

CAHIER DES CHARGES

Camions de Roulage Minier à propulsion électrique idéal en Nouvelle-Calédonie

Appel à Manifestation d'Intérêt International

Projet CAMELEC – Étape 3, Phase 1

Référence : CNRTEC – CDC Camion Minier Électrique

Version 2.3 – Mai 2026

Organisme pilote : CNRTEC

Centre du Nickel Recherche Technologie Environnement Compétitivité



Présentation du CNRTEC

Le CNRTEC (Centre du Nickel Recherche Technologie Environnement Compétitivité) est un groupement d'intérêt public (GIP) qui rassemble les industriels du nickel calédonien, des collectivités publiques et des instituts de recherche.

Membres du groupement

- Industriels : KNS, SLN, PRNC, SIM (Syndicat des Industriels de la Mine)
- Collectivités : Provinces îles, nord et sud, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, État Français
- Recherche : IAC, IFREMER, BRGM, IRD, UNC (Université de Nouvelle-Calédonie)



Mission

La raison d'être du CNRTEC est le renforcement de la compétitivité du secteur minier et métallurgique de Nouvelle-Calédonie dans une perspective de développement soutenable.

Historique et évolution

Fondé en 2007 sous l'appellation CNRT Nickel et son Environnement, le CNRTEC a réalisé jusqu'en 2024 plus de 50 projets sur les thématiques environnement, technologies et sociétales. En 2024, il devient le CNRTEC, étendant son champ d'action au développement (études, pilotes) et au transfert technologique, couvrant les TRL 3 à 9.

Axes thématiques

- Préservation de l'environnement et maîtrise des risques
- Transition énergétique
- Acceptabilité sociétale
- Compétitivité industrielle
- Valorisation des rejets et réduction des impacts

Le CNRTEC est une plateforme de gouvernance multi-acteurs réunissant les institutions, organismes scientifiques et industriels pour la Recherche & l'Innovation du secteur Nickel calédonien.

Retrouvez les projets et leurs livrables sur : <https://cnrttec.nc/>

Sommaire

Présentation du CNRTEC.....	2
Membres du groupement.....	2
Mission.....	2
Historique et évolution	2
Axes thématiques	2
Sommaire	3
1. Objet et contexte de la consultation	4
1.1 Nature et objet de l'appel à manifestation d'intérêt	4
1.2 Présentation du projet CAMELEC	4
1.3 Modalités de réponse	5
2. Contexte et enjeux du roulage électrifié	6
2.1 Contexte et contraintes locales	6
2.2 Contexte d'exploitation	6
2.3 Exigences techniques générales.....	7
2.4 Exigences réglementaires	7
2.5 Sécurité et environnement.....	8
2.6 Exigences techniques et sécuritaires détaillées	9
2.7 Maintenance et suivi.....	10
2.8 Documentation requise.....	10
3. Marché potentiel et phase démonstrateur	11
3.1 Marché potentiel en Nouvelle-Calédonie	11
3.2 Phase préalable de démonstrateur	13
4. Méthode de priorisation – MoSCoW.....	14
5. Matrice des exigences MoSCoW	15
6. Annexes – Explications des choix techniques.....	16
Annexe 1 – Châssis court 8×4.....	16
Annexe 2 – Suspension renforcée et blocage bennage.....	16
Annexe 3 – Systèmes ASR/EBS	16
Annexe 4 – Rayon de braquage réduit.....	17
Annexe 5 – Aide au démarrage en côte et blocage des ponts	17
Annexe 6 – Boîte automatique 4 rapports	17
Annexe 7 – Exclusion hybride	17
Annexe 8 – Benne	17
Annexe 9 - exigences détaillées	18
Annexe 10 : Exemple d'un camion de roulage adapté aux mines Calédoniennes avec 40t de charge utile	19
Annexe 11 – Etude ACE transport routier – extraits	20

1. Objet et contexte de la consultation

1.1 Nature et objet de l'appel à manifestation d'intérêt

Le CNRTEC organise un **Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI)** international auprès des fabricants de camions de roulage minier à propulsion électrique. L'objectif est de sélectionner un démonstrateur technique adapté aux conditions d'exploitation minière spécifiques de la Nouvelle-Calédonie.

Cet AMI vise à :

- Identifier les fabricants de camions électriques susceptibles d'être intéressés par ce marché et prêts à participer à une opération pilote (démonstrateur)
- Obtenir la description technique d'un matériel pouvant répondre à la demande, existant ou à créer par modifications d'un modèle existant
- Recueillir un coût budgétaire non engageant du matériel proposé, incluant le support pour le suivi des essais du camion pilote
- Connaître les modalités de représentation et de suivi SAV envisagées par le fabricant en Nouvelle-Calédonie

Important : Ce n'est pas le CNRTEC qui commandera le camion, mais une entreprise minière ou sous-traitante de Nouvelle-Calédonie – encore à déterminer – qui pourra bénéficier d'aides partielles pour compenser le risque qu'elle prendra en tant que « Béta-testeur » ou « précurseur ».

1.2 Présentation du projet CAMELEC

La décarbonation du roulage minier s'impose comme un levier essentiel pour répondre aux exigences environnementales. Le projet CAMELEC s'inscrit dans le cadre du STENC 2.0, qui vise à améliorer l'efficacité énergétique, réduire l'empreinte carbone de l'industrie minière et répondre aux exigences spécifiques du territoire calédonien.

Il prend en compte :

- Les performances techniques et capacités opérationnelles
- La sécurité et l'ergonomie
- La compatibilité avec le réseau énergétique local
- La durabilité et l'impact environnemental

1.3 Modalités de réponse

Les fabricants intéressés sont invités à envoyer leur dossier de manifestation d'intérêt à l'adresse suivante :

Contact : reponse.appeldoffre@cnrtec.nc

Délai de réponse : Une réponse sous **1 semaine à compter de la diffusion du document** quant à l'intention de déposer un dossier est attendue. Les réponses complètes doivent être transmises dans un délai de **4 semaines** à compter de la diffusion de ce document.

Format de réponse attendu :

- Fiche technique détaillée du véhicule proposé (en français)
- Description des adaptations envisagées aux conditions calédoniennes
- Estimation budgétaire non engageante (coût unitaire, support démonstrateur)
- Présentation des modalités de représentation en Nouvelle-Calédonie et de l'organisation SAV
- Références de projets similaires en conditions exigeantes

2. Contexte et enjeux du roulage électrifié

Les rouleurs qui utilisent des véhicules spécialisés pour le transport de minerai, circulent sur les sites miniers et doivent quotidiennement traverser, ou emprunter, une petite partie de route territoriale. Cette circulation sur la voie publique est soumise à une réglementation stricte, en matière de sécurité, de limitation de gabarit et le tonnage maximum transporté.

La configuration des mines en Nouvelle Calédonie **est propice à une utilisation électrique**, avec des zones de chargement situées sur les hauteurs et des zones d'évacuation du minerai au bord de mer (descente en charge et montée à vide des camions de roulage).

Les camions électriques doivent être équipés de systèmes de **freinage régénératif** pour convertir l'énergie cinétique produite en électricité, elle sera ensuite stockée dans les batteries pour une utilisation ultérieure.

Cette récupération d'énergie contribue à améliorer l'autonomie des véhicules, mais aussi à réduire en grande partie l'usure des systèmes de freinage traditionnels.

Les camions benne utilisés sur les mines en Nouvelle-Calédonie (NC) doivent être conformes aux normes internationales **CE** et répondre à des exigences spécifiques liées aux conditions d'exploitation locales.

Ces véhicules doivent avoir une capacité de charge élevée (de 30t à 40t de charge) tout en offrant une stabilité optimale sur des terrains accidentés.

La gestion de fin de vie des batteries constitue un enjeu critique pour un territoire insulaire. Les packs LFP (500 kWh, ~3t par camion) arriveront en fin de vie entre 2038 et 2040 (12-14 ans pour les premiers déploiements).

- Filières agréées existantes (NZ, Australie, Europe, Asie), pas d'investissement local requis, immédiatement opérationnel.
- Les batteries < 80% de rendement (SoH) seront utilisées en batterie de stockage fixe, c'est une opportunité de marché d'économie circulaire en Nouvelle-Calédonie.

2.1 Contexte et contraintes locales

- Climat : tropical, avec forte humidité et températures élevées (25–35°C), cyclones possibles
- Routes et pistes : routes asphaltées pour partie, pistes minérales et boueuses sur les sites miniers
- Charges transportées : minerai de nickel et matériaux lourds, entre 30 et 40 tonnes par chargement
- Énergie disponible : réseau électrique public mixte et évolutif, possibilité de micro-grid solaire ou hydroélectrique à terme
- Maintenance locale : ressources techniques locales actuellement limitées pour le dépannage et l'entretien électrique avancé

2.2 Contexte d'exploitation

- Type de mine : mines à ciel ouvert (nickel) – chargement sur les hauteurs, déchargement au niveau bord de mer
- Topographie : pentes importantes – descente en charge (de 5% jusqu'à 14% ponctuel), remontée à vide
- Conditions climatiques : tropical humide (fortes pluies, chaleur, corrosion, embruns marins)
- Distances de roulage : 14 km à 50 km par cycle (A/R), 200 km à 350 km/jour
- Roulage : 8h à 10h/jour sur 1 poste, de 192 à 250 jours/an – possibilité de 2 postes de 8h/jour sur 358 j/an
- Altitudes : variables de 200 m à 1 000 m

- Pistes : abrasives (forte présence de fer / silice), boueuses en saison des pluies

Données climatiques de référence

Paramètre	Valeur extrême	Valeur moyenne
Température max	39°C	31°C (février)
Température min	2°C (site minier)	15°C (juillet)
Humidité	100% (épisode cyclonique)	77%

Note : il appartient à l'entreprise répondante d'effectuer une reconnaissance des sites afin que ne subsiste aucune ambiguïté sur les conditions d'exploitation et l'état des sols.

2.3 Exigences techniques générales

- Capacité de charge : entre 30 et 40 tonnes selon le type de matériaux et la configuration des routes
- Camions à 4 essieux : 2 essieux AR moteurs minimum équipés de roues jumelées (pour l'adhérence sur pistes)
- Châssis court rigide : renforcé, suspensions adaptées aux terrains accidentés et à la stabilité de travers
- Cabine sécurisée : renforcée, climatisée, équipée d'un système de filtration HEPA 13, conduite à gauche, volant à gauche
- Système de freinage à 4 composantes qui fonctionnent indépendamment les uns des autres : frein de service, frein auxiliaire/urgence, frein de stationnement, freinage régénératif électrique. Système pneumatique puissant, efficace et endurant, compatible avec les normes de freinage européennes (Directive 71/320/CEE) et leur application en NC via la DITTT.
 - Frein de service est le frein principal des camions, actionné par la pédale de frein.
 - Frein auxiliaire ou frein d'urgence. En cas de défaillance du frein de service, le frein auxiliaire assiste automatiquement le chauffeur
 - Frein de stationnement : permet d'immobiliser le véhicule chargé sur une surface plane ou inclinée (avec une pente positive de 20 %).
 - Frein électrique régénératif en plus des freins de service, de stationnement et auxiliaire. Il permet au conducteur de maintenir une vitesse constante ou de ralentir un camion avec sa charge maximum, lors de la descente d'une forte pente.

Nota : Pour maintenir l'efficacité du freinage régénératif en toutes circonstances, un dispositif doit être intégré lorsque les batteries sont entièrement chargées.
- Protection contre la corrosion : éléments exposés traités pour résister à l'humidité et à l'abrasivité des terrains miniers et aux embruns marins

2.4 Exigences réglementaires

- Conformité aux normes CE et AFNOR/ISO/SAE-ANSI en vigueur
- Véhicules à 4 essieux autorisés selon les conditions du Code de la route de Nouvelle-Calédonie (DITTT), c'est-à-dire autorisés à transporter une charge maximale sur route fermée après approbation technique des constructeurs (permettant des charges utiles de + 40t
- Largeur maximale hors rétroviseurs : 2,55 mètres
- Direction à gauche (conduite à droite selon normes françaises)

- Passage obligatoire aux contrôles techniques annuels avec tests de freinage en charge maximale

NORMES ET STANDARDS :

- La machine, objet de la présente spécification, devra être conforme aux règlements, normes et standards cités ci-dessous à titre minimum.
- Il s'agit des éditions et versions en vigueur au moment de la signature du contrat :
 - Normes AFNOR, ISO
 - SAE – AINSI

CODES ET REGLEMENTATIONS :

Le Fournisseur est informé que ses actions au bénéfice de ce cahier des charges doivent répondre aux prescriptions du Code de la route en vigueur en Nouvelle Calédonie et aux prescriptions constructeurs.



Exemple de camion chargé de minerais descendant une piste en NC.

La configuration des pistes impose des châssis courts porteurs à 4 essieux, avec des bennes renforcées de 26 à 30m³ de capacité et pouvant transporter 40t de minerais.

2.5 Sécurité et environnement

- Dispositifs obligatoires : extincteurs, signalisation, systèmes d'alerte
- Protections individuelles : ceintures 3 points, sièges suspendus, pare-brise en verre feuilleté, vitres latérales en verre trempé
- Gestion thermique de la batterie pour éviter les surchauffes

- Recyclage batterie en fin de vie conforme aux normes internationales (filiales NZ, Australie, Europe, Asie)
- Opportunité d'économie circulaire : batteries < 80% SoH réutilisables en stockage fixe (BESS, +10 ans d'activité)

La gestion de fin de vie des batteries constitue un enjeu critique pour un territoire insulaire. Les packs LFP (500 kWh, ~3t par camion) arriveront en fin de vie entre 2038 et 2040 pour les premiers déploiements.

Les véhicules doivent respecter les normes environnementales en vigueur, notamment en matière d'émission de polluants et de gestion des déchets issus de l'activité de roulage.

2.6 Exigences techniques et sécuritaires détaillées

Benne

voir annexe 8

- Bennes renforcées de 26 à 30m³ de capacité
- En acier ANTI-ABRASION type « HB450 »
- Structure renforcée spécifique pour capacité de charge ≥ 40 tonnes
- Casquette de protection complète de la de cabine
- Hayon arrière avec dispositif de décrochage automatique mécanique
- Verrouillage de benne pour maintenance

Pneumatiques

- Pneus tubeless identiques sur chaque essieu – marques agréées : Bridgestone, Goodyear, Michelin, Pirelli, Continental, BF Goodrich, Dunlop, Firestone, Hankook, Yokohama
- Fournir fiche technique détaillée et attestation du manufacturier avec :
Indice de charge et de vitesses, charge maxi par essieu et vitesse maxi
- Prévoir de 2 roues de secours montées (1 AV + 1 AR)

Cabine

voir annexe 9

- Climatisée et pressurisée HEPA 13
- Capteur CO₂ avec alarme
- Siège conducteur à suspension pneumatique réglable (cat. 140 kg) + siège passager avec ceinture 3 points à enrouleur automatique
- Structure en acier, vitres de sécurité teintées, pare-brise feuilleté, éclairage intérieur, suspension mécanique cabine

Équipements divers

voir annexe 9

- Coupe-batterie cadenassable uniquement en position off (consignation machine)
- Arrêts d'urgence en cabine et accessibles depuis le sol sans ouverture de trappes
- Avertisseur sonore puissant, indicateur de desserrage de roue, 2 cales de roues
- Points de remorquage AV et AR dimensionnés pour le véhicule à pleine charge
- Barre anti-encastrément arrière relevable pour usage off-road
- Raccordements et câbles pour recharger les batteries vides sur chantier

2.7 Maintenance et suivi

- Maintenabilité : composants principaux facilement accessibles pour minimiser les temps d'immobilisation
- Plan de maintenance préventive et corrective avec suivi détaillé de toutes les interventions
- Formation des opérateurs (utilisation, sécurité) et des techniciens (systèmes électriques, batteries)
- Diagnostics à distance et mises à jour logicielles via télémaintenance

2.8 Documentation requise

Tous les documents devront être fournis en français, en format papier et informatique.

- La présentation théorique de la machine et la pratique individuelle à la machine
 - Manuel d'atelier complet
 - Catalogues des pièces de rechange
 - Manuels de conduite et d'entretien
 - Liste des pièces de première dotation
 - Certificats de conformité électrique et sécurité aux normes locales
 - Fiche technique détaillée du véhicule et de sa borne de recharge
 - Plan de maintenance et calendrier de révision
 - Analyse énergétique et économique du cycle de vie
 - Plan de formation chauffeurs et techniciens
-
- Les supports pédagogiques en français (format électronique) devront impérativement être transmis avant le démarrage des formations afin qu'ils puissent être validés par les services concernés du donneur d'ordre.
 - Les formations seront réalisées avant la date de signature du procès-verbal de réception provisoire et dispensées par un formateur parlant Français (parlé courant).
 - Le formateur remettra au donneur d'ordre une fiche d'appréciation du personnel formé.
 - Le formateur devra compléter une fiche d'évaluation théorique et pratique concernant chaque personne formée accréditant ou non celle-ci à la conduite ou la maintenance.

Le respect de l'ensemble de ces exigences est indispensable lors de la sélection et de l'exploitation des camions miniers, pour garantir la sécurité des personnes, la durabilité des infrastructures et la conformité aux réglementations en vigueur en Nouvelle-Calédonie.

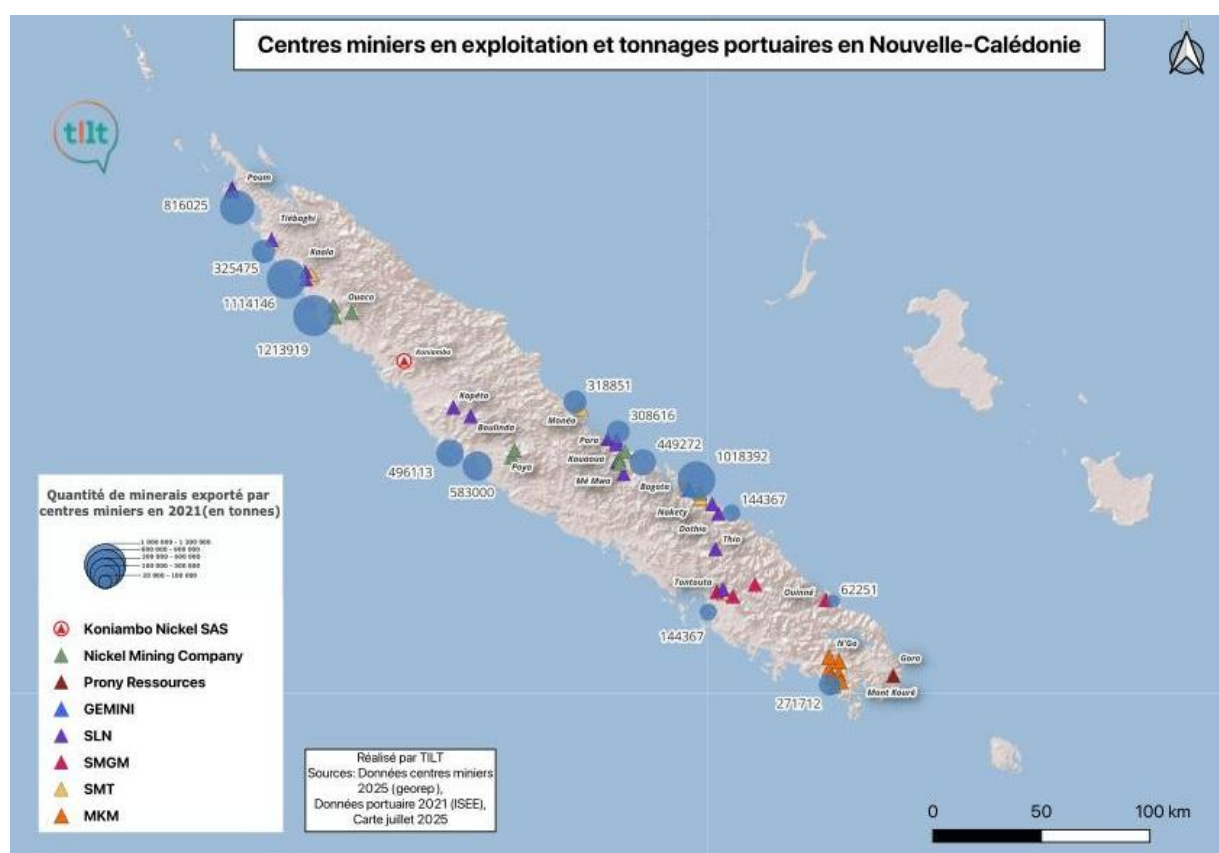
3. Marché potentiel et phase démonstrateur

3.1 Marché potentiel en Nouvelle-Calédonie

Sur les plus de 32 sites miniers actuellement exploités, on estime plus de 200 camions de roulage opérationnels. Le prédimensionnement des batteries réalisé par EDF a permis d'identifier les sites les plus favorables à la transition électrique, avec les caractéristiques suivantes :

- 25 à 60% de régénération d'énergie (moyenne : ~45%)
- 300 à 900 kWh de dimensionnement batterie (moyenne : 400 kWh)

La flotte de matériel roulant en Nouvelle-Calédonie est détaillée en **Annexe 11** (cf. Étude ACE).



Des études physico-énergétiques détaillées (basé sur des suivis GPS des roulages camion réels) ont étudié l'opportunité de la régénération site par site et proposé un prédimensionnement des batteries sur les sites favorables.

Modélisation d'un camion minier

Relation Fondamentale de la Dynamique

$$F_K = F_R + F_D + F_G + F_{RI} + F_C + F_B$$

Avec :

$$F_R = C_{RR} mg \cos \phi$$

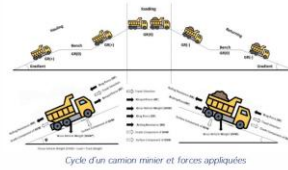
$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A V^2$$

$$F_G = mg \sin \phi$$

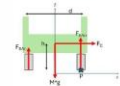
$$F_{RI} = m \frac{dV}{dt}$$

$$F_C = \frac{m}{R} V^2$$

$$F_B = \frac{z}{C_{RR}} mg \cos \phi$$



Déterminer les vitesses limites



v_1^{lim} Eviter le glissement

v_2^{lim} Eviter le décollage de roue

Allee = 5.32km et +375m de dénivellé



Camion 65t	Relevés GPS détaillés			
	Récupéré	en Montée	en Descente	% de régénération
	35.12	4.65	30.47	58%
	51.78	2.53	49.25	43%
	32.04	1.44	30.60	56%
	82.38	6.97	75.41	63%
	27.39	0	27.39	46%
	43.58	0.31	43.27	29%
	22.54	0.41	22.13	44%

Table : Détail des récupérations d'énergie sur un cycle pour le camion 65t (kWh)

Camion 65t	Energie requise (kWh)	Nombre d'A/R quotidiens	Taille de la batterie (kWh)
	25.65	16	513
	68.25	11	938
	24.64	15	462
	48.77	8	487
	31.59	9	355
	108.71	7	951
	29.19	10	364

Sur ces sites favorables, un déploiement de **50 camions électriques sur 5 ans** est envisageable (phase prioritaire),

puis une deuxième vague d'environ **100 camions sur 10 ans** après mise en place des infrastructures de recharge.

La transition sera facilitée par l'âge moyen du parc actuel : plus de 50% de la flotte a plus de 10 ans sur les sites favorables.

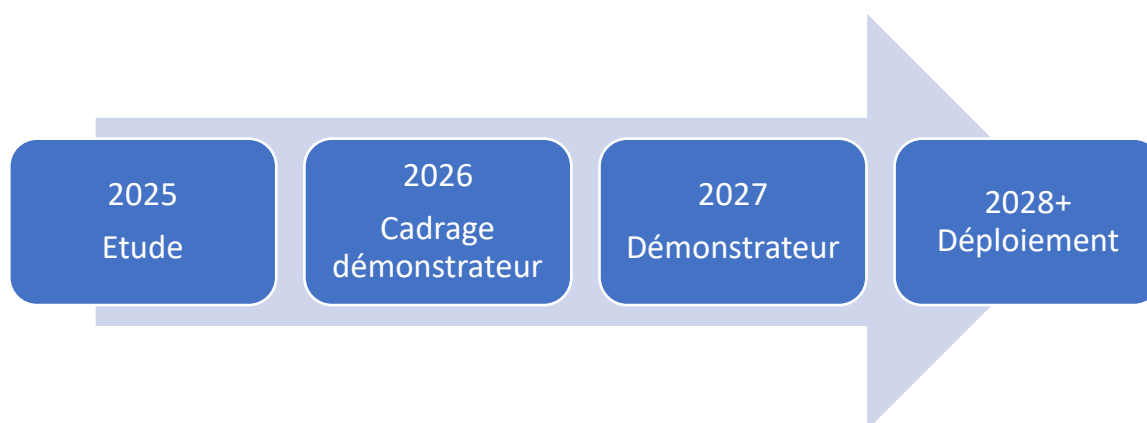
3.2 Phase préalable de démonstrateur

La phase de démonstrateur est l'étape indispensable et préalable à tout déploiement à grande échelle.

Elle permettra de :

- Convaincre les parties prenantes (industriels, rouleurs, financeurs) par une preuve de valeur concrète
- Affiner le cahier des charges sur la base de retours terrains réels (collecte de données, mesures de régénération, usure)
- Préciser les spécifications du camion électrique pour les conditions calédoniennes
- Assurer l'acceptabilité de la transition auprès des rouleurs auto-entrepreneurs et PME
- Tester les solutions de recharge et d'infrastructure dans des conditions réelles

Un premier camion de démonstration est prévu pour fin 2026. L'entreprise répondante devra préciser les modalités de support pour cette phase pilote (cf service).



4. Méthode de priorisation – MoSCoW

Ce cahier des charges est structuré selon la méthode MoSCoW, qui permet de hiérarchiser les exigences pour une mise en œuvre adaptée aux spécificités réglementaires, sécuritaires et environnementales de la Nouvelle-Calédonie.

M – Must have	Indispensable – exigence obligatoire sans laquelle le projet ne peut pas fonctionner
S – Should have	Important mais non obligatoire – fortement recommandé pour la phase démonstrateur
C – Could have	Souhaité, optionnel – à intégrer si possible, apporte une valeur ajoutée
W – Won't have	Exclu, hors périmètre – à ne pas proposer dans le cadre de cet AMI

La méthode MoSCoW facilite la réponse à consultation en clarifiant les attentes et en garantissant que les éléments essentiels sont bien pris en compte. Elle permet d'optimiser les ressources et de concentrer les efforts sur les fonctionnalités les plus critiques pour la réussite de la phase démonstrateur, tout en laissant ouverte la prise en compte d'attentes secondaires.

5. Matrice des exigences MoSCoW

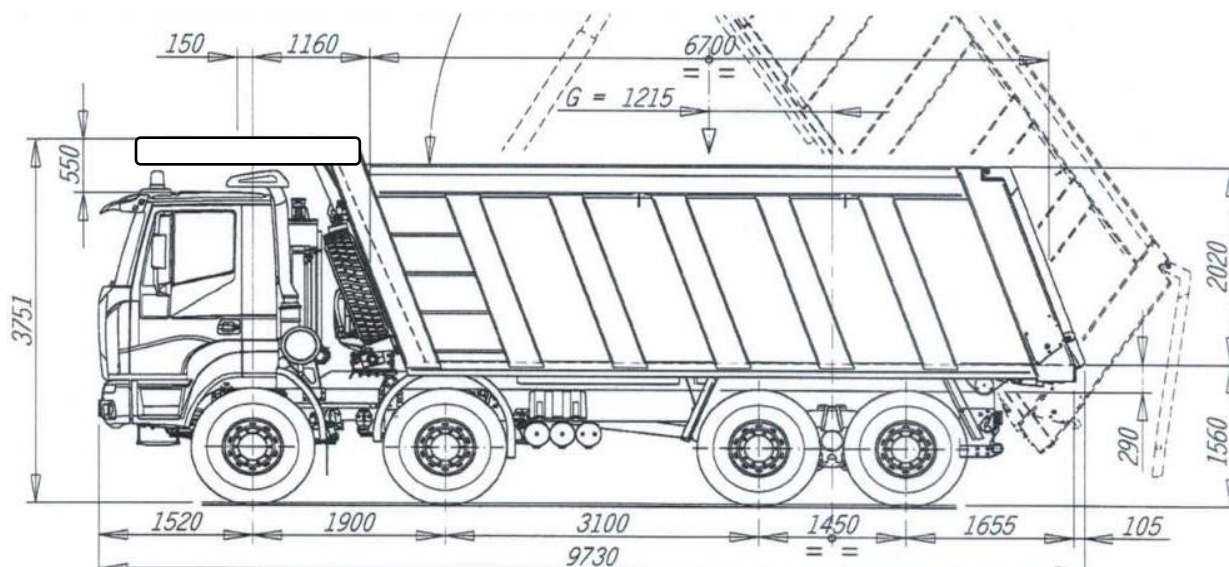
Les numéros renvoient aux annexes pour précision.

Priorité	Structure du camion	Capacités & performances	Motorisation électrique	Batterie	Sécurité & connectivité	Infrastructure	Livraison & Service
M	1- Châssis renforcé, court rigide 8×4, 2 ponts AR moteurs - Direction assistée essieux avant 2- Suspension renforcée terrain minier - Blocage suspensions au bennage 8- Benne Rock renforcée Hardox avec casquette couvrant complètement la cabine - Benne basculante porte AR - Volant côté gauche - Largeur ≤ 2,55 m	- Charge utile > 30 t - Vitesse max mine paramétrable < 50 km/h - Vitesse rampe 10% : ≥ 10 km/h chargé 3- ASR/ABS anti-blocage roues - Système anti-patinage EBS sur toutes les roues 4- Rayon braquage ≤ 12 m entre trottoirs - Attestation du manufacturier pneumatique charge maxi et vitesses	- Protection IP54 - Puissance moteur ≥ 350 kW - Couple ≥ 2 000 Nm pour rampes 18% - Freinage régénératif 400 kW - Gestion intelligente de l'énergie et de la récupération lors des phases de ralentissements et de freinages 6- Boîte automatique 4 rapports	- Gestion thermique conditions tropicales - Protection thermique et incendie batteries lithium - Système de gestion BMS intégré - Capacité > 380 kWh - Recharge 320 kW ≤ 2h - Durée de vie ≥ 2 500 cycles (10 ans, SOH 80%) - Suivi en temps réel consommation/état batterie - aide à la conduite	- Régulateur/limiteur de vitesse - Cabine ergonomique climatisée équipée d'un système de filtration HEPA 13, - GPS Système de géolocalisation NAVITRAC. - Feux LED, extincteurs, signalisations - Caméras AR, détections obstacles - Alerte surcharge - Norme CE ISO 15118	- Connecteur CCS2 - Borne IEC EN 61851 - DIN 70121	1er camion dispo. fin 2026 - Flying doctor 1er camion - Support maintenance SAV - Formation chauffeur BEV - Formation technicien/électromécanicien - Plan maintenance + doc. Technique - Garanties min : ○ Véhicule : 2 ans ○ Batteries : 3 ans ○ Cinématique : 5 ans ○ Borne : 2 ans
S	- Frein à tambours tous essieux - Revêtement OKULEN anti-adhérence - Surveillance pression pneus (TPMS) 9- Équipements cabine et divers	- Charge utile 40 t - Rayon braquage 9 m - Blocage des ponts 5- Aide au démarrage en côte	- Plusieurs moteurs ≥ 2 500 Nm - Changement vitesse sans coupure de couple - Protection IP68 - Raccordements et câbles pour recharger les batteries vides sur chantier	- Batterie NMC recommandée - Durée de vie ≥ 4 000 cycles avec SOH 80% - BMS avec information à maintenance - Autonomie assurée 200–300 km d'exploitation continue	- Télémetrie maintenance - Interface logiciel de gestion de flotte - un dispositif intégré permet de maintenir le freinage électrique en toutes circonstances mêmes lorsque les packs batteries sont chargés à 100%. - Indicateur d'inclinaison avec alarme asservi à la montée de benne	- Borne recharge rapide > 300 kW - Batterie tampon 500 kW	- Liste pièces 1ère dotation ou 5 000 h - Aide recherche cofinancement (ex. Horizon Europe) - Offre leasing/location démonstrateur - Plan reconversion équipes locales
C	- Pont AV moteur - Moteurs dans les ponts			- Système swap batterie (option SLN) - Batterie > 1 MWh	- Système anti-fatigue conducteur - Anti-démarrage alcotest positif	- Borne recharge rapide 150 kW - Système swap batterie (option)	- Garanties étendues : ○ Véhicule ≥ 3 ans ○ Batteries ≥ 5 ans ○ Cinématique ≥ 6 ans ○ Borne ≥ 2 ans
W	- Ensembles articulés (remorque/semi) - Technologies non éprouvées (hors pré-série)	Charge utile < 30 t	7- Motorisation hybride			Megachargeur (> 1 MW)	

6. Annexes – Explications des choix techniques

Annexe 1 – Châssis court 8×4

Le choix d'un châssis court optimise la maniabilité du véhicule dans les environnements contraints des mines, où les pistes sont souvent étroites et jalonnées de virages en épingle. Cette configuration réduit le rayon de braquage, facilitant le franchissement des courbes serrées et améliorant la sécurité lors des manœuvres. Un châssis court contribue également à limiter l'usure des pneumatiques et des composants mécaniques.



Exemple : châssis court 8×4 homologué à 65t de PTAC sur mine en NC avec 4 pneumatiques 385/65/22.5 à l'avant et 8 en montage jumelés 315/80/22.5 à l'arrière.

Nota : illustration d'une casquette de protection couvrant l'ensemble du toit de la cabine

Annexe 2 – Suspension renforcée et blocage bennage

La suspension renforcée s'impose pour garantir une stabilité optimale lors du franchissement des pistes accidentées et des dévers fréquents en terrain minier. Cela permet de limiter les mouvements latéraux du véhicule et d'assurer une meilleure sécurité, lors du transport de charges lourdes sur des terrains irréguliers.

Le blocage des suspensions pendant les opérations de bennage évite les oscillations indésirables, stabilisant ainsi le camion lors du déchargement et réduisant les risques de basculement.

Annexe 3 – Systèmes ASR/EBS

Le système anti-patinage EBS (Electronic Braking System) optimise la répartition de la force de freinage, assurant une stabilité accrue notamment lors du transport de charges lourdes en conditions d'adhérence variable.

Le système ASR (Anti-Slip Regulation) évite le patinage des roues lors des démarrages ou accélérations sur sol glissant. Ces systèmes améliorent la sécurité et la maîtrise du camion sur les pistes accidentées des mines calédoniennes.

Annexe 4 – Rayon de braquage réduit

Un rayon de braquage de 12 m maximum permet au véhicule de circuler sur les pistes étroites et sinueuses typiques des mines calédoniennes. Cette caractéristique est essentielle pour limiter les manœuvres complexes, garantir la fluidité des opérations et réduire le risque de sortie de piste ou d'accrochage avec les merlons de sécurité.

Annexe 5 – Aide au démarrage en côte et blocage des ponts

L'aide au démarrage en côte et le blocage des ponts facilitent le redémarrage du camion sur des pentes abruptes et dans les virages serrés, en assurant une meilleure motricité et en évitant le patinage. Le véhicule reste stable et efficace lors des remontées à vide sur sol glissant.

Annexe 6 – Boîte automatique 4 rapports

La boîte à vitesse automatique avec 4 rapports minimum couplée aux moteurs électriques permet d'obtenir un couple important pour gravir les pentes sur mine à vitesse réduite, mais aussi de pouvoir rouler sur la route territoriale à une vitesse de 90km/h pour ne pas perturber le trafic.

Le changement de vitesse sans interruption de couple permet une conduite plus souple, particulièrement sur terrains accidentés, en garantissant une traction continue en réduisant les contraintes mécaniques sur le véhicule. Elle contribue à prolonger la durée de vie des composants et à améliorer la sécurité des opérations minières.

Annexe 7 – Exclusion hybride

Pas de motorisation hybride : les véhicules hybrides ont aujourd'hui un CAPEX plus élevé car il n'existe pas de production en série adaptée au roulage calédonien. L'hybride pourrait être une solution pour les sites non favorables au tout-électrique (grandes distances à plat, difficultés d'infrastructure de recharge).

Annexe 8 – Benne

- Bennes renforcées de 26 à 30m³ de capacité
- Capacité de charge $\geq$ 40 tonnes
- Hayon arrière avec dispositif de décrochage automatique mécanique
- Verrouillage de benne en position haute pour maintenance
- casquette de protection complète de la cabine



Annexe 9 - exigences détaillées

Benne

- Benne basculante à déversement arrière uniquement, adaptée au minerai transporté (densité 1,6 à 1,8 m³/t)
- Option : revêtement haute résistance anti-adhérence type OKULEN
- Épaisseur minimum : fond 8 mm HB 450, parois 5 mm H400
- Volume SAE 2 :1 à préciser et adapter selon densité matériau et au PTAC
- Grilles de protection pour feux arrière et dispositif d'éjection des roches pour roues jumelées

Pneumatiques

- Pneus tubeless identiques sur chaque essieu – marques agréées : Bridgestone, Goodyear, Michelin, Pirelli, Continental, BF Goodrich, Dunlop, Firestone, Hankook, Yokohama
- Fournir fiche technique détaillée et attestation du fabricant avec :
 - ⇒ Indice de charge et de vitesses, charge maxi par essieu et vitesse maxi
- Prévoir de 2 roues de secours montées (1 AV + 1 AR)

Cabine

- Climatisée et pressurisée HEPA 13 – prise d'air positionnée sans risque d'aspiration de gaz nocifs
- Capteur CO2 avec alarme –
- Siège conducteur à suspension pneumatique réglable (cat. 140 kg) + siège passager avec ceinture 3 points à enrouleur automatique
- Structure en acier, vitres de sécurité teintées, pare-brise feuilleté, éclairage intérieur, suspension mécanique cabine
- Chauffage/dégivrage, pare-soleil, essuie-glace et lave-glace AV
- Radio AM/FM/USB/Bluetooth à façade non escamotable
- Équipements de sécurité : marteau brise-glace, housses simili cuir, sol lavable, film protecteur pare-brise, bandes antidérapantes

Équipements divers et radio de travail

- Avertisseur sonore puissant, indicateur de desserrage de roue, 2 cales de roues
- Gyrophare LED orange, clignotants LED AV/AR, feux de recul LED, feux latéraux LED, barre LED
- Système de géolocalisation NAVITRAC
- Indicateur d'inclinaison avec alarme SS2 XWATCH (1 à 32°) asservi à la montée de benne
- Coupe-batterie cadencassable uniquement en position off (consignation machine)
- Arrêts d'urgence en cabine et accessibles depuis le sol sans ouverture de trappes
- Points de remorquage AV/AR dimensionnés pour pleine charge
- Extincteurs : 1x2 kg eau+ additif en cabine, 1x6 kg eau+ additif à l'extérieur
- Barre anti-encastrement arrière relevable pour usage off-road
- Raccordements et câbles pour recharger des batteries vides sur chantier
- Poste émetteur-récepteur 25 W : TAIT TM8110 ou HYTERA MD785 avec codage d'identification sélective des appels
- Bande de fréquences réglable avant livraison selon sites (66/88 MHz ou 400/470 MHz)
- Fixation solide en cabine, support micro aimanté

Nota : Toute la signalétique de l'engin doit être impérativement en français.

Annexe 10 : Exemple d'un camion de roulage adapté aux mines Calédoniennes avec 40t de charge utile



Annexe 11 – Etude ACE transport routier – extraits

L'étude du transport terrestre en Nouvelle-Calédonie et ses opportunités de décarbonation – phase 1



Caractérisation de la flotte de véhicules en circulation

Près de 4 000 véhicules d'un Poids Total Autorisé en Charge (PTAC) supérieur à 3,5 tonnes :

- 100% diesel,
- 13 ans d'âge moyen,
- 4 « genres » :

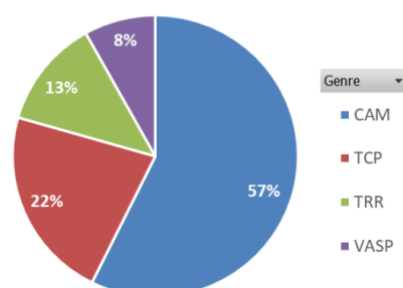
CAM – CAMions (véhicules d'un PTAC excédant 3 500 kg autres que les tracteurs routiers).
2 252 immatriculations

TCP – Véhicules de transport en Commun de Personne
869 immatriculations

TRR – TRacteurs Routiers
490 immatriculations

VASP – Véhicules Automoteurs Spécialisés
318 immatriculations

Répartition de la flotte de véhicules par genre
(>3,5 T PTAC ; sources : BDD VT 2022-2024)

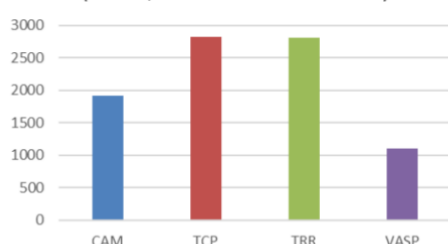


L'étude du transport terrestre en Nouvelle-Calédonie et ses opportunités de décarbonation – phase 1

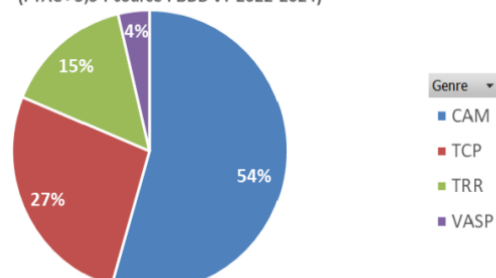


Caractérisation de la flotte de véhicules en circulation

Kilomètres mensuel moyen par genre
et par véhicules
(PTAC >3,5 T source : BDD VT 2022-2024)



Répartition des kilomètres mensuels cumulés par genre
(PTAC >3,5 T source : BDD VT 2022-2024)



Près de 4 000 poids lourds en Nouvelle-Calédonie (PTAC > 3,5 t) = 2% du parc motorisé immatriculé (VL + PL).

100 millions de kilomètres par an, attribuables à 80% aux camions et transports en commun.

