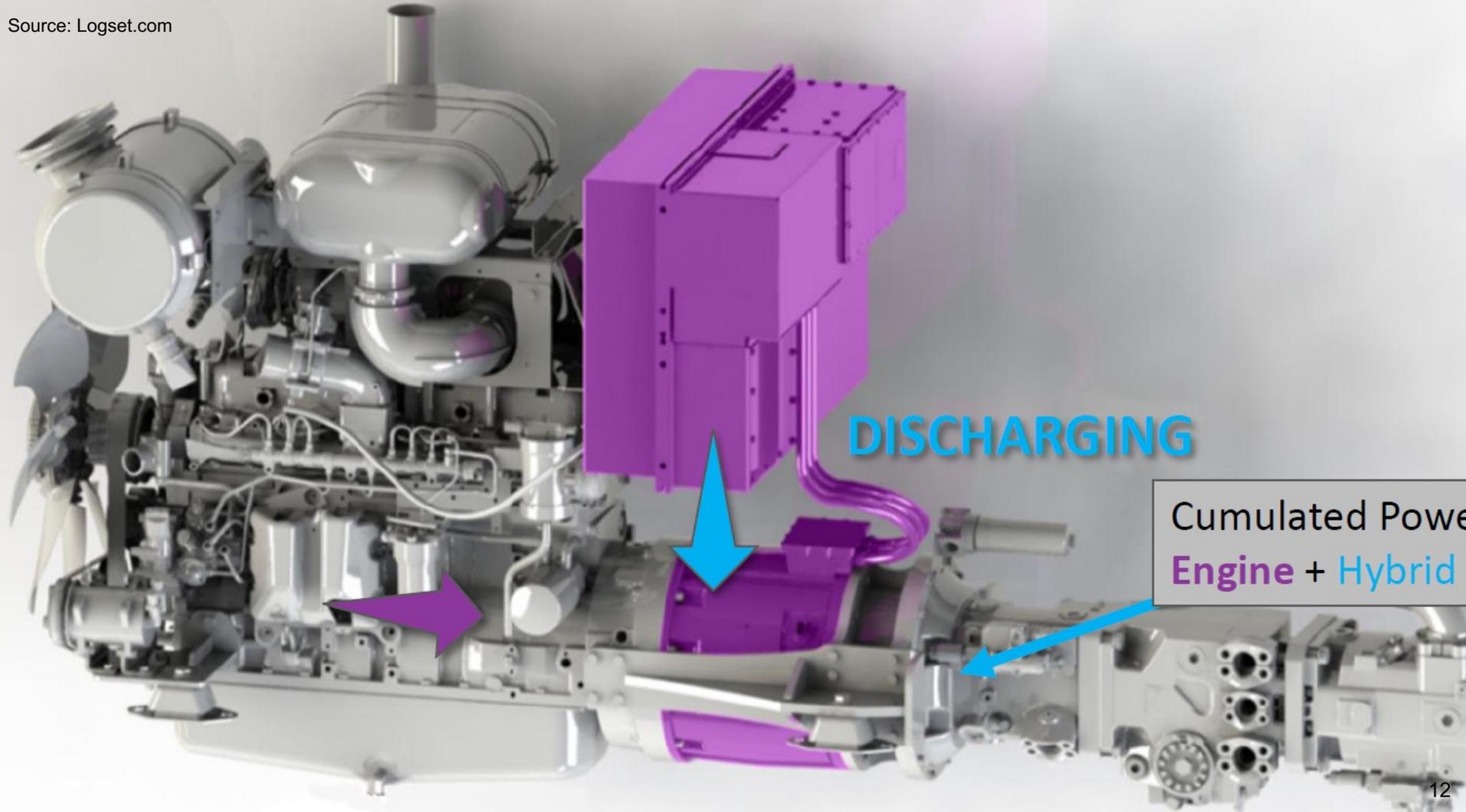
1. DC Converter AC<->DC 400-750V
2. GCU – generator control unit
3. Energy storage

Generator /
Electric motor

Hydraulic Pumps

AGCO Power
Diesel engine





DISCHARGING

Cumulated Power
Engine + Hybrid

Système hybride (moteurs diesel et électrique)

Puissance maximale à 1850 tr/min

369 kW (502 hp)

Couple maximal à 1500 tr/min

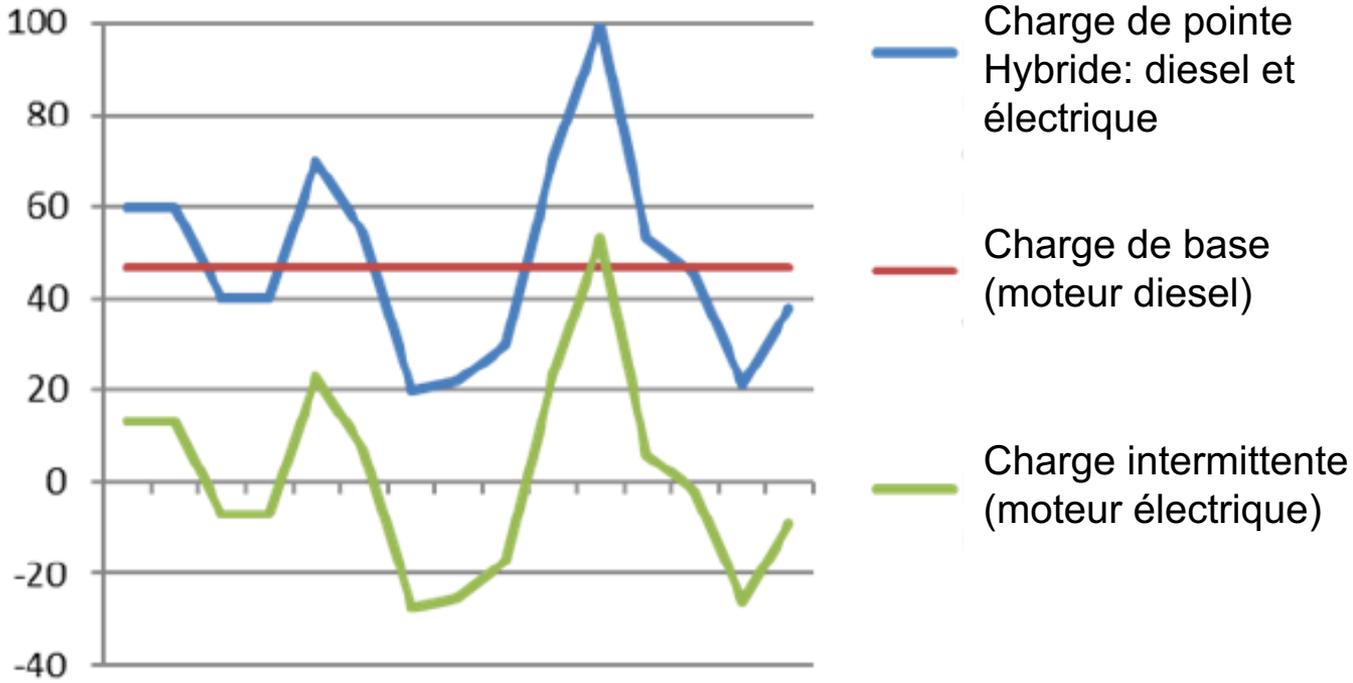
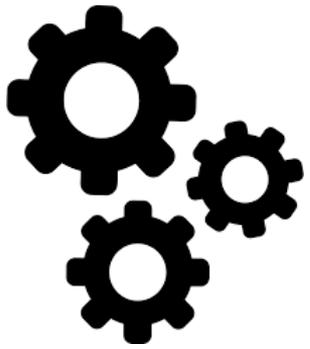
2080 Nm (1534 ft lb)



Source: Logset.com



Synchronisme des sources d'énergie



Source: Logset



4. Suivi opérationnel et collecte de données



Début des opérations

| Abatteuse | Mise en opération | Dernière mise à jour |
|-----------|-------------------|----------------------|
| 12HE20074 | 8 juin 2023 | 2024-03-27 |
| 12HE20076 | 23 août 2023 | 2024-04-24 |
| 12HE20079 | 6 septembre 2023 | 2024-03-12 |

Suivi opérationnel – sources de données

Portail Logset

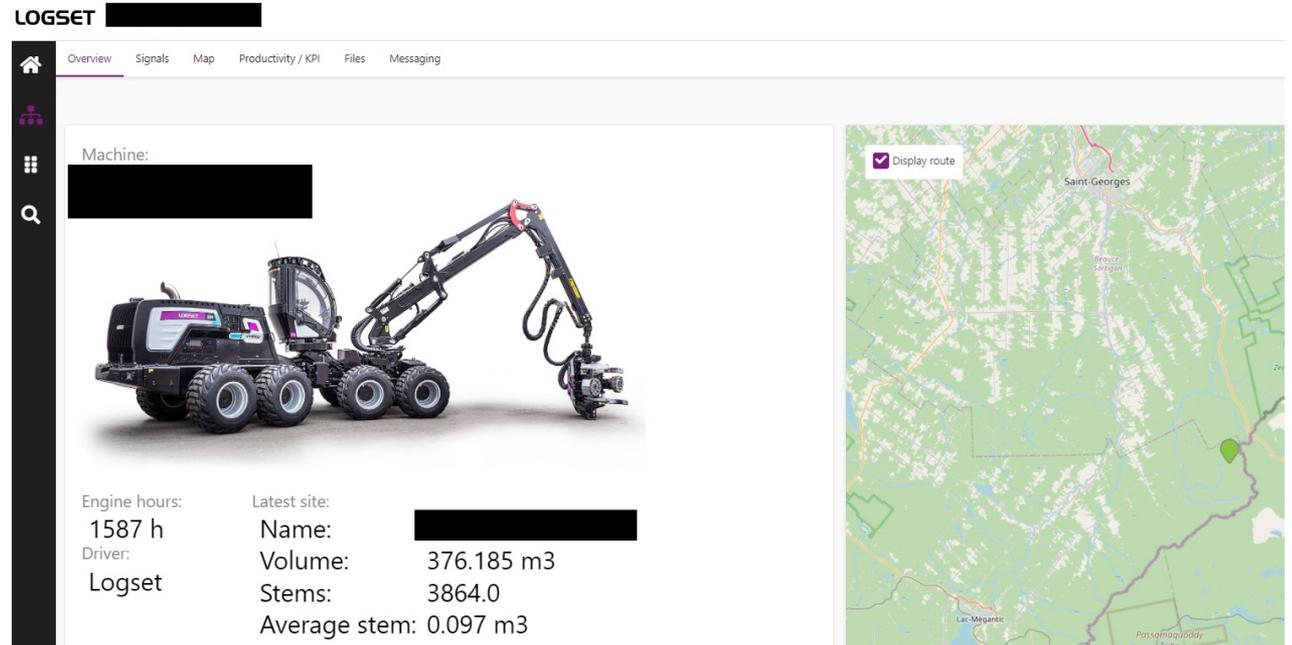
- Productivité
- Consommation
- Géolocalisation

Logbook

- Consommation
- Facteurs explicatifs

Campagne terrain

- Études détaillées

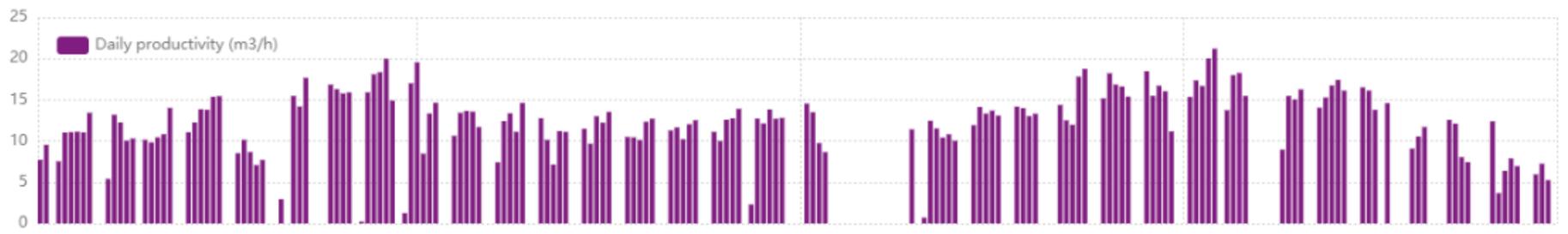
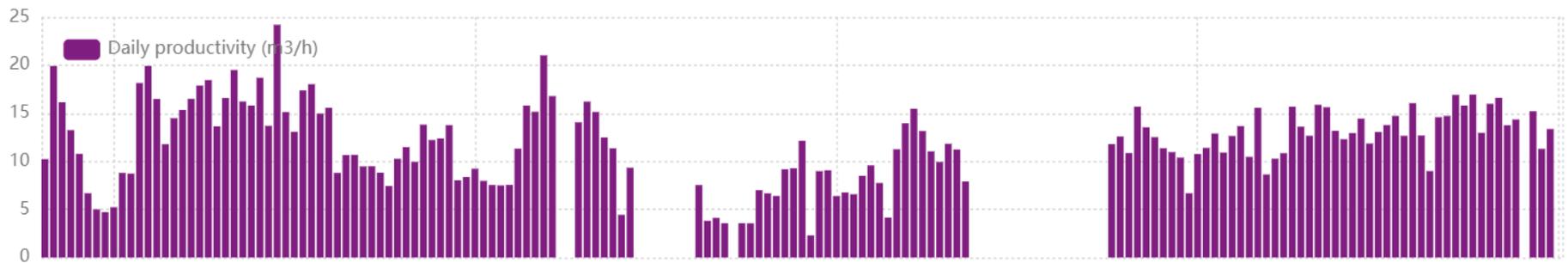


The screenshot displays the Logset web interface. At the top, the 'LOGSET' logo is visible. Below it, a navigation bar includes 'Overview', 'Signals', 'Map', 'Productivity / KPI', 'Files', and 'Messaging'. A sidebar on the left contains icons for home, menu, and search. The main content area features a 'Machine:' label above a blacked-out name. Below this is a high-resolution image of a skid-steer loader. To the right of the image, a table lists key performance indicators: Engine hours (1587 h), Driver (Logset), Latest site Name (blacked out), Volume (376.185 m3), Stems (3864.0), and Average stem (0.097 m3). On the far right, a map shows the location of the machine, with a green pin and a 'Display route' button. The map includes labels for 'Saint-Georges', 'Lac Mégantic', and 'Passamaquoddy'.

| Engine hours: | Latest site: |
|----------------|------------------------|
| 1587 h | Name: [REDACTED] |
| Driver: Logset | Volume: 376.185 m3 |
| | Stems: 3864.0 |
| | Average stem: 0.097 m3 |

Source: Logset.regatta.fi

Suivi opérationnel – Portail Logset



Suivi opérationnel – Logbook

| Début du quart de travail | Consommation de carburant | | Volume (litre) | Moment (hr:min) | |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|--|
| | | | Carburant ajouté | | |
| | Lubrifiant | Graisse | | | |
| | | Huile à chaine | | | |
| | | Huile hydraulique | | | |
| | DEF (urée) | | | | |
| | Heures moteur au ravitaillement | | | | |

Suivi opérationnel – Logbook

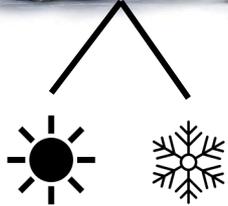
| | | | |
|--------------------------------|-------------------|---|---|
| Fin du quart de travail | Météo | Température à mi-journée ? (°C) | |
| | | Conditions atmosphériques ? Pluie (P), Neige (N), Vents forts (V), Autres (A) | P N V A <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Autre : _____ |
| | Production | Heures planifiées / heures travaillées | <input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/> / <input style="width: 50px; height: 30px;" type="text"/> |
| | | Production attendue / production réelle (m³/quart) | |
| | | Si inférieure aux attentes, donnez les principales raisons : Météo (M), Main d'œuvre (Mo), Équipement (E), Autre (A) | M Mo E A <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Autre : _____ |

Suivi opérationnel – Logbook

But principal: Expliquer les variations de consommation de carburant et de productivité en obtenant une rétroaction quotidienne et hebdomadaire

| Rapport hebdomadaire sur la consommation de carburant ou la productivité | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|
| Maintenance | Y a-t-il eu une maintenance spécifique ou un problème avec l'abatteuse-façonneuse qui pourrait expliquer les performances, bonnes ou mauvaises ? | | | | | | | | | | |
| Organisation du travail | Quels facteurs ont principalement affectés votre productivité et votre consommation de carburant ? | | | | | | | | | | |
| Notes | Autres commentaires : | | | | | | | | | | |
| Appréciation hebdomadaire globale | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |

Suivi opérationnel (campagne terrain)



2 campagnes par machine
2 semaines par campagne

Suivi étroit de la consommation de carburant

Avant récolte

Délimitation des parcelles

Inventaire

Codification unique

Installation de caméras vidéo

Pendant la récolte

Suivi opérationnel

Vérification des systèmes

Après la récolte

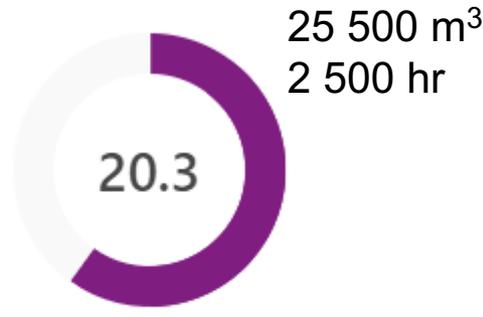
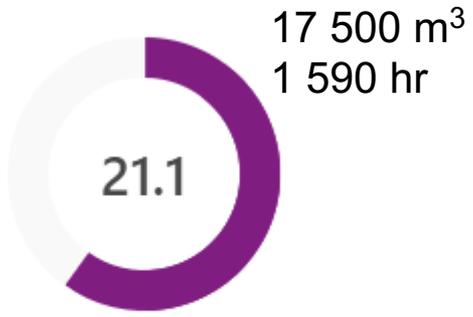
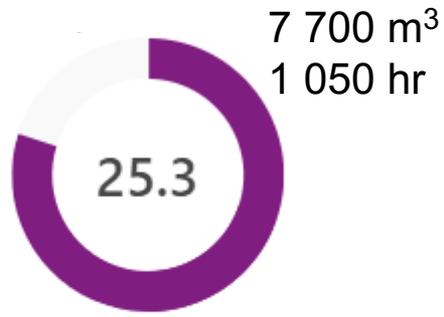
Données ODB

Captures vidéo

Mesure de billes

5. Résultats préliminaires – consommation de carburant

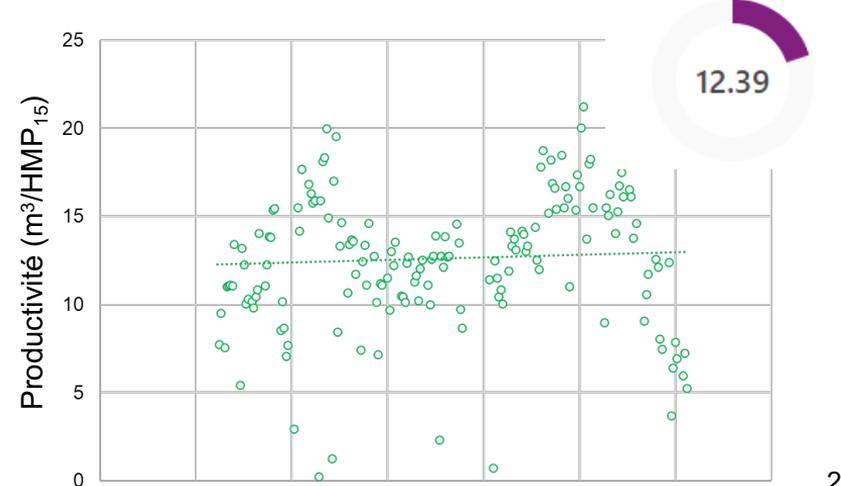
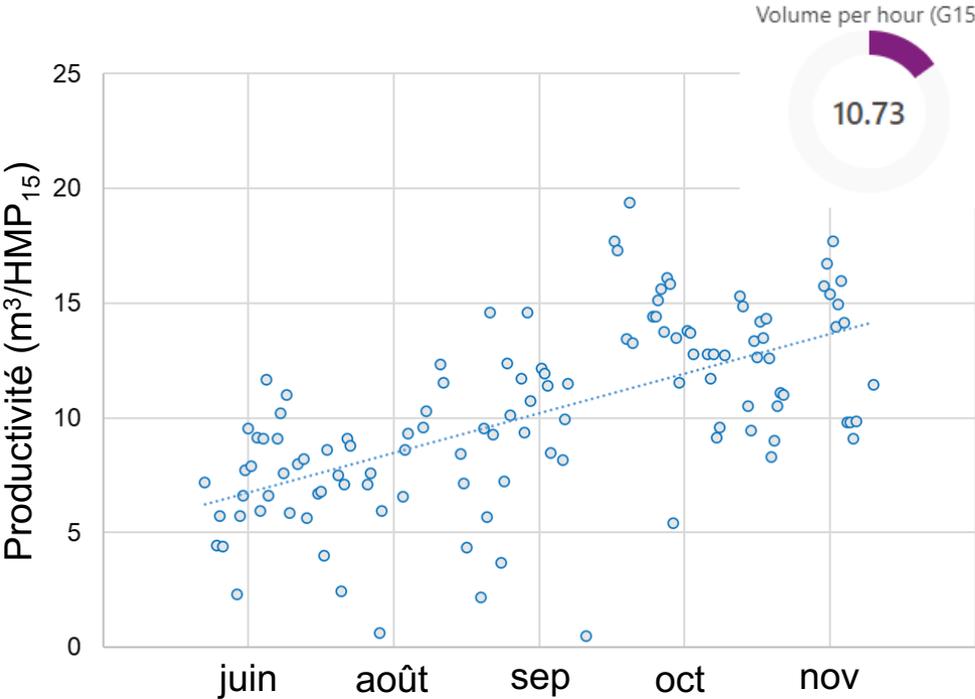
l/h



l/m³



5. Résultats préliminaires – productivité



6. Prochaines étapes

- Trois campagnes terrain – été 2024
 - Bonifier la collecte de données de carburant
 - Circuit des visites opérationnels
 - Analyse de cycle de vie
 - Analyse économique
-
- Rédaction d'un rapport technique
 - Production de 3 articles scientifiques
 - Formation d'une PHQ niveau doctoral



Remerciements

- Forestiers Patoine – Claudel Patoine
- EXFOR VM – Camil Vigneault et Yannick Vigneault
- Louk Forêt – Louka Ladrie



A photograph of three people standing in front of a large stack of cut logs in a snowy forest. The person on the left is a man wearing a white hard hat with 'SBO' on it, a dark jacket, and orange boots. The person in the middle is a man wearing an orange hard hat, a tan jacket, and tan gloves. The person on the right is a woman wearing a red hard hat with 'ULaval' on it, a grey scarf, a yellow safety vest over a dark jacket, and brown boots. The word 'Questions?' is overlaid in large white text in the center of the image.

Questions?

Eric R. Labelle, eric.labelle@sbf.ulaval.ca

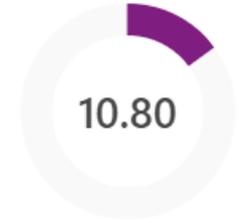
Luc LeBel, luc.lebel@sbf.ulaval.ca

Mahsa Yadegari, mahsa.yadegari.1@ulaval.ca

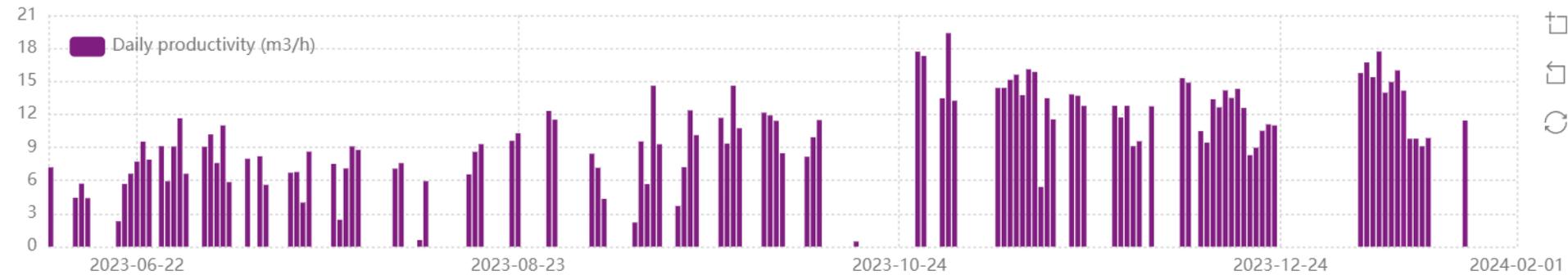
Annexes

Productivité (m³/h)

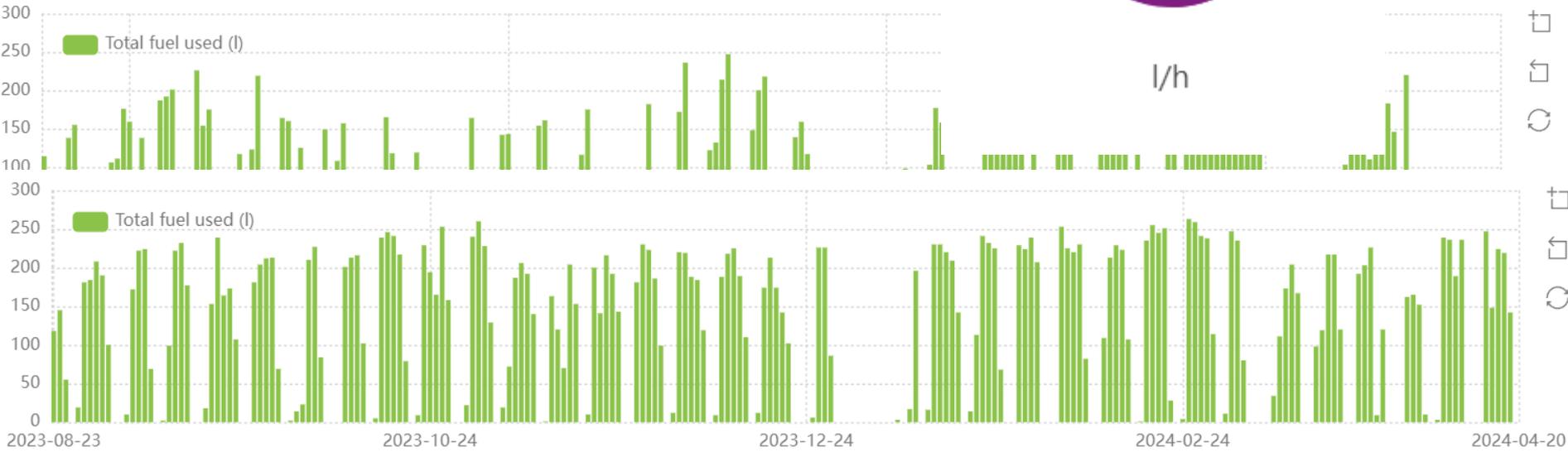
Volume per hour (G15)



m³/h



Consommation de carburant



l/h