

# → **Comité**

nouvelles énergies et  
nouvelles motorisations

NOTE  
DE  
SYNTHÈSE



**ACTEURS  
POUR LA PLANÈTE**

LES TRAVAUX PUBLICS

« Le présent document a pour objet d'aider les utilisateurs de véhicules et de matériels de travaux publics à faire les bons choix en terme de Nouvelles Énergies parmi tous les équipements disponibles sur le marché au jour de sa publication. Il ne prétend pas à l'exhaustivité.

La FNTP ne pourra en aucun cas être tenue responsable de tout dommage direct ou indirect découlant de l'utilisation d'informations ou de données fournies dans ce document.

Toute utilisation, totale ou partielle de cette publication, à des fins autres qu'un usage privé, est interdite sans l'autorisation expresse et préalable de la FNTP. Toute utilisation autorisée de cette publication devra mentionner sa source. »

## Sommaire

<b>I. PREAMBULE.....</b>	<b>3</b>
1. Le Contexte.....	3
2. Les Enjeux.....	3
3. Les objectifs.....	3
<b>II. LES TRAVAUX DES GROUPES DE TRAVAIL .....</b>	<b>5</b>
1. GT1-Véhicules légers et poids lourds & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies.....	5
a) Véhicules Utilitaires Légers (VUL).....	5
b) Véhicules Poids lourds.....	6
c) Calcul des émissions du réservoir à la roue.....	7
2. GT2-Engins et machines terrestres & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies.....	8
3. GT3-Engins fluviaux & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies.....	9
4. GT4-Engins ferroviaires & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies .....	11
<b>III. LES ENERGIES .....</b>	<b>12</b>
1. Diesel .....	13
2. GNV/BioGNV .....	13
3. Les biocarburants .....	14
a) B100.....	14
b) XTL/HVO : .....	16
c) ED 95 :.....	17
d) E-carburants (ou e-fuels).....	18
4. Electricité .....	18
5. Hydrogène.....	19
6. Analyse comparative des énergies .....	20
7. Evolution-mix énergétique .....	22
<b>IV. LE RETROFIT, UNE AUTRE SOLUTION .....</b>	<b>27</b>
1. Rétrofit électrique .....	28
2. Rétrofit gaz.....	28
3. Rétrofit hydrogène.....	29
<b>V. LES BILANS INTERMEDIAIRES DES TRAVAUX DU COMITE NOUVELLES ENERGIES .....</b>	<b>29</b>
1. Bilan 1 : Les constats .....	29
2. Bilan 2 : Les premiers leviers à actionner .....	30
3. Bilan 3 : Les deuxièmes leviers à actionner .....	30
<b>VI. CONCLUSION.....</b>	<b>32</b>

## I. PREAMBULE

### 1. Le Contexte

Le changement climatique (augmentation des températures et/ou élévation du niveau moyen des océans) impacte fortement le quotidien de la population mondiale au travers de dérèglements météorologiques (inondations, sécheresse...). Les émissions de gaz à effet de serre en continu, sont à l'origine de ce changement. Les projections inquiétantes des conséquences de ce changement climatique ont incité les gouvernements des grandes nations à agir pour réduire leurs empreintes carbone.

### 2. Les Enjeux

Plusieurs politiques (Accord de Paris, Protocole de Kyoto,...) sont mises en œuvre pour lutter contre le changement climatique.

Les ambitions politiques et écologiques Européennes, notamment Françaises donnent le rythme pour une transition énergétique globale visant à la neutralité carbone à l'horizon 2050. Le résultat escompté de cette neutralité carbone est de limiter les effets du réchauffement climatique.

Les émissions de gaz à effet de serre sont identifiées par secteur en Europe et en France.

Ces secteurs sont l'industrie de l'énergie, des transports, le résidentiel-tertiaire, l'agriculture, la foresterie, l'industrie et la gestion des déchets. La trajectoire bas carbone implique le changement des comportements, de productions et de consommations, notamment les usages.

Cette politique ambitieuse pour une transition énergétique efficace doit garantir la compétitivité des entreprises.

Au-delà de ces enjeux, une question centrale sera la capacité à produire en quantité suffisante, à un coût économiquement acceptable, et rendre disponible aux bons endroits, les énergies décarbonées. Un investissement massif en résultera très certainement, et il conviendra donc d'orienter les décisions sur la production et la livraison de ces énergies.

### 3. Les objectifs

Par la loi Transition Énergétique pour une croissance verte et la Stratégie Nationale Bas Carbone, la France s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 40% (entre 1990 et 2030) et atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.

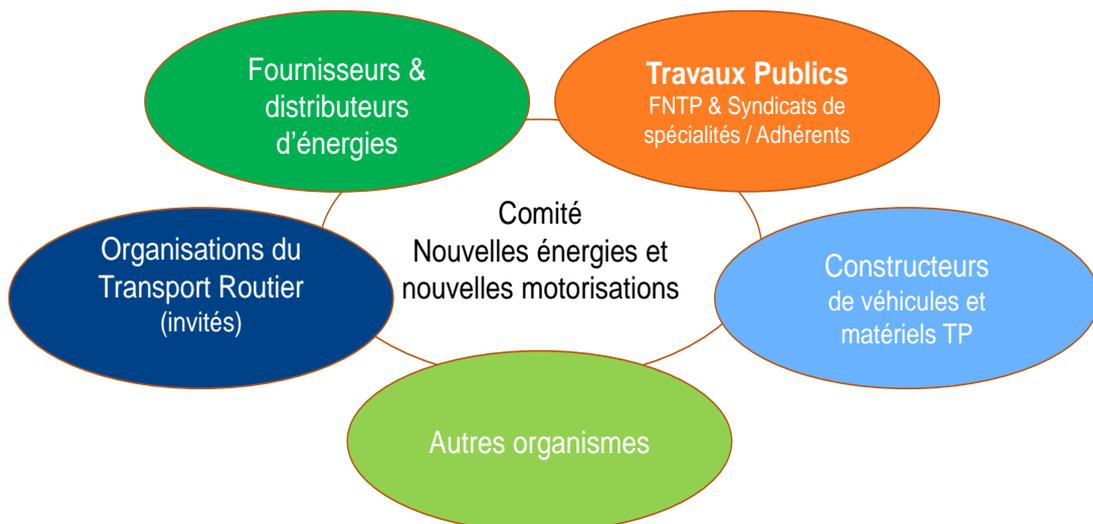
La Loi Climat et Résilience, voté en 2021 vise à accélérer la transition écologique dans tous les domaines du quotidien de la population Française (comment mieux consommer, produire et travailler, se déplacer, se loger, se

nourrir et renforcer la protection judiciaire de l'environnement). La FNTF au travers de la Commission du Développement Durable et la Commission Technique et Innovation portent des études pour aider la profession à atteindre des objectifs bas-carbone ambitieux : l'une sur une stratégie globale nommée Transition Ecologique des Travaux Publics et l'autre sur les solutions en termes de nouvelles énergies et nouvelles motorisations.

En novembre 2020, la Commission Technique et Innovation de la FNTF a validé la création du comité Nouvelles Energies et Nouvelles Motorisations afin d'identifier des solutions de transition adaptées aux besoins de la profession des Travaux Publics et donner de la visibilité aux entreprises...

Le comité Nouvelles énergies et Nouvelles motorisations (NeNm) est créé en novembre 2020 et réunit plus de 100 experts (entreprises TP, fournisseurs et distributeurs d'énergies, constructeurs de véhicules lourds et de matériels TP, rétrofiteurs et starts up...). La feuille de route définit 3 grandes étapes sur lesquels les travaux seront menées ; le court-terme (de 2020 à 2025), le moyen terme (2025 à 2030) et le long terme (2030 à 2050). L'objectif est de donner de la visibilité aux adhérents de la FNTF dans leurs choix stratégiques de verdissement de flottes (achats de véhicules et de matériels TP propres, usage de carburant bas carbone...) sur ces 3 échéances.

Les acteurs mobilisés sont :



AFGNV, ALTENS, ASTEN SAS, BERGERAT MONNOYEUR, BOBCAT, BOMAG, CCFA, CHARIER, COLAS, COLAS RAIL, COMPUBLICS, CONNEXION 21, CRMT, DIELIX, EDF, EIFFAGE ENERGIE SYSTEMES, EIFFAGE INFRASTRUCTURES, EIFFAGE RAIL, E-NEO, ENGIE, ETF, EUROPE TECHNOLOGIES, EUROVIA, EVOLIS, FABRIQUE DE LA LOGISTIQUE, FETIS-SECOM, FFC CONSTRUCTEURS, FNTF, FNTR, FRANCE HYDROGENE, FRANKI FONDATION, FRTP-IDF, GNVERT, GRDF, GROUPE AVRIL, GROUPE NOBLET, IFPEN, INTERLUD (Logistique Low Carbon), IVECO, JCB, LES CANALISATEURS, LIEBHERR, MANITOU, NGE, NGE FONDATIONS, OTRE, RAZEL-BEC, RENAULT TRUCKS, RETROFLEET, ROGER MARTIN, ROUTES DE FRANCE, SADE, SARPINDUSTRIES, SCANIA, SEIMAT, SERCE, SEVEN, SODRACO, SOGEA Rhône-Alpes (agence Auvergne), SPIECAPAG, SPIE BATIGNOLLES VALERIAN, SETVF, TEREOS, TERIDEAL, TLF, TOTAL ENERGIES, UFE, UFIP, UMTM (SOFFONS-SPETSF-SPTF-TRAMAF), VEOLIA, VERTONE, VINCI CONSTRUCTION, VINCI ENERGIES, VNF, VOLVO...

Ce comité est constitué de 5 groupes de travail qui couvrent tous les métiers des travaux publics :

- GT 1 : Véhicules légers et Poids lourds
- GT 2 : Engins/machines terrestres TP
- GT 3 : Engins/machines fluviales et maritimes
- GT 4 : Engins/machines ferroviaires
- GT 5 : Fournisseurs et distributeurs d'énergies.

Chaque groupe de travail a réalisé (sur les 8 derniers mois) l'état des lieux des parcs, les énergies disponibles et des analyses prospectives en termes d'évolutions (évolutions techniques et énergétiques). Il est à noter que le GT5 (Fournisseurs et distributeurs d'énergies) a toujours collaboré avec chacun des quatre autres groupes à travers des réunions mixtes.

- Les axes de travail sont : Identification des besoins, des contraintes, des solutions énergétiques et technologiques ;
- Identification des matériels les plus utilisés ainsi que leurs motorisations ;
- Estimation des volumes des parcs, des autonomies, des usages, des consommations ainsi que les émissions de CO2 et/ou d'éléments polluants.
- Les études prennent également en compte les technologies des véhicules et des engins, ainsi que de la production en énergie décarbonée en quantité suffisante.

## II. LES TRAVAUX DES GROUPES DE TRAVAIL

### 1. **GT1-Véhicules légers et poids lourds & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies**

Le parc TP Français est constitué de 132 000 véhicules utilitaires légers (soit 2% de l'ensemble des véhicules tous secteurs confondus) et de 50.000 poids lourds (soit 8% l'ensemble des véhicules tous secteurs confondu).

#### **a) Véhicules Utilitaires Légers (VUL)**

Le parc VUL est plus récent que la moyenne du parc Français. En conséquence, la majeure partie des véhicules est adaptée aux ZFE, hormis celles visant à supprimer le gazole.

- Répartition des 132 .000 VUL TP selon la Vignette Crit'Air :

	Normes	Age du véhicule (Diesel/Essence)	%
Crit'air 0	Véhicules 100% électrique à batterie et à hydrogène		0,20%
Crit'air 1	Véhicules Gaz/Euro 5 et 6 (Essence)	moins de 10 ans	1%
<b>Crit'air 2</b>	<b>Euro5 et Euro6 (Diesel)/Euro 4 (Essence)</b>	<b>moins de 10 ans / 11 à 15 ans</b>	<b>73%</b>
<b>Crit'air 3</b>	<b>Euro4 (Diesel)/Euro 2 et 3 (Essence)</b>	<b>11 à 15 ans / 16 à 24 ans</b>	<b>18%</b>
<b>Crit'air 4</b>	<b>Euro 3</b>	<b>16 à 20 ans</b>	<b>6%</b>
Crit'air 5	Euro 2 (Diesel)	21 à 24 ans	1%
Non classées ou inconnues	Euro 1 et avant	plus de 24 ans	1%

## b) Véhicules Poids lourds

Le parc est vieillissant (de plus de 10 ans) avec pour carburant quasi exclusif, le gazole routier (diesel). Sur la base du dispositif Crit'Air, la majorité du parc a une vignette supérieure au Crit'Air 2 (soit plus de 70% du parc qui a plus de 8 ans). Les véhicules répertoriés dans les TP sont les véhicules utilitaires légers, les camions bennes, camions benne-grue, les camions plateaux (porte engin), les camions aspirateurs et balayeuses, camions grues...).

- Répartition des 50 000 poids lourds TP selon la Vignette Crit'Air :

	Norme moteur	Age des véhicules (Diesel/Essence)	%
<b>Crit'air 0</b>	Véhicules 100% électrique à batterie et à hydrogène	0 à 5 ans	0,002%
<b>Crit'air 1</b>	<b>Gaz et Euro VI (Essence)</b>	0 à 7 ans	0,08%
<b>Crit'air 2</b>	<b>Euro VI (Diesel) / Euro V (Essence)</b>	<b>0 à 7 ans / 8 à 11 ans</b>	<b>26%</b>
<b>Crit'air 3</b>	<b>Euro V (Diesel) / Euro III et IV (Essence)</b>	<b>8 à 12 ans / 15 à 20 ans</b>	<b>16%</b>
<b>Crit'air 4</b>	<b>Euro IV (Diesel)</b>	<b>12 à 15 ans</b>	<b>18%</b>
<b>Crit'air 5</b>	<b>Euro III (Diesel)</b>	<b>15 à 20 ans</b>	<b>22%</b>
<b>Non classées ou inconnues</b>	<b>Euro I et II et avant (Diesel/Essence)</b>	<b>20 ans et plus</b>	<b>18%</b>

Partant de l'estimation des consommations réelles de certains véhicules (utilitaires, camions bennes, camions plateaux) et des facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> associés à chaque énergie (diesel, du gaz naturel, du bio gaz et l'électricité), l'émission de CO<sub>2</sub> du véhicule est calculée.

### c) Calcul des émissions du réservoir à la roue

Sans surprise, le diesel est le carburant de référence, et il est plus polluant que les autres énergies (émissions de CO<sub>2</sub> comme de NO<sub>x</sub> et de particules). Le gaz naturel (GNC, d'origine fossile) émet légèrement moins de CO<sub>2</sub> que le gazole. Le biogaz et l'électricité ont des impacts écologiques beaucoup plus faibles.

Quant aux biocarburants (tels que B100, XTL, ED95) ces estimations seront à réaliser dans la seconde phase des travaux du groupe de travail. Des expérimentations sont en cours sur les biocarburants tels que B100, le XTL.

Les constructeurs proposent des motorisations alternatives (gaz et électriques...) sur plusieurs des segments de véhicules de moins de 26t. Cela ne répond que partiellement aux besoins des activités de distribution urbaine, voire de transport de courte distance, notamment les transports dédiés aux travaux publics.

#### - Extrait d'étude :

Familles de véhicules	Catégories	PTAC	Conso (L/100km)	Emission Diesel (kgCO <sub>2</sub> /t.km)	Emission GNC (kgCO <sub>2</sub> /t.km)	Emission BioGNC (kgCO <sub>2</sub> /t.km)	Emission Electricité Emission CO2
Véhicules légers	Utilitaires/savoyard	≤3,5t	11	0,35	0,33	0,07	0
	Utilitaires/Benne	≤3,5t	16	0,51	0,47	0,10	0
	Utilitaires/Ateliers Magasins	≤3,5t	12	0,38	0,36	0,07	0
Camion benne (bi ou tri benne, benne grue)	4X2	19 à 26t	49	0,19	0,18	0,04	0
	4x4	19 à 26t	33	0,13	0,12	0,03	0
	6x2	≤44t	45	0,12	0,11	0,02	0
	6x4	26 à 44t	43	0,10	0,10	0,02	0
	8x4	32 à 44t	43	0,08	0,08	0,02	0
	8x4 Tridem	32 à 44t	43	0,08	0,08	0,02	0
Camion plateau	Plateau/ porte engins (Porte char)	19 à 26t	43	0,05	0,05	0,01	0
Autres types de camion	Camion grue	≥32t	48	0,07	0,06	0,01	0

## 2. GT2-Engins et machines terrestres & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies

Les engins de travaux publics répertoriés sont les pelles, chargeuses, les compacteurs, les finisseurs, les fraiseuses, les décapeuses, les tombereaux, les niveleuses, etc. La durée de vie technique des machines varie de 6 à 20 ans selon la famille de matériel. La totalité de ces matériels fonctionnent au gazole non routier (GNR). La consommation moyenne annuelle de référence par famille de matériel est calculée sur la base de la consommation réelle des engins. Il est constaté que certains matériels consomment bien plus que d'autres tels que les tombereaux, les grosses pelles hydrauliques, les groupes électrogènes (plus de 550 kVA), etc. En conséquence, plus ces matériels sont énergivores, plus l'émission de CO<sub>2</sub> est élevée.

Au même titre que pour les véhicules, des expérimentations sont en cours sur l'usage de biocarburants (type B100) dans les motorisations existantes. Cependant, les constructeurs ne préconisent pas l'usage de ces carburants dans les moteurs les plus récents (stage V) pour des raisons réglementaires et autres. Quant au HVO/XTL, certains constructeurs l'ont validé.

### Ce qu'il faut retenir :

Contrairement aux véhicules routiers, les constructeurs d'engins ne proposent que très peu de gamme à faible émission de CO<sub>2</sub>. La seule exception est pour de petits engins électriques qui génèrent de nouvelles contraintes relatives à la recharge. De plus, les fournisseurs d'énergies peinent à proposer des solutions d'avitaillement des engins en bord à bord et qui soient économiquement accessibles.

- **Extrait d'étude :**

<b>Familles des matériels</b>	<b>Catégories</b>	<b>Nbre d'heures d'utilisation moyenne/an (Cote FNTF)</b>	<b>Conso de référence (L/h)</b>	<b>Emission 1 machine (KgCO2/h)</b>	<b>Emission 1 machine (KgCO2/an)</b>
<b>Pelles hydrauliques</b>	Pelles sur chenilles < 8t	1000	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>22190</b>
	Pelles sur chenilles 8 à 18t	1100	<b>11</b>	<b>35</b>	<b>38357</b>
	Pelles sur chenilles 20 à 25t	1100	<b>18</b>	<b>57</b>	<b>62766</b>
	Pelles sur chenilles 25 à 45t	1100	<b>28</b>	<b>89</b>	<b>97636</b>
	Pelles sur chenilles > 45t	1200	<b>45</b>	<b>143</b>	<b>171180</b>
	Pelles à pneus 5 à 12t	1200	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>26628</b>
	Pelles à pneus > 12t	1200	<b>9</b>	<b>29</b>	<b>34236</b>
<b>Décapeuses, Tombereaux et Niveleuses</b>	Décapeuses	800	<b>46</b>	<b>146</b>	<b>116656</b>
	Tombereaux rigides	1200	<b>60</b>	<b>190</b>	<b>228240</b>
	Tombereaux articulés < 35t	1100	<b>22</b>	<b>70</b>	<b>76714</b>
	Tombereaux articulés > 35t	1100	<b>30</b>	<b>95</b>	<b>104610</b>
	Niveleuses < 15t	900	<b>22</b>	<b>70</b>	<b>62766</b>
	Niveleuses > 15t	1200	<b>23</b>	<b>73</b>	<b>87492</b>

### 3. GT3-Engins fluviaux & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies

Le parc de machines fluviales et maritimes dans le secteur TP est constitué de drague aspiratrice, de ponton de travail et de stockage, de chalands motorisées (ou non motorisées), de remorqueur-pousseur, de plateforme autoélevatrice et de ponton dipper.

La durée de vie de ces machines varie de 20 à 25 ans et elles fonctionnent au gazole non routier. La consommation annuelle en gazole de chaque famille de matériels est estimée sur la base du nombre d'heure d'utilisation moyenne annuelle et la consommation en gazole par heure. Ces machines fonctionnent entre 400 à 700 heures par an mais, selon les machines, la consommation (litre par heure) est plus ou moins importante. Ces valeurs de consommation mettent en évidence que les pontons de travail et les chalands consomment très peu. En revanche, les remorqueurs et les dragues consomment énormément de gazole en litre par heure. Les consommations annuelles de gazole et les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> de ces remorqueurs et dragues sont très élevées.

- **Extrait d'étude :**

<b>Familles des matériels</b>	<b>Durée de vie technique</b>	<b>Nbre d'heures d'utilisation moyenne/ an</b>	<b>Consommation (L/h)</b>	<b>Emission 1 machine (kgCO2/h)</b>	<b>Total émission (kgCO2/an)</b>
Drague aspiratrice ou godet	20	400	90	190,20	<b>1711800</b>
Ponton travail et stockage	25	500	12	38,04	<b>608640</b>
Chaland et non motorisés	25	500	7	22,19	<b>643510</b>
Remorqueur/Pousseur (Bateau de servitude)	20	900	30	95,10	<b>1882980</b>

Il faut noter que plusieurs projets de développement sont menés afin de décarboner la mobilité fluviale :

- **L'électrification de la voie navigable portée par VNF :**

Le projet consiste à déployer sur la voie navigable, des infrastructures d'alimentation telles que des groupes électrogènes, des bornes de recharge (puissance plus élevée). Pour exemple, la Seine compte à ce jour 13 bornes de recharge et l'objectif est d'atteindre 100 bornes à l'horizon 2024.

- **Projet de retrofit / GREEN DELIVERER :**

L'objectif du projet GREEN DELIVERER est de proposer une solution hybride batterie-BioGNV pour une navigation écologique sur la Seine, notamment pour les JO 2024. Son ambition première est la récupération de déchets ménagers parisiens pour alimenter un méthaniseur à Gennevilliers.

Ce projet se constituer d'une phase d'étude d'implantation d'une barge (2021), de la transformation de la barge (2022), de la mise à l'eau de la barge rétrofitée (2023).

A terme, il pourrait être une des solutions logistiques proposées pour la logistique dite du dernier kilomètre (depuis la périphérie urbaine jusqu'au cœur de Paris par la Seine).

- **Projet Hybarge :**

L'Hybarge est un projet de construction adapté à la navigation sur le Canal des Deux Mers comme sur le réseau Freycinet et à sa chaîne logistique d'approvisionnement.

L'objectif est de développer une solution de transport de marchandises décarbonée et soutenable économiquement, répondant aux nouvelles exigences environnementales.

Pour ce faire, il s'agit de doter un automoteur (pousseur) d'une pile à combustible.

Ce système de propulsion électrique pourrait être adaptable sur les bateaux déjà en exploitation comme les constructions neuves.

D'autres projets similaires émergent dans plusieurs régions, notamment, en Occitanie avec le projet de drague hybride hydrogène dans le port de Sète.

#### **4. GT4-Engins ferroviaires & GT5-Fournisseurs distributeurs d'énergies**

Les matériels ferroviaires dans les activités TP sont les petites machines thermiques ferroviaires (tronçonneuses à rail, les lèves rails, frappeur de rail mécanique ...), les pelles et nacelles rail-route, les locomotives, les trains travaux, les bourreuses, les régaleuses, etc.

La durée de vie de ces matériels est variable : 5 ans pour les petites machines thermiques ferroviaires, 15 ans pour les pelles rails, 25 à 35 ans pour les trains rails et plus de 40 ans pour les locomotives.

Ces machines fonctionnent en majorité au gazole non routier mais certaines sont également à l'essence.

Les consommations réelles de ces matériels sont estimées et leurs émissions de CO<sub>2</sub> sont calculées avec le facteur d'émission du gazole et le l'essence. Ces analyses démontrent que les locomotives, les bourreuses et surtout les trains de travaux consomment énormément de gazole et émettent en conséquence plus de CO<sub>2</sub>.

Quant aux constructeurs, compte tenu du petit volume du marché, ils ne proposent que très peu de solutions alternatives. Cependant la décarbonation du secteur est un enjeu majeur qui nécessitera l'usage de biocarburants dans un premier temps et le développement de motorisations électriques (ou à hydrogène) dans un deuxième temps plus long.

- **Extrait d'étude :**

Famille des matériels	Catégories	Durée de vie	Essence ou Gazole	Consommation	Emission 1 machine (kgCO2/h)
			ES ou GO	(L/h)	
<b>Petites machines thermiques ferroviaires</b>	Tronçonneuse à rail	3 à 5 ans	ES	1,8	5,18
	Tirefonneuse		ES / GO	2,7	7,70
	Lève rail		ES / GO	1,7	4,76
	Frappeur de rail mécanique		ES	1,7	4,76
	Groupe électrogène		ES / GO	2,7	7,64
	Clippeuse		ES	2,7	7,70
	Boulonneuse		ES	2,3	6,58
	Décalamineuse		ES	1,8	5,18
	Perceuse à rail		ES	2,0	5,60
<b>Dérivés matériel TP</b>	Pelle rail route 15 Tonnes	10 à 15 ans	GO	7,7	24,33
	Pelle rail route 23 Tonnes		GO	15,0	47,40
	Nacelle		GO	6,5	20,73
	Chargeuse		GO	19,0	60,04
	Mini pelle à chenille		GO	12,0	37,92
<b>Locomotives</b>	#1 000 KW	40 ans	GO	<b>37,0</b>	<b>116,92</b>
	#1 500 KW		GO	<b>47,3</b>	<b>149,47</b>
<b>Bourreuses - régaleuses - stabilisatrices</b>	Bourreuse B66 UC	25 à 30 ans	GO	<b>46,8</b>	<b>147,98</b>
	Régaleuse		GO	<b>37,4</b>	<b>118,18</b>
<b>Train de travaux</b>	Train de substitution	25 à 35 ans	GO	<b>200,0</b>	<b>632,00</b>

### III. LES ENERGIES

Les fournisseurs et distributeurs d'énergies (GT5) ont établi des fiches « énergie » avec les critères suivants :

- la définition du carburant,
- la réponse aux enjeux climatiques (Crit'Air, émission CO<sub>2</sub>, NOX et particules),
- la flotte disponible (véhicules, engins...)
- Les possibilités d'avitaillements
- Le coût du carburant
- TCO (Total Cost of Ownership ou coût de possession) par typologie de véhicules (si disponible).

Le TCO (coût total de de possession) comprend l'ensemble des coûts liés à la possession d'un bien, de l'achat à la cession (prix d'achat, financement, coût d'utilisation, de maintenance, entretien diminué du prix éventuel de cession...). C'est un indicateur de comparaison économique entre plusieurs biens (selon le type, l'usage, la motorisation, etc.).

Dans le présent document ne sont pris en comptes que les émissions de tous types liées aux usages des carburants, et ne prennent donc pas en compte, par exemple, les émissions liées aux pneumatiques, aux freins...

## 1. Diesel

Le diesel étant l'énergie de référence bien connue et considérée comme la plus émettrice de CO<sub>2</sub>, il n'a pas été jugé utile d'établir de fiche référence.

## 2. GNV/BioGNV

Le gaz naturel véhicule (GNV) est d'origine fossile et le BioGNV est issu de la méthanisation de déchets organiques (déchets agricoles, alimentaires...) ou produits agricoles. Le type de culture et le pourcentage dépendent des pays. Les deux sont constitués de méthane (CH<sub>4</sub>), sous forme pratiquement pure (après traitement pour le Biogaz).

Dans le GNV, on distingue deux types de gaz, le gaz naturel comprimé (GNC) et le gaz naturel liquéfié (GNL).

Le gaz naturel comprimé (GNC) est un gaz comprimé à 200 bars dans le réservoir d'un camion. Le Gaz naturel comprimé et Biogaz naturel comprimé sont également des solutions alternatives pour la mobilité propre, courte et moyenne distance. Il correspond mieux aux besoins de la profession.

Le gaz naturel liquéfié est du méthane sous forme liquide à -162°C. Cela le réserve à une mobilité propre de grande distance (des autonomies comparables à celles du diesel).

Les véhicules roulant au gaz naturel (GNC, BioGNC et GNL) bénéficient, à ce jour, de la vignette Crit'air 1 qui permet de circuler sans entrave dans les zones à faibles émissions présentes ou à venir.

Quant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'usage du GNC émet environ 15% de moins que le diesel et pour le BioGNC ce taux peut atteindre 80% de réduction d'émission par rapport au diesel.

### Ce qu'il faut retenir :

La solution GNV semble la plus mature et adaptée aux camions poids lourds carrossés à l'identique par rapport au diesel. Quelques constructeurs (Iveco, Scania, Volvo et Renault Trucks) proposent une gamme de véhicules de 3,5 tonnes à 44 tonnes.

Les possibilités d'avitaillement sont doubles : des stations poids lourds ouvertes au public (bientôt 300) ou des stations privées en charge lente ou rapide sur site/chantier.

Le BioGNV émet peu mais la question de la disponibilité des ressources pour le produire et son usage sont en réflexion.

Il n'y a pas d'offre gaz pour les engins TP mis à part la mini pelle KUBOTA et le prototype de chargeuse CASE. De plus, il n'existe pas de réseau d'avitaillement chantier de gaz naturel.

Le coût d'acquisition des camions GNV est supérieur (estimé à environ +30%) aux camions diesel mais le TCO du camion GNV est bien plus intéressant par rapport à celui du camion diesel. Et côté Engins TP, des expérimentations sont à venir le cas échéant.

### **3. Les biocarburants**

Les biocarburants sont des carburants de substitution obtenus à partir de biomasse (matière première d'origine végétale, animale ou issue de déchets). Ils sont généralement incorporés dans les carburants d'origine fossile.

#### **a) B100**

Dans l'arrêté du 29 mars 2018, le B100 est défini comme « ...un carburant composé d'esters méthylique d'acides gras, destiné à l'alimentation de moteurs thermique à allumage par compression ». Le B100 fait l'objet d'une normalisation au niveau européen suivant l'EN14214. Il ne peut être utilisé que dans des flottes captives disposant d'une logistique d'approvisionnement spécifique et de leurs propres capacités de stockage et de distribution.

L'arrêté stipule également que la tenue au froid du B100 sans additif doit être de -10°C. Cela implique l'emploi de 100% d'huile de Colza comme matière première.

#### Exemples :

- B100 est à 100% huile de Colza produit en France.
- Dielix 100 (B100 sous dérogation et avec l'accord du constructeur) est un bio carburant issu de la valorisation des huiles alimentaires usagées après collecte et traitement.

Face aux enjeux climatiques, l'usage du B100 (certifié sans changement d'affectation des sols) permet la réduction de CO<sub>2</sub> jusqu'à 60% et des émissions de particules jusqu'à 80%.

Les expérimentations réalisées sur des moteurs diesel indiquent qu'à -10°C, le B100 n'est pas utilisable dans un moteur (pannes...). Pour les températures inférieures à -10°C, les B100 grand froid existent (jusqu'à -20°C). Son stockage prolongé et/ou exposé à des températures élevées peut dégrader sa qualité (oxydation) au-dessus de 40°C. Il est à noter d'ailleurs que la qualité du produit est garantie pour 6 mois.

Le B100 est utilisable sur certaines flottes sous conditions. Pour les véhicules routiers (poids total à charge supérieur à 3,5 tonnes), son usage sur les moteurs Euro I à V (d'origine B7, communément connu sous l'appellation gazole), sont tous systématiquement homologués réglementairement pour le B100. Certains constructeurs peuvent valider sur le plan technique du B100 (en démontrant le respect des limites d'émissions).

Quant aux motorisations Euro 6 (neuves ou occasions), elles doivent être spécifiquement homologuées pour le B100. Quelques constructeurs (Man, Scania, Renault trucks, Volvo Trucks) proposent des versions homologuées B7/B100. Certains véhicules Euro 6 d'occasion sont éligibles à un retrofit en concession constructeur.

Les constructeurs Renault Trucks et Volvo Trucks proposent également des modèles B100 exclusifs (irréversibles).

Pour les engins non routiers, les moteurs des engins Stage 4 et moins sont tous réglementairement autorisés à l'utilisation du B100. Cependant, l'accord technique du constructeur doit être obtenu pour maintenir la garantie, et des modifications substantielles sont à prévoir sur la cartographie des moteurs.

En ce qui concerne le stage 5, à ce jour, un certain nombre de constructeurs ont étudié cette compatibilité en interne ou au travers d'essais clients, mais aucun ne l'a encore validé, car les résultats ne sont pas encore concluants, et le cadre réglementaire ne permet pas cette solution.

Pour les engins fluviaux et ferroviaires, l'usage du B100 est autorisé réglementairement.

Selon l'arrêté de 2018, l'avitaillement du B100 est uniquement privatif (pas disponible en station publique). La cuve est souvent mise à disposition par les fournisseurs d'énergie. Et certains fournisseurs n'imposent pas leur cuve.

Les fournisseurs de B100 peuvent proposer des cuves clients et des fréquences de livraisons adaptées. Cette cuve est connectée et de taille adaptée pour garantir la conservation du produit.

Le B100 est techniquement miscible au B7/GNR dans le réservoir véhicule.

En conséquence, l'avitaillement en bord à bord n'est pas possible.

Ce qu'il faut retenir :

Des modifications sont possibles avec l'usage du B100 et pour certaines puissances chez la plupart des constructeurs (Renault Truck, Volvo Trucks, MAN, Scania). Pour l'usage du B100, la modification est prise en charge par les producteurs du carburant. Le B100 est utilisable sur une large gamme de véhicules diesel, sans modification de la motorisation. Un accompagnement est possible sur tout le territoire (France) : étude de compatibilité, kit d'adaptation et mise à disposition d'une cuve dédiée.

Un plan de maintenance raccourci sera donc nécessaire (intervalle de maintenance réduit).

Dès 2023, le B100 pourrait être économiquement plus intéressant que le gazole conventionnel pour les engins non-routier, mais aucune homologation constructeur de moteur n'est disponible à ce jour.

Le B100, de par son point éclair supérieur à 100°C, n'est pas classé ATEX (non explosif). Il n'est par ailleurs dangereux ni pour l'homme, ni pour l'environnement (pas d'ICPE).

Les véhicules B100 exclusifs sont éligibles au suramortissement fiscal (140 à 160%) mis en place dans le cadre de la Loi Finance jusqu'à 2024 :

- Le prix du carburant est identique à celui du gazole routier (net de TICPE) ;
- La consommation est de +8% par rapport au gazole sans compter l'AdBlue pour compenser les émissions de Nox.
- Les intervalles de maintenance sont réduits (de -25% à -50%) mais des accords entre fournisseur et constructeurs existent et permettent de garantir un iso coût maintenance ;
- La valeur résiduelle véhicule alimenté au B100 est identique à celle d'un véhicule au gazole.

Le TCO d'un véhicule B100 est légèrement supérieur à celui d'un véhicule diesel.

## **b) XTL/HVO :**

Le « XTL » (X to Liquid) est un gazole paraffinique de synthèse ou obtenu par hydrotraitement destiné à l'alimentation de moteurs thermiques à allumage par compression et répondant aux spécifications reprises en annexe I. de l'arrêté du 28 février 2017. XTL est le nom générique pour des carburants issus de diverses sources décrites ci-dessous (GTL, HVO, BTL et autres).

Le GTL (Gas to Liquid) est un carburant (non renouvelable) obtenu par le procédé *Fisher Tropsch* du gaz naturel. Il peut être fabriqué sur quelques champs gazier (au Qatar notamment). Le GTL ne présente pas d'odeur (absence de soufre et d'ammoniac). Dans le cadre d'études lors d'essai pratique de l'utilisation de carburant GTL par rapport au GNR sur un bateau (sans modification sur le moteur et sur circuit de carburant), une surconsommation de 10% du GTL par rapport au GNR est constatée. Cela s'explique par une faible densité d'énergie du GTL par rapport au GNR.

Il permet une réduction théorique jusqu'à 60% des particules fines PM et d'une réduction d'encrassement des moteurs diesel selon SHELL.

Notez que le GTL est sans effet sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (nature fossile) bien qu'il y a absence de fumées noires à l'échappement.

A ce jour, le surcoût du GTL par rapport au GNR est estimé à 190 HT / m<sup>3</sup>.

Le HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) et le BTL (Biomass to Liquid) sont quant à eux, des biocarburants issus des déchets et sans changement d'affectation des sols et/ou d'huiles végétales hors soja et palme. La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> peut atteindre 90% par rapport au diesel.

Ils peuvent être fabriqué à partir d'huiles végétales ou de déchets et résidus comme les huiles alimentaires usagées ou les graisses animales.

D'autres origines de XTL existent (CTL, Coal to Liquid, PTL, Power to Liquid), et leurs caractéristiques d'utilisations sont très proches, mais pour l'instant ne sont pas disponibles pour le marché français.

Ce qu'il faut retenir :

Le XTL est compatible avec toutes les motorisations diesel et est validé aussi bien sur des engins de chantier que sur des véhicules légers/utilitaires, poids lourds, générateurs électriques, etc...

Actuellement, les véhicules roulant au XTL conservent leur vignette Crit'Air d'origine.

Pour l'avitaillement, le XTL est pour l'instant disponible en flotte captive disposant de sa propre logistique de distribution (cuve de distribution réservé à son usage). Le XTL est classé Atex et soumis ICPE.

Aujourd'hui, le prix du XTL varie suivant sa provenance, le GTL étant environ 5 cts plus cher que le gazole, le HVO/XTL est à environ 15 cts/l de plus que le gazole et la TICPE est récupérable pour les camions.

Le TCO d'un véhicule roulant à l'XTL est équivalent à celui d'un véhicule roulant au gazole, avec des variations sur les consommations : suivant les usages des consommations vont de - 5% à +5% (meilleur indice cétane, meilleur pouvoir calorifique mais densité inférieure).

Le XTL/HVO bénéficie d'une fiscalité équivalente au Gazole, il peut être ainsi disponible en version routier et non routier.

**c) ED 95 :**

Le « ED95 » est un carburant à base de bioéthanol, d'un additif favorisant l'auto-inflammation et la lubrification. Ce carburant est destiné à l'alimentation de moteurs thermiques à allumage par compression et répond aux spécifications reprises dans l'arrêté du 29 mars 2016.

Le « ED95 » un mélange d'éthanol, d'eau et d'additifs favorisant l'auto-inflammation et la lubrification, destiné à l'alimentation de moteurs thermiques à allumage par compression et répondant aux spécifications reprises en annexe. (Arrêté du 29 mars 2016). L'ED95 est classé Atex et soumis ICPE.

En fonction de la matière première utilisée pour la fabrication de l'éthanol, l'ED95 peut apporter jusqu'à 90% de réduction de CO<sub>2</sub> comparé au gazole.

Ce qu'il faut retenir :

Tout véhicule roulant à l'ED95 bénéficie de la vignette Crit'Air 1 qui permet une circulation sans entrave dans les zones à faibles émissions mobilité (ZFE<sub>m</sub>). Cependant, l'ED95 n'est disponible que sur une seule motorisation très spécifique chez le constructeur SCANIA. D'autres motorisations devraient être proposées.

L'ED95 est réservé à l'usage en flotte captive disposant de sa propre logistique de distribution (cuve de distribution réservée à son usage).

L'ED95 est proposé autour de 0,8 €/L HT.

En comparaison avec le coût de possession des véhicules diesel/GNV, il faut compter un surcoût à l'achat de l'ordre de +/- 5k€ pour l'ED95. La

consommation comparée au gazole est d'environ 50% supérieure et la maintenance est un peu plus élevée (périodes raccourcies, prix de la vidange plus élevé).

#### **d) E-carburants (ou e-fuels)**

Les E-carburants représentent une solution supplémentaire.

Ces E-carburants sont actuellement en phase recherche pure et ils pourraient constituer une alternative importante dans cette course contre la montre pour réduire les émissions.

Ces carburants (e-diesel, e-essence et e-éthanol, e-gaz) sont issus de sources décarbonées.

Ils se définissent par leur méthode de production et leur effet positif sur l'environnement : ils sont produits à partir de CO<sub>2</sub> recapturé et d'H<sub>2</sub> issu de ressources renouvelables.

##### Ce qu'il faut retenir :

Ces E-carburants sont actuellement en phase recherche pure et ils pourraient constituer une alternative importante dans cette course contre la montre pour réduire les émissions.

## **4. Electricité**

La France est un des pays européens avec le mix électrique le plus décarboné (59,9 gCO<sub>2</sub>/kWh en 2020). Ainsi, l'électricité française est un carburant alternatif propre est un atout sur la voie de l'atteinte de l'objectif de décarbonation des transports d'ici à 2050. Les véhicules électriques bénéficiant de la vignette Crit'air 0 n'émettent pas de particules fines ou NOx à l'échappement et peuvent donc accéder aux zones à faibles émissions, qui seront en place dans toutes les communes françaises ayant de plus de 150 000 habitants à partir du début 2025. De même, les véhicules électriques à batterie n'émettent pas de gaz à effet de serre à l'usage.

Restreints par la réglementation européenne, les constructeurs automobiles proposent de plus en plus des modèles électriques. A titre d'exemple, environ 30 modèles de voitures électriques sont sortis en un an. Le marché des véhicules industriels neufs avance également au fur à mesure. Les constructeurs comme Volvo Trucks, Renault Trucks, M.A.N, Ford, Tesla, Scania développent leurs modèles de véhicules industriels électriques.

Afin de recharger un véhicule électrique, il est possible de recourir à un réseau de recharge ouvert au public, à une recharge disponible dans le lieu de travail (dépôts de bus ou de camions) ou à domicile (voitures particulières et véhicules utilitaires légers). Au 30 juin, la France comptait un peu moins de 43 000 points de recharge accessibles au public qui permettent d'assurer la recharge de véhicules légers occasionnellement. En ce qui concerne les véhicules utilitaires légers, la recharge se produit majoritairement aux dépôts de véhicules.

### Ce qu'il faut retenir :

A ce jour, le poids lourd électrique est beaucoup plus cher que le poids lourd diesel. Bien que le coût de la batterie reste le pilier le plus important dans la partie de l'achat d'un camion électrique, le développement des nouvelles batteries devrait permettre de réduire ce coût.

Le Gouvernement français propose des aides à l'acquisition de véhicules et matériels électriques légers et industriels pour un usage professionnel dans le but de les rendre plus accessibles aux utilisateurs. Pour une voiture électrique il est possible de bénéficier d'un bonus jusqu'à 4000€, alors que pour un véhicule utilitaire léger c'est 2000€ jusqu'à fin décembre 2021. Le montant de bonus écologique évoluera à partir de l'année prochaine. En ce qui concerne les camions électriques, outre le dispositif du suramortissement pour les véhicules lourds utilisant des énergies propres, prolongé jusqu'à fin 2024, un coup de pouce supplémentaire de 50 000 € est disponible pour l'achat ou la location de longue durée d'un camion électrique pendant 2 ans dans le cadre du plan France Relance.

Pour les véhicules lourds comme pour les matériels TP, un enjeu réside dans la normalisation des conditions techniques, avec la tension, les protocoles d'échange, la connectique et autres.

## 5. Hydrogène

L'hydrogène est produit à ce jour quasiment exclusivement (plus de 95 %) par la transformation de ressources fossiles et principalement par vaporeformage du gaz naturel. Ce procédé a deux inconvénients, il émet de grandes quantités de CO<sub>2</sub> et son rendement est peu convaincant.

L'hydrogène décarboné peut être produit par électrolyse de l'eau au moyen d'électricité renouvelable. Il peut aussi être produit selon les procédés classiques de vapo-réformage du gaz naturel si le CO<sub>2</sub> généré lors de la production est capturé.

Cette méthode de production de l'hydrogène décarboné est écologique avec un faible rendement. Reste cependant la difficulté de stockage et de transport de l'hydrogène. En effet, sa densité énergétique (kWh/litre) est beaucoup plus faible que celle du gazole. C'est la raison pour laquelle, à ce jour, près de 99% de l'hydrogène produit est consommé sur le site de production.

L'hydrogène est identifié comme l'énergie du futur, notamment pour sa capacité à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le gouvernement Français prévoit dans son plan de relance, 7 milliards d'euros pour développer la filière hydrogène.

Les réductions de gaz à effet de serre de l'hydrogène décarboné sont estimées entre 75 % et 69 % de réduction par rapport au véhicule équivalent diesel, sur l'ensemble du cycle de vie.

L'hydrogène est privilégié pour des mobilités lourdes, professionnelles, ayant de fortes contraintes d'exploitation (autonomie, temps de recharge réduit, etc.).

Deux modes d'utilisation sont possibles pour l'hydrogène :

- avec une pile à combustible, l'hydrogène est converti en électricité grâce à cette pile à combustible du véhicule et du matériel TP, et la motorisation en tant que telle est donc électrique,
- Il est également possible d'utiliser l'hydrogène en combustion dans un moteur thermique, ce qui rend les modifications à porter aux véhicules plus faibles. Cependant cette solution génère de la pollution atmosphérique (NOx principalement), ce dont de nombreuses collectivités souhaitent s'affranchir.

Dans les deux cas, comme pour le paragraphe précédent, électricité, restent les pollutions générées par les véhicules et matériels par les freins et pneumatiques.

Les usages de l'hydrogène pour une mobilité propre sont multiples : des applications possibles pour les flottes de collectivité, la logistique routière, le fluvial, le maritime, le ferroviaire...

En France, plusieurs projets de production d'hydrogène vert, d'avitaillement et de motorisations hybride de drague devraient aboutir d'ici 2023.

Cependant, l'efficacité énergétique de la solution hydrogène est encore trop faible (un électrolyseur a un rendement de l'ordre de 65% et la pile à combustible a également un rendement de 50%). A cause de sa faible efficacité énergétique, la solution hydrogène issue d'électrolyse nécessite plus d'électricité que la solution batterie pour une même quantité d'électricité restituée à l'utilisation. Cela impacte notamment le coût d'utilisation et le bilan carbone si l'électricité employée pour générer l'hydrogène n'est pas décarbonée.

Pour les transports de personnes tels que les bus et quelques taxis, l'hydrogène carboné est déjà opérationnel.

En revanche, pour le transport de marchandises, seule une gamme très restreinte de poids lourds (44 t) est disponible, à un coût environ quadruple de celui du poids lourd équivalent au gazole.

A ce jour le TCO d'un camion hydrogène est bien plus élevé que celui d'un camion diesel.

#### Ce qu'il faut retenir :

L'hydrogène est probablement une énergie d'avenir. Le développement de l'hydrogène décarboné fait l'objet de nombreux programmes de soutien (France Relance, ...) qui n'aboutiront que dans quelques années.

## **6. Analyse comparative des énergies**

Les membres du comité ont classifié les énergies par typologie, avec l'impact environnement estimé. Cet impact est estimé en terme émissions de polluants du « puits à la roue ».

Les critères d'impact environnemental catégorisent les énergies en « Très polluant », « Intermédiaire (moins polluant/non renouvelable) » et « Propre/renouvelable/Crit'Air 1-0 ».

Pour certaines énergies, bien qu'elles soient propres à la production, le « Crit'Air » du véhicule peut influencer l'impact environnemental (ci-dessous) qui leur est attribué.

Typologies des carburants	Energies	Impact environnemental (1 à 3)
<b>Carburants fossiles</b>	Diesel (gazole)	1
	Essence	1
	GNR (gazole non routier)	1
	GNC (Gaz naturel comprimé)	2
	GTL	2
	Hybride non rechargeable	2
	GNL (Gaz naturel liquéfié)	2
<b>Bio carburants</b>	Bio GNC	3
	Bio GNL	3
	B100 (Bio-Colza)	2
	ED95 (Bio-éthanol)	3
<b>Carburants de synthèse</b>	XTL/HVO (Diesel Synthétique)	2
<b>Electricité</b>	Electrique (100%)	3
	Hybride rechargeable	2
<b>Hydrogène</b>	Hydrogène gris	1
	Hydrogène vert	3

Du puits à la roue	
1	Très polluant
2	Intermédiaire (moins polluant)
3	Propre/Renouvelable/Crit'Air 1-0

Les avantages et les inconvénients des énergies sont définies (ci-dessous), notamment sur la maturité énergétique et l'offre véhicule. Par maturité, il faut comprendre aussi disponibilités énergétiques et stations publiques.

Typologies des carburants	Energies	Maturité énergétique	Offres véhicules
Carburants fossiles	Diesel (gazole)	3	3
	Essence	3	3
	GNR (gazole non routier)	3	3
	GNC (Gaz naturel comprimé)	2	3
	GTL	3	3
	Hybride non rechargeable	2	2
	GNL (Gaz naturel liquéfié)	2	2
Bio carburants	Bio GNC	3	3
	Bio GNL	1	1
	B100 (Bio-Colza)	1	2
	ED95 (Bio-éthanol)	1	1
Carburants de synthèse	XTL/HVO (Diesel Synthétique)	3	3
Electricité	Electrique (100%)	2	1
	Hybride rechargeable	3	1
Hydrogène	Hydrogène gris	2	1
	Hydrogène vert	1	1

1	Mauvais
2	Moyen
3	Bon

## 7. Evolution-mix énergétique

Le mix énergétique est la solution pour atteindre les objectifs de réduction d'émission. Le gaz naturel, les biocarburants, l'électricité et l'hydrogène sont complémentaires car chaque énergie répondra à un besoin (ou un usage) spécifique. Il faut bien distinguer et identifier les solutions alternatives des nouvelles motorisations et des motorisations existantes.

Le facteur clef est lié à la capacité à produire et distribuer en quantité suffisante les énergies prévues de façon totalement décarboné, et à les rendre disponibles sur tout le territoire, à un coût compétitif. Au-delà des véhicules et des matériels des Travaux Publics, il conviendra de veiller auprès des pouvoirs publics qu'un plan d'investissement suffisant soit prévu pour assurer ces deux points.

Le comité s'est également lancé dans un exercice complexe portant sur l'évolution et la disponibilité des énergies dans le temps. Les estimations ci-dessous sont réalisés à date (2021) et elles sont amenées à évoluer.

### a) 2020 à 2025 (court terme) :

Le diesel, comme nous le connaissons aujourd'hui (sous sa composition actuelle), est l'énergie ultradominante dans la mobilité.

La production de gaz naturel d'origine fossile progresse et son usage dans les véhicules industrielles (poids lourds) commence à se développer. Le gaz naturel comprimé (GNC) est adapté aux besoins de la profession. La production de bio gaz se développe avec la méthanisation afin de répondre un peu plus aux enjeux de décarbonation et à la réduction de certains polluants.

Depuis 2020, les biocarburants (bio diesel, B100, XTL, HVO et ED95) constituent des alternatives pertinentes sur le plan écologique. Malgré la maturité de production et technologique des moteurs, le volume de ces énergies ne suffit à combler la demande.

Quant à l'électricité, elle est l'énergie de prédilection actuelle portée par les politiques en raison de son impact sur les émissions de CO<sub>2</sub> et sur les émissions polluantes. Son développement ne sera que plus important et plus propre dans le temps. A ce jour, les freins pour son déploiement sont : une production d'électricité non renouvelable, une production de batterie très coûteuse (en € et en émissions de CO<sub>2</sub>), une absence de traitement des batteries usagées et une absence de maillage de stations de recharge aux caractéristiques adaptées aux usages TP sur le territoire. Il n'est pas encore en mesure de remplacer tous les véhicules thermiques, sans parler des engins TP.

Et à ce jour, l'hybride rechargeable se présente comme une solution de transition qui rencontre des difficultés pour satisfaire un besoin général.

L'hydrogène est l'énergie la plus attendue (après 2030) pour sa vertu écologique en termes de production. Cependant, des progrès technologiques majeurs seront encore nécessaires avant de voir l'hydrogène comme « le carburant » pour tous.

La production de l'hydrogène est maîtrisée mais il n'est pas encore vert. Dans l'attente de l'hydrogène vert et les e-carburants qui sont des énergies très attendues (après 2030) par leurs vertus écologiques en termes de production, le développement industriel de l'hydrogène décarboné suit son cours timidement (production, stockage, déploiement de station). Le coût de production n'a pas encore assez diminué pour être compétitif, en dehors de cas particuliers

Des progrès technologiques majeurs sont encore nécessaires avant de voir l'hydrogène comme « le carburant » pour tous.

#### Ce qu'il faut retenir :

Côtés constructeurs, les offres à court terme sont actuellement composées de véhicules diesel, gaz, biogaz et biocarburants. Et pour les véhicules et machines TP électriques, l'offre est très réduite (faibles gammes) du fait du coût de la batterie (trop cher). A l'exception de KUBOTA (mini pelle) et CASE (prototype de chargeuse), il n'y a pas d'offre gaz pour les engins TP.

La montée en puissance des biocarburants de synthèse pourrait survenir.

#### **b) 2025 à 2030 (moyen terme) :**

Le diesel, par son impopularité se verra bannir progressivement dans les mobilités, notamment dans les zones à faibles émissions.

Le gaz naturel d'origine fossile et le biogaz poursuivront leur évolution jusqu'en 2030.

Les biocarburants (bio diesel, B100, XTL, ED95) se développeront dans le temps de manière importante. La disponibilité énergétique (en quantité) ne compensera cependant pas la disparition progressive du diesel.

Pour l'hybride rechargeable, il devrait se développer pour prendre plus d'espace pour certaines mobilités propres.

La production d'électricité renouvelable en prévision, participera à maintenir le cap de la trajectoire bas carbone. D'ici 2030, l'émergence de nouvelles générations de batteries moins chères à la fabrication et plus puissantes est attendue.

La production de l'hydrogène décarboné implique le développement massif de la production généralisée d'électricité renouvelable. C'est donc une condition importante pour le développement des piles à combustibles. Dès 2030, il n'est pas exclu de voir une première vague de véhicules industriels en circulation, accompagnés de solutions d'avitaillement dédiées.

Ce qu'il faut retenir :

Sur le moyen terme, les développements permettront des offres constructeurs de véhicules gaz, biogaz, biocarburants, accompagnée de l'émergence de véhicules hybrides rechargeables et électriques.

Quant au engins TP, les offres attendues sont l'électrique et les moteurs exclusifs biocarburants.

**c) 2030 à 2050 (long terme) :**

La motorisation Diesel ne devrait pas disparaître complètement par l'usage de biocarburants d'ici 2040 puis totalement décarboné d'ici 2050. Les innovations techniques permettront la production en volume de diesel totalement décarbonés sous la forme de e-carburants (e-diesel, e-gaz naturel...).

Dès 2040, le biogaz devrait totalement remplacer le gaz naturel d'origine fossile.

Quant aux biocarburants, ils poursuivront leurs évolutions pour répondre à une grande partie des besoins en énergies alternatives.

Il est escompté que la production, le stockage et la distribution de l'hydrogène décarboné seront bien maîtrisés.

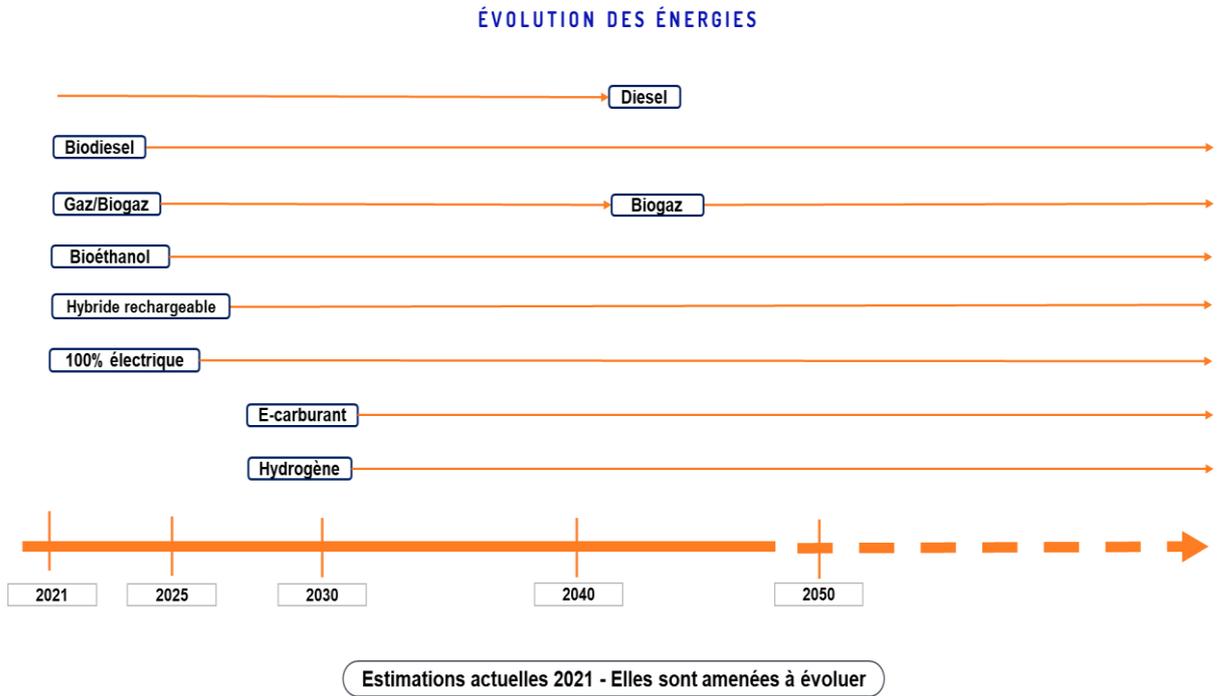
Ce qu'il faut retenir :

Sur le long terme, les offres constructeurs standards (biogaz, biocarburants, carburants de synthèse, hybride rechargeable et électrique) devraient s'étoffer avec quelques véhicules (ou machines TP) à pile à combustible en faibles séries (en 2030-2035, puis en augmentation régulière).

En 2050, une coexistence des énergies est escomptée avec une trajectoire bas carbone (ou presque neutre).

d) **Schémas des tendances énergétiques :**

- **Le schéma synthèse d'évolution des énergies ci-dessous :**



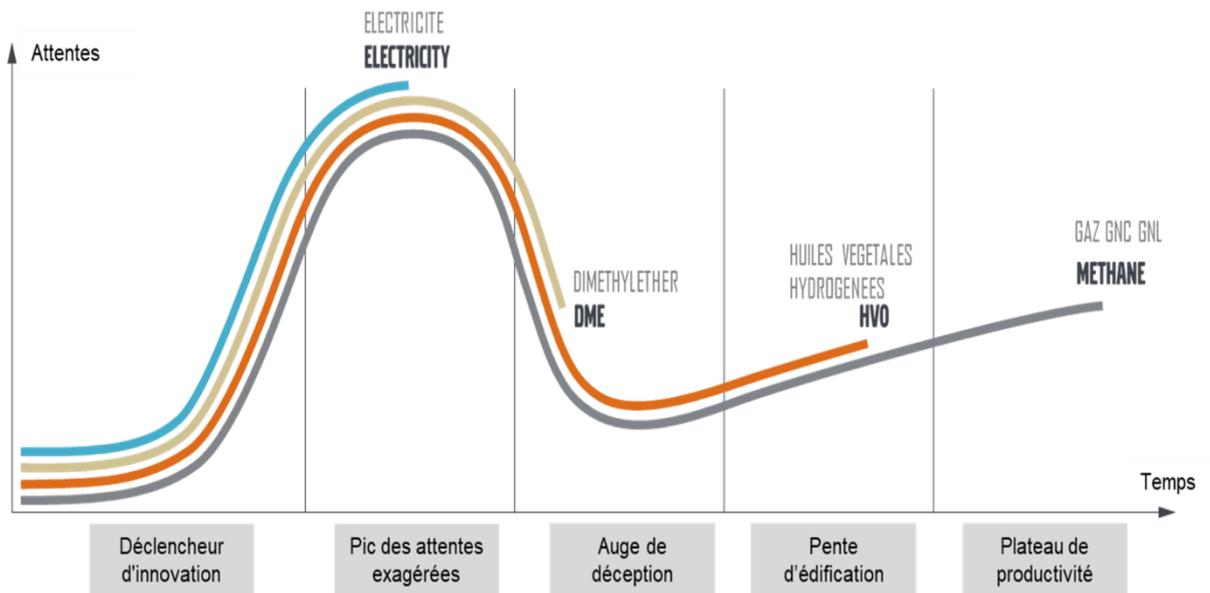
Source : Comité NeNm FNTF

- **Graphique des alternatives prometteuses :**

Ce tableau représente les étapes lorsque l'on découvre une énergie avec un potentiel :

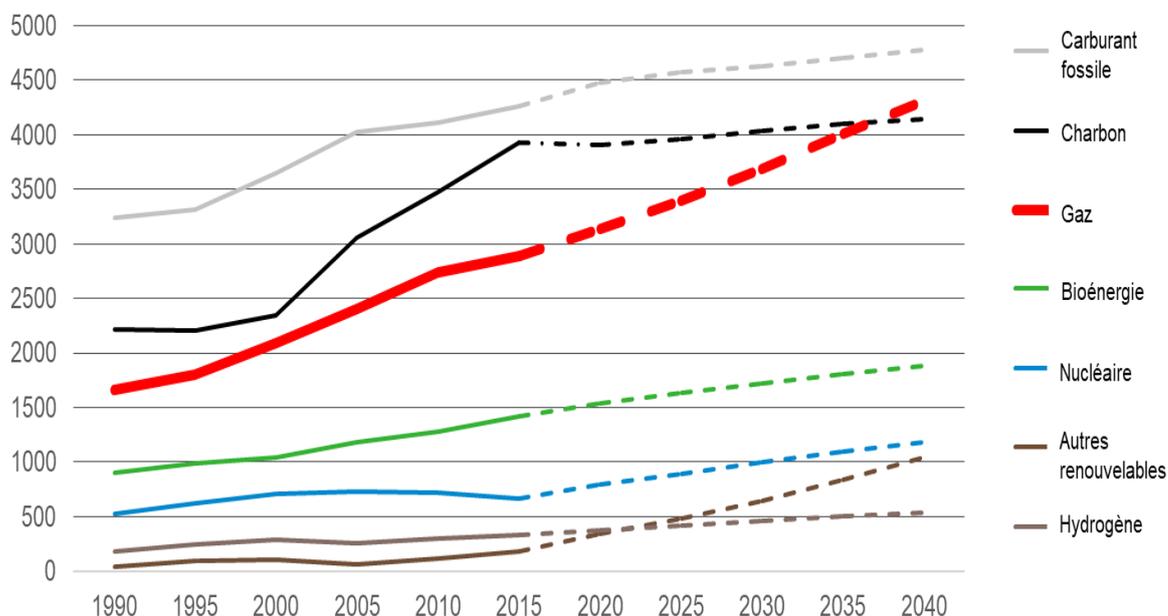
- Le déclencheur d'innovation : le commencement
- Le pic attente exagéré justifié par de grands espoirs (un délai indéterminé)
- Puis vient la période de déception dû à la perte d'illusion
- Pente d'édification : la maturité technique et la montée en puissance
- Le plateau de productivité : la mise en production industrielle

Notez que le méthane est passé par toutes ces étapes et que l'électricité est à ce jour au pic d'espoirs.



Source : Eiffage/Comité NeNm FNTF

- **Courbes relatives à la demande énergétique mondiale :**



Source : Eiffage/Comité NeNm FNTF

Ce qu'il faut retenir :

A ce jour, aucune énergie ne répond seule à tous les besoins. Le mix énergétique reste l'orientation de transition pour décarboner la profession progressivement.

#### IV. LE RETROFIT, UNE AUTRE SOLUTION

Le retrofit se présente comme une solution vertueuse de réutilisation des véhicules et matériels TP. Il participe fortement à la réduction des émissions.

Le retrofit peut se définir comme une remotorisation de l'existant pour l'usage d'une autre énergie (par exemple le passage d'une motorisation thermique à une motorisation électrique).

Le retrofit d'un véhicule implique une homologation et celui d'une machine nécessitera au préalable, une analyse de risque détaillée avec un dossier pour auto-certification.

## 1. Rétrofit électrique

Une étude de l'ADEME de mars 2021 conforte avec des données chiffrées, une baisse des émissions globale de CO<sub>2</sub>, pour le r2trofit électrique.

D'ailleurs [l'arrêté du 13 mars 2020](#) autorise le rétrofit électrique et définit les conditions de transformation des véhicules à motorisation thermique en motorisation électrique.

Pour une efficacité maximale et une installation sécurisée sur les véhicules, l'arrêté prévoit les dispositions techniques et administratives pour homologuer ces transformations.

Les véhicules thermiques éligibles à la transformation électrique sont les suivants :

- Les voitures, véhicules utilitaires (fourgons spéciaux), camions (poids lourd), bus et cars de plus de cinq ans ;
- Les deux et trois roues motorisées de plus de trois ans.

### Ce qu'il faut retenir :

L'arrêté du 13 mars 2020 autorise la conversion des véhicules de plus de 5 ans, sans l'accord du constructeur. Et pour convertir un véhicule de moins de 5 ans il faudrait l'accord du constructeur.

## 2. Rétrofit gaz

Des réflexions sont en cours sur des conversions de camion porteur 19-26 tonnes avec des équipements spécifiques comme des poly-bennes avec grues.

Les véhicules thermiques identifiés à la transformation gaz naturel sont les suivants :

- Voitures et véhicules utilitaires léger avec moteur à essence (voir avec Borel industrie à Grenoble ou RM Gaz en région Parisienne)
- Véhicules utilitaires (fourgons spéciaux à forte valeur ajouté) : un minimum 50 véhicules identiques est nécessaire ;
- Camions poids lourds (16-19-26 tonnes) de type porteur plateau grue, tribenne, ampliroll grue ayant un long empattement
- Tombereaux articulés
- Hors TP : agricole (tracteur, télescopique)

Autres éventualités : Chariots élévateurs aux GPL peuvent être converti au GNV avec un budget raisonnable

Quant au rétrofit GNV/BioGNV dans le domaine fluvial et ferroviaire, il semblerait que des projets soient en cours. Et pour les véhicules et les engins, les réflexions mènent à penser que les rétrofits sont possibles à condition de recourir à la massification. Pour exemple, il faut à minima une quarantaine de tombereaux (même profil) pour engager un projet de rétrofit durable et économique.

### 3. Rétrofit hydrogène

Des études sont en cours et elles sont suivies par le comité NeNm.

#### Ce qu'il faut retenir :

Le rétrofit peut être une solution supplémentaire de transition si les décideurs politiques encouragent son développement et accompagnent sa structuration en conséquence.

Tout véhicule (premier de série) possédant une carte grise, ayant subi une conversion, après une étude de faisabilité, se verra contrôlé par un organisme agréé dans le but d'obtenir une nouvelle autorisation de circuler (l'homologation) afin de posséder une nouvelle carte grise.

Plusieurs acteurs réalisant le rétrofit sont identifiés, notamment le CRMT, RETROFLEET, FETIS-SECOM et ENEO pour des conversions de moteurs de véhicules, de camions et d'engins TP.

## V. LES BILANS INTERMEDIAIRES DES TRAVAUX DU COMITE NOUVELLES ENERGIES

### 1. Bilan 1 : Les constats

Contrairement au diesel, aucune des énergies propres ne peut répondre seule au besoin global.

A ce jour, l'absence, d'offres constructeurs pertinentes et de disponibilité en volume des énergies est simplement un constat décevant face à l'ambition politique.

A moins d'un développement radical, la gamme de matériels et de véhicules électriques disponibles et standardisés pour le TP n'est attendue que pour 2030.

Ensuite, la problématique de maillages conséquents des bornes d'avitaillements et les coûts d'acquisition des nouvelles motorisations propres freinent les engagements en termes d'investissement, en plus de l'incertitude sur l'énergie qu'il convient de choisir quant à la disponibilité des énergies.

Il est donc nécessaire d'avoir des solutions transitoires et durables qui permettent de décarboner progressivement les équipements d'ici 2030. Et l'usage des biocarburants et rétrofit semblent être des solutions de transition.

Il faut noter que le développement des technologies engendrera une forte demande en matériaux et en matière première pour assurer la transition énergétique. D'ailleurs, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) alerte dans sa newsletter du 5 mai 2021, sur l'augmentation des futurs besoins en minerais (cuivre, Zinc, Nickel, terres rares, Lithium, Chrome, Graphite, etc.) sur le plan

mondial à l'horizon 2040. Les filières impactées seraient le secteur de la production d'électricité (Eolien, solaire, Nucléaire...) et le secteur de la construction de véhicules (conventionnels et électriques).

## 2. Bilan 2 : Les premiers leviers à actionner

Dans l'attente de solutions matures, la profession et les organisations industrielles peuvent dès à présent travailler sur plusieurs leviers pour entamer leur trajectoire bas-carbone.

Les entreprises peuvent agir en répertoriant dans leurs parcs, les matériels les plus polluants et identifier les solutions applicables (usage de biocarburants, biodiesel, bioGNV, recourt au rétrofit) compte tenu des points d'avitaillement disponibles, pour réduire les émissions dans l'attente de renouveler l'ensemble de leurs matériels.

Bien que l'état ouvre la porte au rétrofit électrique (via l'arrêté du 13 mars 2020), cette filière doit se développer et atteindre un certain niveau de maturité pour être accessible et viable économiquement, tout en considérant bien sûr les difficultés de ravitaillement et l'autonomie.

Quant aux biocarburants, les politiques doivent alléger les règles d'usage et les constructeurs (via l'homologation) doivent également se porter garant des moteurs. Abaisser les vignettes Crit'Air actuelles de certains biocarburants (HVO et B100) au niveau d'une vignette Crit'Air 1, permettrait la circulation (limitée dans le temps) de certains véhicules sans entrave dans les zones à faibles émissions mobilité (ZEFm).

Des initiatives publiques ou privées d'expérimentations sont également des voies vertueuses. Ces expérimentations portent sur des tests de biocarburants sur des motorisations compatibles et sur la modification de moteurs thermiques (remotorisation) pour l'usage d'une nouvelle énergie (électrique, gaz, ou à l'hydrogène). Il faut les promouvoir car elles sont nécessaires pour identifier les solutions les plus pertinentes et enfin lancer un plan d'engagement de la profession pour accompagner les entreprises dans le verdissement progressif de leurs parcs. **Il est primordial de poursuivre ces expérimentations sur l'ensemble du territoire national pour recueillir des indicateurs pertinents et efficaces.**

## 3. Bilan 3 : Les deuxièmes leviers à actionner

La fiscalité appliquée sur ces énergies alternatives, les aides cumulables à l'acquisition de nouveaux matériels sont des leviers sur lesquels nous devons porter une grande attention et si possible de les faire évoluer.

Une détaxation des carburants vertueux doit être également prévue, afin de ramener leur coût à celui du carburant habituel (gazole). Il conviendrait notamment d'aligner la fiscalité du HVO sur celle du B100 à condition qu'ils soient produits par une filière locale vertueuse. Par exemple TICPE réduite pour les agrocarburants sans changement d'affectation des sols et TCIFE à zéro pour les biocarburant avancés (B100, HVO, bioGNV) issue de déchets.

Concernant le suramortissement, le projet de loi de finance 2021 (adopté le 13 novembre 2020) prolonge jusqu'au 31 décembre 2024, le dispositif pour les véhicules de plus de 2,6 tonnes qui utilisent une énergie moins polluante. Pour les motorisations GNV, BioGNV, ED95 (avec plus de 90 % d'alcool éthylique d'origine agricole), B100 exclusif, électrique et hydrogène, on considère en 2020 :

- un suramortissement de 120 % pour les VUL (2,6 à 3,5 tonnes) ;
- un suramortissement de 160 % pour les véhicules lourds (3,5 à 16 tonnes) ;
- un suramortissement de 140 % pour les autres véhicules lourds (supérieur à 16 tonnes).

**La collaboration entre les collectivités locales, les acteurs économiques et les opérationnelles** est nécessaire afin de favoriser un transport urbain de marchandises décarboné, économe en énergie et économique pour tous. Cette collaboration contribuera à la réduction de contraintes réglementaires relatives tests (bio carburants et rétrofits) et au déploiement des stations d'avitaillements (électrique, gaz, ou à l'hydrogène).

**Le TCO** (Total Cost of Ownership = coût total de possession) est un indicateur important sur lequel il faut agir pour donner plus de visibilité aux utilisateurs dans la phase avant-projet d'investissement. De nouveaux outils technologiques tels que des calculateurs de TCO se développent. Certains sont plus spécifiques aux métiers comme l'outil TCO2 initié par l'ADEME et réalisé par l'IFPEN. Il est question d'un outil d'aide à la décision d'achat de véhicules poids lourds, qui permettra de comparer différentes gammes de véhicules (12, 19 et 40 tonnes) et différentes technologies disponibles à l'achat : diesel, GNC, GNL, biodiesel, biogaz, hybride et électrique.

Notez ces gammes de véhicules 12, 19 et 40 tonnes concernent le secteur du transport routier de marchandises et des profils sont manquants. Alors, le comité Logistique de la FNTP (lors de sa dernière réunion en mars 2021) a demandé l'intégration de deux profils de camion porteurs 6x4 et 8x4 (les plus utilisés dans les entreprises) dans cet outil. Un devis de la modélisation de ces profils TP est donc demandé par la commission Technique et Innovation de la FNTP avant décision.

D'autres outils sont développés par les fournisseurs d'énergies pour comparer les utilisations de différentes énergies sur un même matériel.

## VI. CONCLUSION

**Le comité « Nouvelles énergies et nouvelles motorisations » poursuivra ses travaux afin de fournir des informations pertinentes aux entreprises désireuses de mettre en place un modèle de décarbonation pour leurs mobilités. Un accompagnement sera également assuré dans les premières stratégies de transformation et de verdissement des parcs matériels de la profession via des projets de développement, de retrofit et de tests de carburants alternatifs sur les moteurs. Les entreprises qui se sont déjà engagées dans le verdissement de parcs seront de nouveau sollicitées pour témoigner de leurs expérimentations finalisées. Divers acteurs du secteur élargi seront interrogés (constructeurs...).**

**La prochaine étape ciblera l'avitaillement (le foncier, le maillage sur le territoire), l'usage des énergies alternatives (B100, XTL, Bio GNV, Electricité...) et l'offre constructeurs ainsi que les aides dédiées.**

**Dans 6 mois, un prochain bilan sera réalisé sur l'évolution de la mobilité propre en vue des objectifs visés par la profession sur les 3 jalonnements (2020-2025, 2025-2030 et 2030-2050).**

### REMERCIEMENTS

**Nous tenons à remercier tous les acteurs (entreprises TP, syndicats de spécialités, FRTP, constructeurs, fournisseurs et distributeurs d'énergies, les organisations professionnelles...) pour leurs contributions aux travaux du comité NeNm. Ce groupe de travail est ouvert à tout contributeur, vous êtes donc invité à le rejoindre.**

# FNTP.FR



**Fédération Nationale des Travaux Publics**  
3 rue de Berri - 75008 PARIS

Contact Direction Technique et Innovation :  
dtr4@fntp.fr

**Comité nouvelles énergies et  
nouvelles motorisations**

NOTE DE SYNTHÈSE

édition 2021



**ACTEURS  
POUR LA PLANÈTE**

LES TRAVAUX PUBLICS