

REFERENCES

Note NP/GOP/2017-...
Notes DGSGC de 2012, 2013 et 1016

1. VEHICULES ELECTRIQUES (VE) ET HYBRIDES ELECTRIQUES (VeH)

Un feu de batterie Haute Tension (HT) entraîne le dégagement de gaz inflammables et **s'apparente visuellement à une fuite de gaz enflammée (sans pression)**.

Pour les VE ou VeH utilisant la technologie de la pile à combustible, le réservoir d'hydrogène (H2) soumis à un feu peut exploser si les dispositifs de sécurité sont défaillants. En fonctionnement normal, ces **dispositifs thermofusibles** libèrent le gaz sous pression lorsqu'ils sont soumis à un incendie, créant une **torchère** (continue, bruyante et très peu visible) ou plus rarement un nuage de gaz explosif.

Principe de lutte contre un feu de VE et VeH

Au delà de l'extinction classique de l'habitacle, **il s'agit de refroidir rapidement la batterie HT** pour éviter l'emballement des cellules ou l'inflammation de l'électrolyte. Si l'emballement ou l'inflammation a eu lieu, il faut « noyer » l'intérieur de la batterie en apportant une grande quantité d'eau par le biais des déformations, fissures ou de la fonte de la trappe thermofusible équipant certains rares modèles.

Pour un véhicule H2, **il s'agit d'éviter le risque majeur** à savoir la surpression du réservoir ou l'effet « lacher de soupape » **en refroidissant le réservoir d'hydrogène** (action prioritaire par rapport au refroidissement de la batterie HT). Les dispositifs thermofusibles sont calibrés pour libérer la totalité du gaz en 1 à 3 minutes. Si la torchère s'est déclenchée, ne pas « souffler » la flamme.



La stratégie d'extinction d'une batterie dépend de sa technologie

Type de batterie		Stratégie d'attaque
Batteries Li-ion (Lithium-ion) avec trappe thermo-fusible	→	Noyage batterie (extinction facilitée)
Batteries Li-ion (Lithium-ion) sans trappe thermo-fusible	→	Refroidissement / noyage batterie (extinction difficile par interstices dus à la déformation de la batterie)
Batteries LMP (Lithium Métal Polymère)	→	Protection environnement (extinction impossible)

Dans les 2 derniers cas, l'utilisation d'une grande quantité d'eau sera prévisible

En cas de réaction violente à l'eau (de type feu de métaux), il pourra s'agir soit de la présence de **lithium métal au sein de la batterie (technologie utilisée par les véhicules BLUECUB)** soit de la présence d'**aluminium ou magnésium** utilisé dans la fabrication du véhicule.



L'emploi de la caméra thermique est préconisée pour un feu de VE/VeH.

Dans le cas d'un véhicule H2, la caméra thermique permet de visualiser la torchère.

Sur une batterie non emballée thermiquement	→	La caméra thermique permettra de s'assurer de la décroissance thermique et donc de l'absence d'emballement thermique
Sur une batterie emballée thermiquement	→	La caméra thermique permettra de s'assurer de l'arrêt de l'emballement thermique



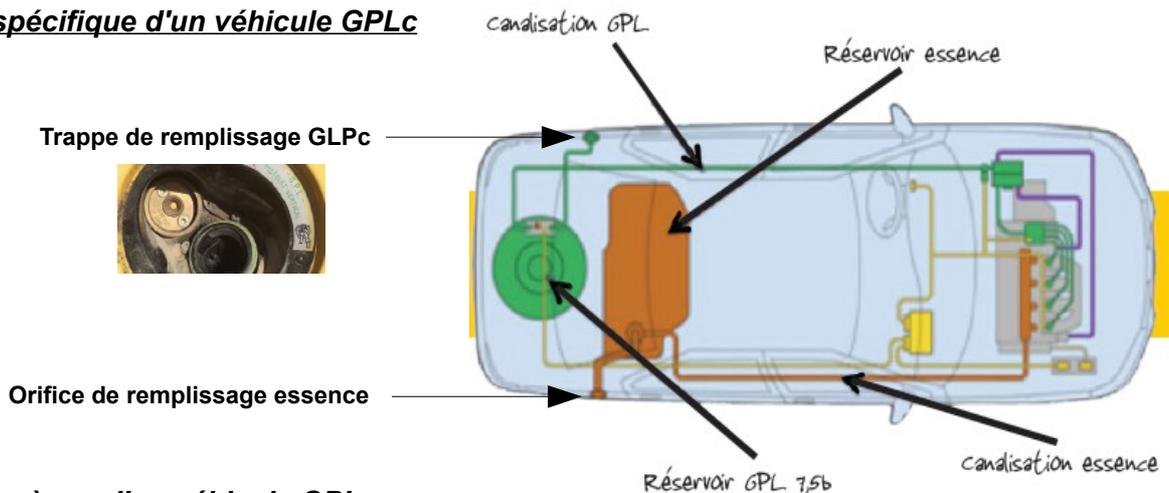
INTERDICTION, en phase de déblai, de toucher les éléments HT (batterie et câbles)

2. VEHICULES GPLc

Le GPLc (pour Gaz de Pétrole Liquéfié carburant) est un **mélange de propane et de butane liquéfié sous pression**. A température ambiante, le produit est **stocké à 7,5 bars, en phase liquide, même s'il existe toujours une phase gazeuse en partie haute du réservoir** (en acier, de forme cylindrique).

Les véhicules peuvent être à simple carburation GPLc ou à bicarburation essence-GPLc. Dans ce 2^{ème} cas, la carburation GPLc a été ajoutée à la carburation traditionnelle. La carburation GPLc intéresse particulièrement les VL même si elle peut équiper certains PL ou transports en commun.

Équipement spécifique d'un véhicule GPLc



Sécurité intrinsèque d'un véhicule GPLc

Réservoirs en acier

Dispositifs de sécurité

Électro-vanne
(sécurité par défaut)

Certains réservoirs possèdent en plus un **thermo fusible** (Passé 110°C : fonte du témoin et évacuation du gaz)

Ouverture soupape si la pression interne est supérieure à 27 bars



VL sur ses roues
Torchère en phase gazeuse
Cycles réguliers



VL sur le toit
Torchère en phase liquide
en continu

La torchère se déclenche par cycle : la soupape s'ouvre quand la pression dépasse 27 bars et se ferme quand la pression diminue en dessous de cette valeur.

La torchère se déclenche en continu car la soupape aura du mal à se refermer après le passage du liquide même si la pression du réservoir diminue.

Principe de lutte contre un feu de véhicule GPLc

Tant que la température et la pression du réservoir de GPLc n'ont pas été abaissées par un refroidissement, la survenance d'une **torchère** se déclenchant par cycle (le temps que la pression du réservoir diminue) est normale, avec un jet enflammé de 10/15 mètres à l'ouverture de la **soupape**.

La tactique d'intervention consiste à **refroidir en priorité le réservoir de gaz à l'aide d'une première lance et anticiper sur la survenue de la torchère. L'établissement de la deuxième lance doit permettre l'extinction de l'habitacle.**



Comme pour tout type de fuite de gaz enflammée : **au déclenchement de la torchère, il faut protéger les enjeux éventuels menacés.**

Même si la soupape s'est ouverte, le réservoir n'est pas forcément vide à l'issue de l'extinction du feu de véhicule. Aussi, des **relevés d'explosimétrie** peuvent être nécessaires **lors de la phase de déblais** (risque de légère fuite au niveau de la soupape qui aura perdu son étanchéité).

En cas de réaction violente à l'eau (de type feu de métaux), il pourra s'agir de la présence d'**aluminium ou magnésium** utilisé dans la fabrication même du véhicule (chassis, carrosserie, jantes, bloc moteur,...)



En cas de défaillance de la soupape, l'explosion (BLEVE) du réservoir est à prévoir dans le cas d'un feu généralisé !!!

Face à ce risque et **si les sapeurs-pompiers n'ont pas été témoins du déclenchement de la soupape, le refroidissement du réservoir doit se faire à distance** (portée de lance en jet diffusé d'attaque). Une fois le flux thermique considérablement diminué, les binômes pourront poursuivre leur progression en direction du véhicule pour parfaire l'extinction.

En l'absence d'enjeu menacé et si les sapeurs-pompiers n'ont pas été témoins du déclenchement de la soupape, on peut :

- préparer le dispositif hydraulique,
- surveiller,
- **envisager de laisser brûler** pour ne pas exposer inutilement le personnel.



L'emploi de la **caméra thermique** est préconisée pour faciliter le contrôle du refroidissement du réservoir.
Après son refroidissement, un réservoir de GPL ne peut pas éclater.

3. VEHICULES GNV

Le GNV (pour Gaz Naturel véhicule) est du gaz naturel de ville (**97 % de méthane**) qui est stocké sous forme gazeuse à **une pression de stockage de 200 bars** (comprimé).

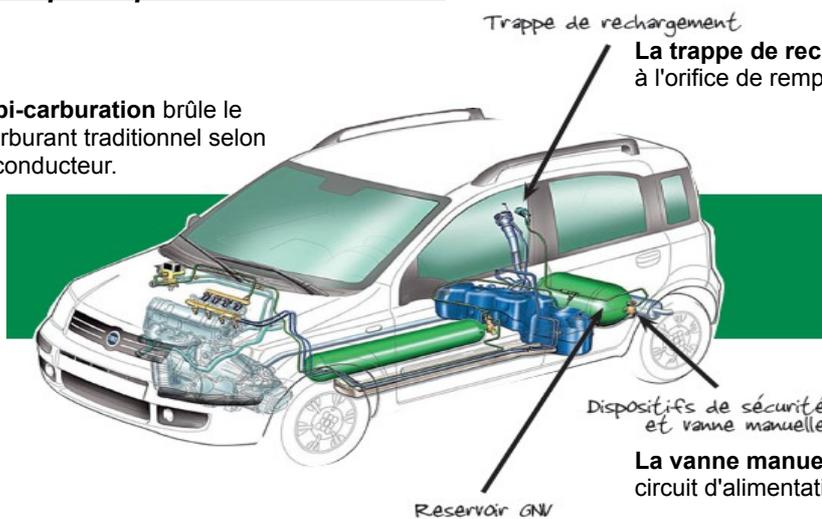
Pour gagner en autonomie, la plupart des véhicules dits GNV sont majoritairement équipés d'un moteur bi-carburant :

- Gaz + gazole pour les PL et les bus,
- Gaz + essence pour les VL.

Le nombre de VL au GNV en circulation est très faible (peu de stations de remplissage).
Les 3/4 de la flotte des bus de Bordeaux Métropole utilise le GNV comme carburant.

Equipement spécifique d'un véhicule GNV

Le moteur bi-carburant brûle le gaz ou le carburant traditionnel selon le choix du conducteur.



Sur les PL, les réservoirs GNV sont généralement situés sur les côtés (bas de caisse).

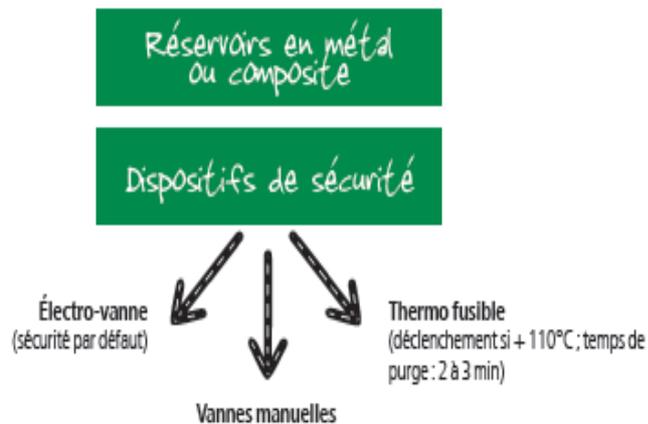


Réservoirs GNV



Ils sont positionnés en partie haute sur les bus.

Sécurité intrinsèque



La réglementation n'impose pas de doubler la sécurité sur un réservoir GNV. **Le thermofusible installé sur une extrémité de réservoir peut ne pas se déclencher** si l'agression thermique se fait à l'opposé, ce qui peut entraîner une fragilisation de l'enveloppe, une montée en pression et explosion du réservoir.

Principe de lutte contre un feu de véhicule GNV

Si le feu n'est pas généralisé au véhicule, procéder si possible à la **fermeture manuelle des vannes** pour isoler le réservoir du reste du circuit d'alimentation.

Tant que la température et la pression du réservoir de gaz n'ont pas été abaissés par un refroidissement : la survenance d'une **torchère continue** (en phase gazeuse) est normale, avec un jet enflammé de 10/15 mètres à l'ouverture du thermofusible.

La tactique d'intervention consiste à **refroidir en priorité le(s) réservoirs de gaz à l'aide d'une première lance et anticiper sur la survenue de la torchère. L'établissement de la deuxième lance doit permettre l'extinction de l'habitacle.**

Comme pour tout type de fuite de gaz enflammée : **au déclenchement de la torchère, il faut protéger les enjeux éventuels menacés.** Même si le fusible thermique s'est ouvert, le réservoir de gaz n'est pas forcément vide à l'issue de l'extinction du feu de véhicule. Aussi, des **relevés d'explosimétrie** peuvent être nécessaires **lors de la phase de déblais.**

En cas de réaction violente à l'eau (de type feu de métaux), il pourra s'agir de la présence d'**aluminium ou magnésium** utilisé dans la fabrication même du véhicule (chassis, carrosserie, jantes, bloc moteur,...)

En cas de défaillance du thermofusible, l'explosion du réservoir est à prévoir dans le cas d'un feu généralisé !!!

Face à ce risque et **si les sapeurs-pompiers n'ont pas été témoins du déclenchement du thermofusible, le refroidissement du réservoir doit se faire à distance** (portée de lance en jet diffusé d'attaque). Une fois le flux thermique considérablement diminué, les binômes pourront poursuivre leur progression en direction du véhicule pour parfaire l'extinction.

En l'absence d'enjeu menacé et si les sapeurs-pompiers n'ont pas été témoins du déclenchement de la torchère, on peut :

- préparer le dispositif hydraulique,
- surveiller,
- **envisager de laisser brûler** pour ne pas exposer inutilement le personnel.

L'emploi de la **caméra thermique** est préconisée pour faciliter le contrôle du refroidissement du réservoir. **Après son refroidissement, un réservoir de gaz ne peut pas éclater.**

4. PROCEDURES OPERATIONNELLES COMMUNES A TOUS TYPES DE VL A CARBURATION ALTERNATIVE

La note NP/GOP/2013-463 prévoit l'engagement d'1 EP6 pour un feu de véhicule électrique, GPLc ou GNV.



Si le premier engin à l'adresse est 1 EP4, le moyen hydraulique sera prioritairement utilisé pour :

1. Enrayer la propagation aux tiers si un enjeu est directement menacé
2. Refroidir le réservoir de gaz ou la batterie haute tension
3. Extinction de l'habitacle : le BAT reste placé à 10 m, en JDA (jet diffusé d'attaque), en attendant les renforts.



L'eau est à privilégier pour le refroidissement du réservoir de gaz ou la batterie haute tension.
La mise en œuvre des lances n'occasionne pas de fragilisation des réservoirs.

L'emploi d'additif peut être utilisé pour :

- parfaire l'extinction de l'habitacle,
- éteindre une nappe d'hydrocarbure au sol.

Principe général de l'action des 2 lances en simultanée

A portée de lance en jet droit, l'intérieur de l'habitacle est visé en premier par les deux lances. En l'absence de réaction violente, les 2 BAT poursuivent leur progression en jet diffusé d'attaque :

- la 1^{ère} lance dite lance « statique » procède au refroidissement de la source d'énergie,
- la 2^{ème} lance dite lance « dynamique » procède à l'extinction de l'habitacle en commençant par l'arrière jusqu'à remonter vers le bloc moteur.

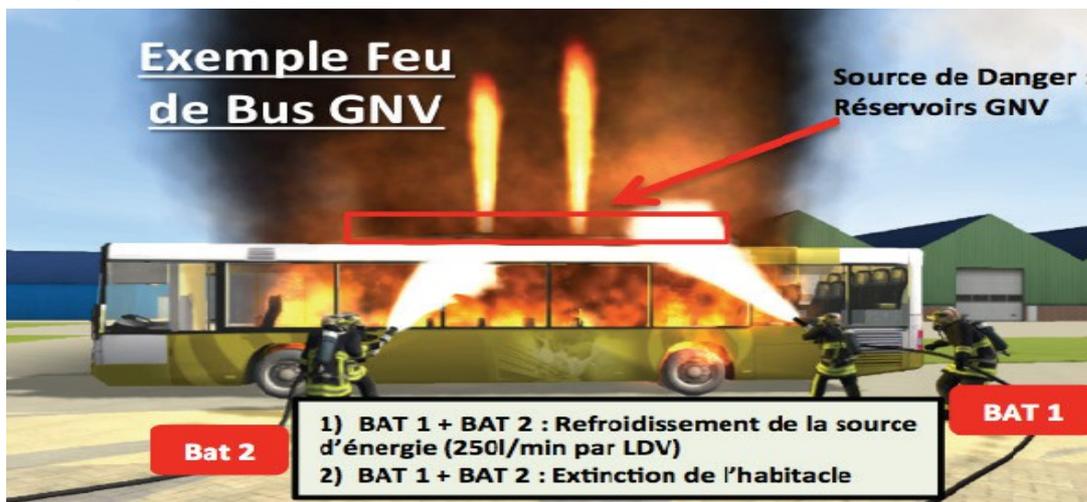


L'opération est considérée comme terminée quand :

- la décroissance thermique de la (des) batterie(s) ou du (des) réservoir(s) de gaz a été contrôlée au moyen de la caméra thermique
- les relevés d'explosimétrie indiquent des valeurs nulles,
- les personnes chargés de l'enlèvement ont été informés du type d'énergie du véhicule soit directement par le COS, soit par l'intermédiaire des forces de l'ordre.

5. TECHNIQUE D'ATTAQUE D'UN FEU DE BUS OU DE POIDS LOURDS

Après avoir protégé les enjeux directement menacés, les 2 BAT privilégieront dans un 1^{er} temps le refroidissement des stockages d'énergie pour ensuite procéder à l'extinction de l'habitacle (une lance pour la partie avant et une pour la partie arrière).



Pour un feu généralisé de bus ou de PL, l'alimentation de l'engin-pompe est indispensable. Le renforcement des moyens hydrauliques est à prévoir rapidement.