**2026PN011- VMI-LRS**

LIGNES 15-16-17

**Étude et fourniture de rames LRS pour la maintenance des infrastructures des lignes 15, 16 et 17 du Grand Paris Express**

# 2026PN011 - VMI-LRS : Rames LRS

## AAPC – Annexe 2 : Note descriptive

CONFIDENTIALITE C1 Ce document est la propriété de la Société des grands projets. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

## Émetteur

| DATE | INDICE | SUIVI DES MODIFICATIONS |
|---|---|---|
| **13/10/2025** | 1 | Première édition |
| **28/09/2026** | 2 | Mise à jour du document |
| | | |
| | | |

## Références

**Code GED : PN1209_12_ACT_ADM_005906_2**
**Nom du fichier : PN1209_12_ACT_ADM_005906_01 _ VMI-LRS - AAPC Annexe 02_Note descriptive**

| 1567 | 00000 | TTT | G54 | PN1209 | 12 | ACT | ADM | 005907 | 02 | 02 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SECTEUR | OBJET | NIVEAU | SPECIALITE | EMETTEUR | DISCIPLINE | PHASE | TYPE DOC | N° INCREMENTATION GED | IND. GED | IND. INTERNE EMETTEUR |



Classification : Public

# SOMMAIRE


**1. Définitions et abréviations ..... 4**

1.1. Abréviations ..... 4

1.2. Définitions ..... 6

**2. Présentation du projet ..... 7**

2.1. Contexte général ..... 7

2.2. Création des lignes 15, 16, 17 et 18 ..... 8

2.3. Périmètre du mainteneur des infrastructures ..... 8

**3. Objectif du document et temporalité ..... 9**

**4. Présentation des VMI-I ..... 10**

4.1. Généralités ..... 10

4.2. Objet du marché 2026PN011 VMI-LRS ..... 11

4.2.1. Environnement ..... 13

4.2.2. Ergonomie, accessibilité et standardisation ..... 13

**5. Caractéristiques techniques et fonctionnelles ..... 13**

5.1. VMI-I LRS ..... 13

5.1.1. Convoi Rame LRS de barres de 180 m : formation et caractéristiques techniques 13

5.1.2. Le système de chargement/déchargement ..... 14

5.2. Les Matériels Roulants ..... 14

5.2.1. Longueur élémentaire d'un VMI-I ..... 14

5.2.2. Caractéristiques techniques des Locotracteurs ..... 14

5.3. Les convois ..... 15

5.3.1. Formation(s) des convois LRS ..... 15

5.3.2. Energie des convois LRS ..... 15

5.3.3. Conduites sous supervision des automatismes de conduite ..... 15

5.4. Gabarit ..... 16

5.5. Norme Feu/Fumée ..... 16

5.6. Dispositions en vue d'assurer la protection ..... 16

5.7. Dispositions constructives ..... 17



Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

**6. Intégration .....17**

6.1. INTEGRATION DE L'ENSEMBLE DES ELEMENTS DES MARCHES VMI-I 1, 3 ET 6 DANS LES CONVOIS ..... 17

6.2. Intégration des VMI-LRS du présent marché dans le système GPE ..... 18

**7. Autres dispositions .....19**

7.1. Traçabilité des exigences ..... 19

7.2. Le développement durable appliqué aux VMI-I ..... 19

7.3. Innovation ..... 20

**8. Livraison et transfert en gestion technique.....20**

**9. Essais d'intégration.....21**

**10. Soutien Logistique Intégré (SLI).....21**

**11. FMDS .....23**

11.1. FMD ..... 23

11.2. Démarche sécurité ..... 23

**12. Normes.....24**


## Liste des figures


Figure 1 - Schéma représentatif du futur réseau Grand Paris Express (www.societedesgrandsprojets.fr ) ..... 7

Figure 2 - Schéma générique des interfaces liées à GO5.4 ..... 18

Figure 3 - Schéma du développement durable : à la confluence de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable » ..... 19


## Liste des tableaux


Tableau 1 : Acronymes ..... 4

Tableau 2 : Liste des VMI-I par marché ..... 10

Tableau 3 : Caractéristiques Locotracteurs ..... 14



Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

# 1. Définitions et abréviations

## 1.1. ABREVIATIONS

Les acronymes spécifiques à ce document sont les suivants :

**Tableau 1 : Acronymes**

| Acronyme | Description |
|---|---|
| **AC** | Automatisme de Conduite |
| **AMOG** | Assistance à Maitrise d'Ouvrage Générale |
| **AAPC** | Avis d'Appel Public à la Concurrence |
| **ASL** | Analyse Soutien Logistique |
| **CCTP** | Cahier des Clauses Techniques Particulières |
| **CCV** | Coût de Cycle de Vie (LCC en anglais - Life Cycle Cost) |
| **CFa** | Courant Faible |
| **DCE** | Dossier de Consultation des Entreprises |
| **EMMST** | Emballage, Marquage, Manutention, Stockage, Transport |
| **FdC** | Fil de Contact |
| **FMD** | Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité |
| **FMDS** | Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité et Sécurité |


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

| | |
|---|---|
| **GMAO** | Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur |
| **GO** | Groupe d'Ouvrage |
| **GO5.4** | Désigne l'ensemble des véhicules de maintenance des infrastructures d'intervention (VMI-I) sur les lignes 15,16,17 du GPE. Il est constitué par les marchés ci-dessous :<br>- VMI-LOC : locotracteurs et wagons<br>- VMI-MOD : modules de maintenance<br>- VMI-IA : véhicule de Maintenance des Infrastructures d'Intervention pour l'Auscultation (wagon équipé pour l'auscultation des infrastructures)<br>- VMI-LRS : wagons aménagés pour les convois de Longs Rails Soudés (LRS) ainsi que son module de chargement et déchargement (le présent marché) |
| **GOA1** | « Grade of Automation » de niveau 1 |
| **GOA4** | « Grade of Automation » de niveau 4 |
| **GPE** | Grand Paris Express |
| **LAMC** | Lorry Automoteur de Maintenance de la Caténaire |
| **LARC** | Liste des Articles Réparables et Consommables |
| **LRS** | Long Rail Soudé |
| **MOA** | Maitrise d'Ouvrage (SGP) |
| **MOE** | Maitrise D'œuvre |
| **MOE S** | Maitrise d'OEuvre Systèmes (EGIS/SETEC) |
| **MRV** | Matériel Roulant Voyageur |
| **MTBF** | Mean Time Between Failures |
| **MTTR** | Mean Time To Repair |
| **OPEX** | Dépenses d'Exploitation |
| **OQA** | Organisme Qualifié Agrée |
| **PAC** | Profilé Aérien de Contact |
| **PEMP** | Plateforme Elévatrice Mobiles de Personnes |
| **PRO** | Phase Projet |


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

| | |
|---|---|
| **RATP-Infra** | Régie Autonome des Transports Parisiens – Gestionnaire des infrastructures |
| **REX** | Retour d'EXpérience |
| **SGP** | Société des grands projets |
| **SLI** | Soutien Logistique Intégré |
| **SMI/SMR** | Site de Maintenance des Infrastructures / Site de Maintenance et Remisage |
| **STRMTG** | Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés |
| **URA** | Unité Réparable en Atelier |
| **URL** | Unité Réparable en Ligne |
| **VMI-I** | Véhicule de Maintenance des Infrastructures d'Intervention |

## 1.2. DEFINITIONS

**VMI-I** : désigne les Véhicule de Maintenance des Infrastructures – d'Intervention sur les lignes 15,16,17 du GPE (groupe GO5.4)

**Convoi** : Ensemble de VMI-I attelés, composé de Wagons porteurs, du VMI-IA ou de rames LRS, tractés et encadrés à minima par 1 Locotracteur (automotrice) et 1 Wagon Pilote (autoporteur).

**Convoi VMI-LRS :** constitué d'une rame LRS encadrée par 2 véhicules locotracteurs (automotrice) d'un côté et 1 un véhicule locotracteur à de l'autre. Le convoi VMI-LRS comporte également la solution de chargement / déchargement des rails sur chantier.

**Demi-convoi :** Convoi scindé en 2 parties en mode chantier.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

# 2. Présentation du projet

## 2.1. CONTEXTE GENERAL

Créée par la loi n° 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris, la Société des Grands Projets (SGP) est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial. Elle est définie comme MOA pour le Grand Paris Express (GPE).

La constitution du réseau de métro automatique du Grand Paris est présentée dans le I de l'article 2 de la loi du 3 juin 2010 relative au Grand Paris :

« Le réseau de transport public du Grand Paris est constitué des infrastructures affectées au transport public urbain de voyageurs, au moyen d'un métro automatique de grande capacité en rocade qui, en participant au désenclavement de certains territoires, relie le centre de l'agglomération parisienne, les principaux pôles urbains, scientifiques, technologiques, économiques, sportifs et culturels de la région d'Ile-de-France, le réseau ferroviaire à grande vitesse et les aéroports internationaux, et qui contribue à l'objectif de développement d'intérêt national fixé par l'article 1er (…)».

Le Grand Paris Express (GPE) prévoit la réalisation de 200 kilomètres de métro, représentant quatre nouvelles lignes, le prolongement de deux lignes et comprend soixante-huit gares.

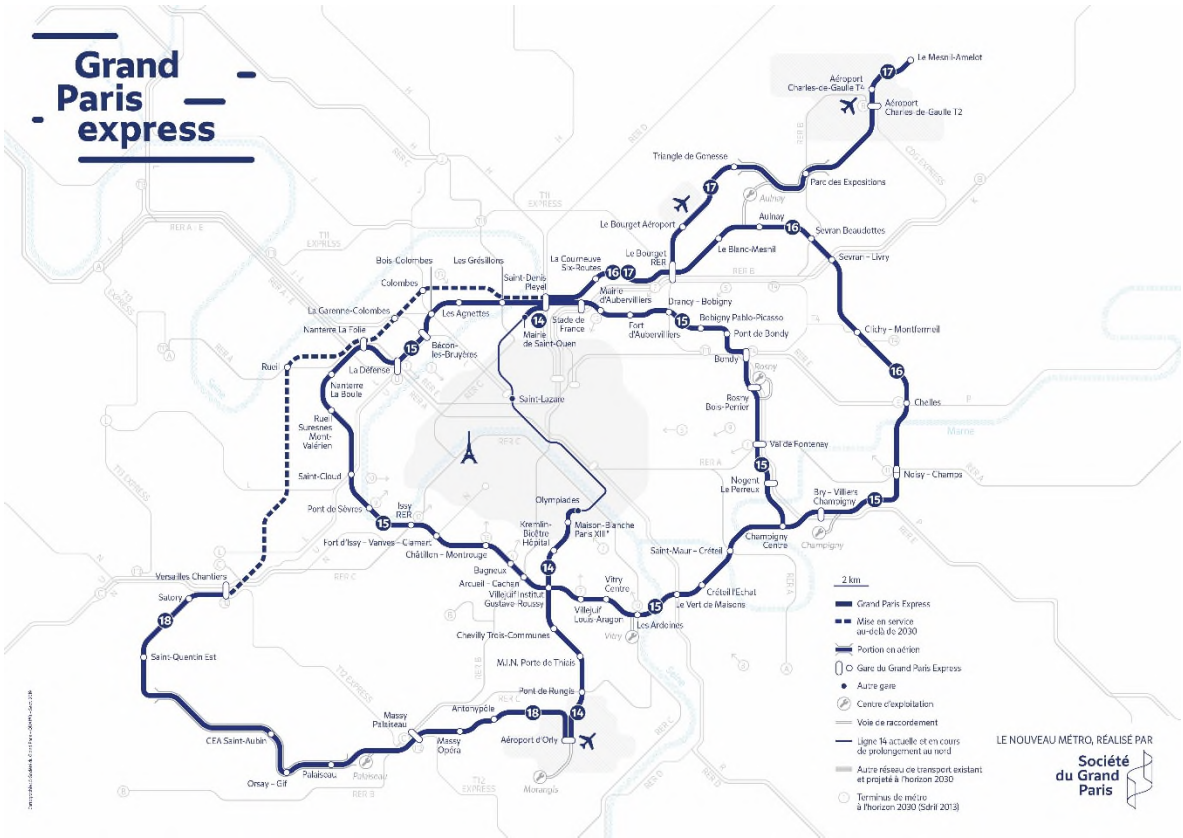



*Figure 1 - Schéma représentatif du futur réseau Grand Paris Express (www.societedesgrandsprojets.fr )*


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

## 2.2. CREATION DES LIGNES 15, 16, 17 ET 18

Le Grand Paris Express (GPE) prévoit la création des lignes 15, 16, 17 et 18 du réseau de métro d'Ile-de-France :

- La **ligne 15** composée des sections Noisy-Champs – Villejuif IGR – Pont de Sèvres (tronçon « 15 sud »), Pont de Sèvres – La Défense – Saint-Denis Pleyel (tronçon « 15 ouest ») et de la section Saint- Denis Pleyel – Rosny Bois-Perrier – Champigny Centre (tronçon « 15 est »). La ligne 15 assure tout particulièrement la désaturation des réseaux de transport en commun en cœur d'agglomération.
- La **ligne 16** est composée de la section Saint-Denis Pleyel – Le Bourget RER – Noisy-Champs. Elle contribue au désenclavement de l'est de la Seine-Saint-Denis, est en correspondance avec les radiales ferrées desservant la Seine-et-Marne (RER A, RER E, RER B lignes Transilien) et permet une liaison directe vers les pôles du Bourget et de la Plaine Saint-Denis.
- La **ligne 17** est composée de la section Saint-Denis Pleyel – Le Bourget RER – Le Mesnil-Amelot. Elle comporte un tronc commun avec la ligne 16, entre Saint-Denis Pleyel et Le Bourget RER. La ligne 17 assure notamment la desserte des territoires du Bourget, de Gonesse et du Grand Roissy, en les reliant directement à la Plaine Saint-Denis.
- La **ligne 18** relie la plate-forme d'Orly à Versailles Chantiers. Elle comprend 10 gares dans sa phase de réalisation pour une mise en service à l'horizon 2030.

La SGP doit acquérir des Véhicules de Maintenance des Infrastructures d'Intervention (VMI-I) tel que ce terme s'entend au sens du décret n°2012-365 du 14 mars 2012 modifié par le décret n°2017-400 du 27 mars 2017, destinés à assurer la maintenance préventive et corrective des systèmes et infrastructures des lignes 15, 16 et 17. La ligne 18 est hors du périmètre du présent marché.

Les VMI-I seront remisés et maintenus aux SMI (Vitry, Rosny et Aulnay) et seront préparés en journée en vue d'assurer les opérations de maintenance préventive planifiées de nuit sur des plages de l'ordre de 3h30. Pour cela, les convois préparés doivent être en mesure de rejoindre les zones de chantiers derrière les derniers trains voyageurs.

## 2.3. PERIMETRE DU MAINTENEUR DES INFRASTRUCTURES

Le législateur a désigné RATP Infrastructures comme gestionnaire technique des infrastructures des lignes 15, 16 et 17. À ce titre, il deviendra l'exploitant/mainteneur des VMI-I, la SGP demeurant propriétaire.

Le périmètre de l'exploitant/mainteneur des infrastructures des lignes 15, 16 et 17 couvre l'ensemble des infrastructures du GPE, les systèmes du transport (voie, énergie, ventilation/désenfumage en tunnel, automatismes de conduite, épuisement en voie, RMS, Radio exploitant, etc.), les ouvrages annexes ainsi que le gros œuvre des gares (bâtiment nu).

Ne rentre pas dans le périmètre de l'exploitant/mainteneur des infrastructures la maintenance du Matériel Roulant Voyageur, qui sera assurée par les exploitants ainsi que l'ensemble des


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

systèmes électromécaniques et relatifs à la communication en gare (billettique, vidéosurveillance, contrôle d'accès, informations voyageurs, sonorisation et façades de quai par exemple).

L'exploitant/mainteneur des infrastructures se voit mettre à disposition les moyens logistiques de bonne exécution de la maintenance des lignes 15, 16 et 17, notamment les VMI et les SMI.

L'exploitant/mainteneur des infrastructures aura également la charge de la maintenance de ces équipements de maintenance (VMI-I ainsi que le SMI).

# 3. Objectif du document et temporalité

Dans le cadre du marché 2026PN011 de la Société des Grands Projets, cette note descriptive annexée à l'Avis d'Appel Public à la Concurrence (AAPC) présente les caractéristiques fonctionnelles et techniques des équipements du présent marché en vue du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) qui devrait être communiqué au deuxième semestre 2026, la notification du marché étant prévue entre le T3 2027 et le T1 2028.

**Toutes les informations se trouvant dans cette note pourront être amenées à évoluer et seront figées dans le DCE.**

À titre indicatif et prévisionnel, les premières livraisons devraient être attendues à partir de 2031.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

# 4. Présentation des VMI-I

Les VMI-I empruntent le réseau pour les besoins de travaux de maintenance ou de renouvellement (par exemple : transport de matériaux tels les rails, remplacement de la ligne aérienne de contact, nettoyage des rails, du tunnel ou des isolateurs, reprofilage des rails, injection de béton pour consolider le tunnel, …), principalement hors service voyageurs (travail de nuit).

## 4.1. GENERALITES

Les VMI-I comprennent les équipements suivants :

**Tableau 2 : Liste des VMI-I par marché**

| MARCHES VMI-I | DESIGNATION |
|---|---|
| **Marché VMI-LOC (En cours d'exécution)** | Locotracteur |
| | Wagon Pilote |
| | Wagon Porteur |
| **Marché VMI-MOD (En cours d'exécution)** | Modules Type 0 (génie civil, déroulage, élévateur) |
| | Modules Type 1 (NHP, aspirateur, citerne) |
| | Modules Type 2 (grue, nacelle) |
| | Modules Type 3 (personnel/capotage, outillage/intervention d'urgence) |
| | Lorry Automoteur de Maintenance de la Caténaire (LAMC) |
| **Marché VMI-IA (En cours d'exécution)** | VMI-IA : véhicule d'auscultation |
| **VMI-LRS (Marché présenté ici)** | Wagons LRS |
| | Module de chargement et déchargement |


CONFIDENTIALITÉ C1
Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

De façon générique, la conception des VMI-I doit viser les objectifs suivants :

- Optimisation des temps impartis aux chantiers : temps de préparation du véhicule ou du chantier, temps de déplacement jusqu'à la zone de chantier, temps d'intervention sur le chantier (par exemple, en prévoyant des dispositifs de protection par rapport à la ligne aérienne de contact permettant de travailler en toute sécurité sous tension) ;
- Forte disponibilité opérationnelle attendue (robustesse des équipements, redondances, etc…) afin de garantir en fin de chantier un retour au SMI avant l'ouverture à l'exploitation ;
- Efficacité des interventions et réduction du personnel à bord ;
- Un développement soutenable de solutions économiquement optimisées, axées sur la sécurité des utilisateurs et ambitieuse en termes d'impacts sur l'environnement ;
- Maintien de la propreté de la plateforme des voies.

## 4.2. OBJET DU MARCHE 2026PN011 VMI-LRS

Le périmètre du présent marché concerne les VMI-I LRS et comprend :

- Les prestations générales de management de projet, de coordination et de traitement des interfaces ;
- La rédaction de tous les documents généraux et spécifiques pour l'organisation et la réalisation de toutes les prestations d'étude (y compris les interfaces avec les systèmes du Grand Paris Express) et de fourniture des rames LRS et du module de chargement/déchargement en fonctionnement en convoi avec le matériel roulant utilisé du réseau du Grand Paris Express (Locotracteurs, automatismes de conduite…) ;
- Les études générales, les études détaillées (y compris CEM, cybersécurité...), les études Fiabilité, Maintenabilité & Disponibilité (FMD), les études de sécurité, les essais de qualification et notes de calculs relatives à la bonne réalisation des prestations du marché ;
- Les études pour la fabrication des rames LRS et du module de chargement/déchargement, comprenant les contrôles et essais en usine, les essais sur base d'essais ainsi que les livraisons, essais et réceptions sur les sites du Grand Paris Express ;
- La fourniture et la livraison des rames LRS et du module de chargement/déchargement ;
- La logistique et les moyens techniques sur le SMI après livraison ;
- Les essais sur matériaux, équipements, sous-systèmes ou convois, en statique ou dynamique, en laboratoire, usine, sur voie d'essais ou site client, nécessaires à la validation et la qualification des rames LRS, y compris simulation usine des interfaces fonctionnelles avec les locotracteurs ;
- L'étude et la fourniture des éléments de soutien logistique pour l'exploitation et la maintenance des rames LRS (pièces de rechange, outillages et formation du personnel de RATP Infrastructures et de l'Intégrateur Général) ;


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

- La réalisation de l'ensemble des essais et la fourniture des dossiers nécessaires à l'obtention des autorisations à circuler sur les lignes 15-16-17 du GPE et sur le RFN ;
- La contribution aux essais de démonstration d'intégration (avec les intégrateurs généraux, le gestionnaire du réseau ou autres) et à la marche à blanc concernant les objets du présent marché ;
- Le maintien en condition opérationnelle des équipements jusqu'à leur réception ;
- Les prestations concernant la période de garantie des matériels sur le SMI d'Aulnay, Vitry et de Rosny et la gestion d'obsolescence des fournitures du marché ;
- La fourniture de la documentation des rames LRS et de leurs éléments de soutien logistique ainsi que sa mise à jour. L'obligation de fourniture de la documentation est applicable également aux éventuels sous-traitants du Titulaire ;
- La réalisation des études dans le cadre de l'autorisation de mise sur le marché des rames LRS sur le RFN (Autorisation de Mise sur le Marché auprès de l'EPSF et des organismes compétents) et leur autorisation de circulation suivant le décret STPG ;
- La méthodologie adaptée à l'utilisation des rames LRS sur les chantiers LRS des lignes 15, 16 et 17 du Grand Paris Express.

Les rames LRS s'intégrant au sein des VMI-I répondront aux besoins de soutien logistique pour couvrir la totalité de la maintenance des systèmes et des infrastructures. Le gestionnaire des infrastructures sera en charge de la maintenance des VMI-I. À ce titre, le Titulaire du marché devra suivre les prescriptions du DCE en matière de Soutien Logistique Intégré (SLI) ; il n'y aura pas de prestation de maintenance au titre du présent marché en dehors de celles incombant au Titulaire en phase de garantie.

Sont donc exclus, en tant que fourniture, de ce même marché, les éléments, ci-dessous objet d'autres marchés :

- Les matériels roulants (locotracteurs, wagons pilote et wagons porteurs) ;
- Les modules de maintenance (citerne, grue, transport de personnel, soudure, …) ;
- Les Véhicules de Maintenance des Infrastructures d'Intervention pour l'Auscultation (VMI-IA) ;
- Le train de reprofilage des rails (de fourniture RATP Infrastructures) ;
    - Les prestations de maintenance des infrastructures qui seront assurées par l'exploitant/mainteneur ;
    - Les prestations de maintenance des rames LRS en dehors de celles incombant au Titulaire en phase de garantie ;
    - Les études et la fourniture des équipements d'automatismes de conduite qui seront installés dans les VMI-I (groupe d'ouvrage n°4) ;
    - Les équipements de communication qui seront installés dans les VMI-I (groupe d'ouvrage n°2).


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

### 4.2.1. Environnement

Les VMI-LRS devront répondre aux exigences de contribution de la réduction des émissions polluantes en ville et la réduction de l'empreinte carbone, par l'interdiction de toute forme de motorisation thermique. Le recours à des solutions basées sur des générateurs thermiques pour des systèmes auxiliaires devra être justifié et accepté par la MOA pour un nombre limité d'applications.

### 4.2.2. Ergonomie, accessibilité et standardisation

L'ergonomie des VMI-LRS sera considérée comme un facteur favorable en vue de réduction de la pénibilité au travail des mainteneurs.
Afin de maîtriser les coûts de possession des VMI-I LRS, l'accessibilité, la maintenabilité et la standardisation des solutions envisagées constituant les VMI-LRS devront guider les règles générales de conception du candidat.

# 5. Caractéristiques techniques et fonctionnelles

## 5.1. VMI-I LRS

Les convois LRS ont pour mission de soutenir les chantiers de renouvellement de longs rails soudés. Les rames LRS doivent avoir une capacité pour transporter des barres jusqu'à 180m.

Ces rames LRS devront être capables de sortir du réseau du Grand Paris Express et emprunter le RFN pour aller chez le fournisseur de rails, encadrées par une (ou des) locomotive(s) ferroviaire(s) (hors marché VMI-I) en lieu et place des locotracteurs (VMI-LOC) du GPE.

Le Titulaire du marché devra participer à l'obtention des autorisations de circulations sur le RFN et traiter les interfaces avec les locomotives employées sur le RFN.

### 5.1.1. Convoi Rame LRS de barres de 180 m : formation et caractéristiques techniques

La longueur maximale d'un convoi rame LRS transportant des barres de 180 m est de 270 m décomposé comme suit :

- Longueur locotracteur (VMI-LOC) : 18m x 3,
- Longueur totale rames LRS : 216 m (attelages encadrants inclus),

La rame LRS devra être en mesure de charger ou décharger sans consignation caténaire les fils de rail en tunnel.

Il est attendu que cette rame puisse contenir au minimum 21 files de rail.

Le convoi sera composé de tous les équipements nécessaires à la bonne réalisation des missions qui lui sont incombées.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

### 5.1.2. Le système de chargement/déchargement

Seul un système de chargement/déchargement longitudinal est autorisé dans le cadre du présent marché. Le système devra disposer de sa propre source d'énergie embarqué permettant d'assurer son autonomie pendant les opérations de chargement ou de déchargement.

## 5.2. LES MATERIELS ROULANTS

Il est à noter que les fournitures précisées ci-dessous sont en dehors du périmètre du présent marché, les informations ne sont données qu'à titre indicatif et seront confirmées dans le DCE et lors de l'exécution du présent marché.

### 5.2.1. Longueur élémentaire d'un VMI-I

La charge maximale admissible par essieu est de 22.5 tonnes, l'empattement des bogies doivent être comprise entre 2000mm et 2700mm, postulat pris en donnée d'entrées de dimensionnement des infrastructures par les autres marchés du GPE.

### 5.2.2. Caractéristiques techniques des Locotracteurs

Les Locotracteurs ont pour mission principale de manœuvrer les Wagons porteurs avec modules ainsi que les rames LRS et permettre la formation des convois aux centres de maintenance de Vitry, d'Aulnay et de Rosny (SMI VI/CEA/Rosny). Le remisage du VMI LRS pourra se faire également sur le site de Nanterre La folie. Les Locotracteurs servent principalement à pousser/tracter les convois depuis les SMI vers les lieux des chantiers et vice versa. Ils permettent enfin de couvrir la fonction d'encadrement des convois via les fonctions intégrées des automatismes de conduite embarqués. Leur usage est mutualisé pour l'ensemble des VMI-I.

**Tableau 3 : Caractéristiques Locotracteurs**

| Désignation | Valeur |
|---|---|
| **Longueur** | 18 m (tampon à tampon) |
| **Largeur** | 2.70 m |
| **Hauteur** | 4,036 m |
| **Charge à l'essieu (max)** | 22.5 t |
| **Masse totale (max)** | 90 t |
| **Puissance traction** | 900 Kw |


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

## 5.3. LES CONVOIS

### 5.3.1. Formation(s) des convois LRS

La formation d'un « convoi » de VMI-I se fait dans les SMI en fonction de l'opération de maintenance ou travaux à effectuer sur les chantiers. Dans tous les cas de figure, ce « convoi » sera constitué de locotracteurs, de wagons servant de transport aux LRS et du système de chargement et déchargement.

Les entrées et sorties sur le réseau ferré national (RFN) se feront sur le SMI de Rosny.

### 5.3.2. Energie des convois LRS

Les convois LRS seront alimentés par les locotracteurs encadrant le convoi. Cela peut se faire de 2 façons différentes :

- Soit par l'intermédiaire de la caténaire
- Soit par un système de stockage d'énergie embarquée intégré sur le Locotracteur.

En acheminement, l'énergie électrique disponible pour le convoi est majoritairement issue de la caténaire (1 000 A sous 1 500 V par pantographe).

En mode chantier, le VMI-LRS devra disposer de sa propre source d'énergie embarquée pour assurer ses besoins lors des opérations de chargement et déchargement ainsi que pour les besoins d'alimentation des systèmes auxiliaires (éclairage, ...).

### 5.3.3. Conduites sous supervision des automatismes de conduite

Le matériel roulant voyageur sera exploité en conduite entièrement automatique type GOA4. Cependant, du fait de l'absence de signalisation latérale et du besoin de supervision par les automatismes de conduite, (parce qu'intégrés au carrousel voyageur), les VMI-I seront en interface directe et forte avec les automatismes de conduite pour assurer une conduite manuelle type GOA1.

Les tables de vitesse en exploitation des VMI-I sont les suivantes :

- En acheminement, l'objectif étant d'être acheminé le plus rapidement possible sur la zone de chantier de sorte à utiliser la plage maximale de travaux de 3h30 par nuit
- En zone de chantier, les vitesses sont définies afin d'être compatibles avec les niveaux de linéaire à réaliser par nuit et par activité.

Ainsi :

- En acheminement, la vitesse maximale est limitée à 30 km/h.
- En mode chantier, la vitesse maximale est comprise entre 2,5 et 5km/h pour le Locotracteur.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

## 5.4. GABARIT

Du fait des particularités des lignes 15, 16 et 17, les VMI-I devront avoir un gabarit spécifique, issu du gabarit défini pour le MR Voyageur et prenant également en compte les contraintes opérationnelles de chantier.

La largeur des VMI-I sera limitée à 2700mm maximum, et devra s'inscrire dans l'enveloppe du gabarit dynamique défini pour le MR Voyageur ; confère la note de préconisations des gabarits du MR voyageur et des VMI-I de la ligne rouge « PN1209_06_ACT_NOT_000945_6 » annexée à ce document.
Une attention particulière sera à prendre en compte concernant le mouvement des VMI-I en mode chantier dans le tunnel et l'interface avec les trottoirs d'évacuation ou les systèmes installés en voie notamment.

Tous les équipements de maintenance doivent être maintenus en position repos garantie dans le gabarit VMI-I. Cette sécurité garantit qu'aucun équipement mobile ne peut venir heurter un système ou une personne dans le tunnel lorsque le véhicule est en mouvement.

## 5.5. NORME FEU/FUMEE

Les VMI-LRS devront être conformes à la norme NF EN 45 545.

La conception intrinsèque des modules devra être suffisante pour garantir le respect de la norme, sans recours à des systèmes tiers complémentaires de protection incendie.

## 5.6. DISPOSITIONS EN VUE D'ASSURER LA PROTECTION

Il est attendu de la part du titulaire de prendre toutes les mesures afin d'assurer la protection, notamment :

- Contre les risques électriques,
- Contre les risques mécaniques,
- Contre l'incendie,
- Contre les chutes,
- Contre les risques dus aux installations électriques aériennes sous tension,
- De la compatibilité électromagnétique,
- De la cybersécurité du GPE,
- Pour assurer la stabilité et la sécurité contre le déraillement,
- De la limitation du débattement des organes de travail,
- Pour assurer des solutions de secours favorisant le repliement des éléments mobiles en position de repos,
- Pour assurer les dispositions d'ergonomie des postes de travail,
- Pour assurer les dispositions de protection de l'environnement et des travailleurs (vibrations, acoustiques).


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

### 5.7. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Lors de la conception, le titulaire devra prendre des dispositions constructives concernant :

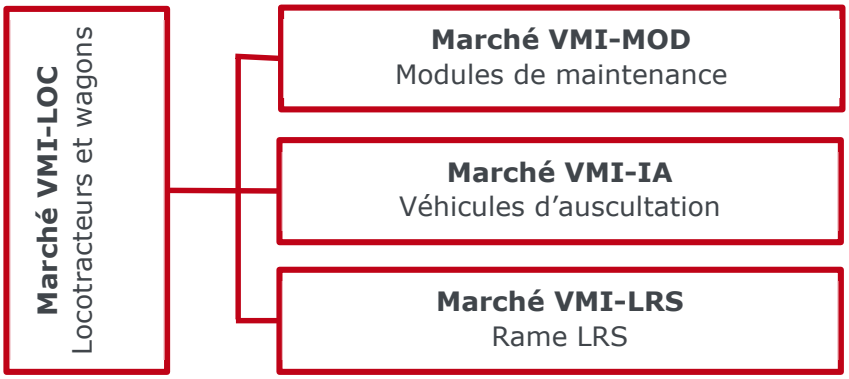
- Le coût cycle de vie opérationnel,
- Proposer des solutions éprouvées,
- D'accessibilité des agrès et des équipements,
- D'étanchéité,
- De montage,
- D'ergonomie,
- Contre la corrosion,
- Un nettoyage facilité,
- Des organes de service définis selon la directive machine 2006/42/CE,
- Enregistrements activité des VMI-I et d'aide à la maintenabilité,
- D'accessibilité aux cabines,
- D'interface Homme Machine,
- etc.

# 6. Intégration

### 6.1. INTEGRATION DE L'ENSEMBLE DES ELEMENTS DES MARCHES VMI-I 1, 3 ET 6 DANS LES CONVOIS

Le VMI-LRS devra être compatible avec les systèmes VMI déjà conçus et livrés. À ce titre, un dossier d'interfaces décrivant l'ensemble des composantes techniques à résoudre aux interfaces avec la fourniture VMI-LRS sera fourni au titulaire dans le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE), suivi d'une version consolidée lors de la phase d'exécution du marché. Le titulaire devra démontrer la bonne intégration du VMI-LRS avec les systèmes du Grand Paris Express et avec les convois VMI existants, en particulier avec les locomotives du GPE (mécaniques, pneumatique, électriques, fonctionnelles…) et ses contraintes d'automatismes (performances de freinage, …).


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.




## 6.2. INTEGRATION DES VMI-LRS DU PRESENT MARCHE DANS LE SYSTEME GPE

Les VMI-I doivent pouvoir circuler et permettre de travailler sur les voies principales, les voies secondaires, les faisceaux des SMI et SMR et l'ensemble des appareils de voie des lignes 15, 16 et 17. Ils doivent être adaptés à l'environnement généré par la voie, les quais, les signaux, et l'ensemble des équipements implantés sur l'emprise ferroviaire. Ils doivent être aptes à remplir leur mission en n'importe quel endroit du réseau.

Il est attendu que le titulaire fasse la démonstration de la bonne intégration de son système avec les autres systèmes identifiés dans le dossier d'intégration qui sera remis dans le DCE.

Les groupes d'ouvrage (GO) qui pourraient être en interface avec le Marché 2026PN011 sont :




| GO | Intitulé |
|---|---|
| **GO1** | Courants Forts |
| **GO2** | Courants Faibles |
| **GO4** | Automatismes de Conduite et Commandes Centralisées |
| **GO8** | Equipements Electromagnétiques (Ligne) |
| **GO9** | Voie Ferrée |
| **Infra** | Infrastructures |
| **SMI** | Site Maintenance |

*Figure 2 - Schéma générique des interfaces liées à GO5.4*


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

# 7. Autres dispositions

## 7.1. TRAÇABILITE DES EXIGENCES

Les pièces techniques du DCE suivront la démarche de gestion (ou traçabilité) des exigences afin d'assurer la bonne prise en compte par le titulaire du marché des exigences du DCE.

Ainsi, en phase d'exécution du marché, la gestion des exigences permettra de s'assurer que la définition des VMI-I par le titulaire couvre l'ensemble des exigences mères du contrat et de l'exploitant/mainteneur.

## 7.2. LE DEVELOPPEMENT DURABLE APPLIQUE AUX VMI-I

Il sera demandé au titulaire du marché de « penser » l'ensemble de la conception des VMI-LRS avec une stratégie conforme aux préconisations de la norme ISO 26 000, en considérant comme intangibles le respect « harmonieux » des 3 piliers du développement durable :

- Développement soutenant le critère « écologie »,
- Développement soutenant le critère « économique »,
- Développement soutenant le critère « social ».

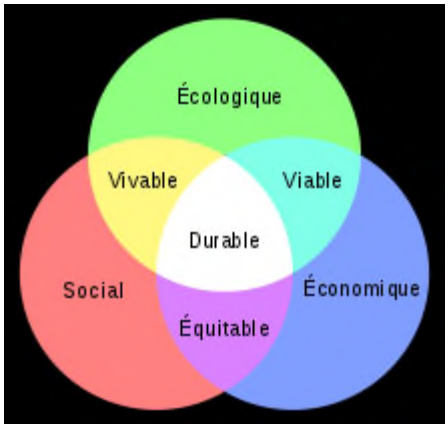



*Figure 3 - Schéma du développement durable : à la confluence de trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable »*

Les considérations environnementales porteront également sur le bruit (travaux en viaduc) et les vibrations au-delà des considérations de réduction de l'empreinte carbone et la réduction drastique des émissions polluantes en tunnel.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

### 7.3. INNOVATION

L'ensemble des choix techniques devra faire appel autant que possible à des solutions techniques déjà éprouvées et diffusées sur d'autres réseaux ferroviaires, afin de maîtriser les coûts et les performance FMDS (fiabilité/maintenabilité, disponibilité et sécurité).

Certaines spécificités du marché imposent néanmoins le déploiement de nouvelles solutions sur des trains travaux, comme l'interdiction au recours de motorisation thermique en tunnel.

Toute fonctionnalité complémentaire non standardisée sur le marché et qui relèverait d'une innovation de l'industriel pourra être suggérée par les soumissionnaires afin d'optimiser l'utilisation des VMI-I LRS, d'améliorer l'ergonomie générale ou de participer à la maitrise de risque de sécurité etc.

# 8. Livraison et transfert en gestion technique

La livraison des VMI-LRS s'effectuera sur les sites des SMI par voie routière ou ferroviaire La voie de déchargement sera déterminée en fonction des contraintes d'encombrement des véhicules. La méthode de livraison et lesite retenu seront définis avec l'industriel lors de l'exécution du marché.

La réception VMI-LRS se fera sous réserve de vérification du respect des exigences conformément au plan de gestion des exigences et à la conformité des essais et démonstration des performances (en voie, etc.). Le titulaire du marché devra réaliser et valider ses tests d'intégration avec les autres systèmes du GPE.

Le titulaire devra se conformer aux procédures préalables au transfert en gestion technique (remise des référentiels, formations, démonstration de maintenabilité concluantes, fourniture de pièces de rechanges et outillages, etc…).

Le titulaire devra se conformer aux procédures liées à la démonstration de sécurité de l'ensemble de ses fournitures (dossiers de sécurités, essais de sécurité, etc…).

Dans le cas d'essais insatisfaisants ou de non-conformité dans la documentation, un processus de traitement adéquat devra être mis en œuvre pour permettre d'aboutir à la mise en conformité des VMI-I avec les exigences du contrat et en cohérence avec les niveaux de flexibilité qui seront définis.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

# 9. Essais d'intégration

Les processus d'essais du Grand Paris Express sont définis ci-après et sont génériques pour l'ensemble des groupes d'ouvrage. Le Titulaire est tenu d'intégrer la validation de son système aux phases prévues pour le Grand Paris Express.

Le processus d'essais du Grand Paris Express est décomposé en 5 phases distinctes décrites ci-dessous :

- Phase 1 : Essais en usine,
- Phase 2 : Essais systèmes sur site,
  - Phase 2.1 : Essais d'installation sur site (équipements non alimentés),
  - Phase 2.2 : Essais de mise sous tension,
  - Phase 2.3 : Essais Systèmes statiques sur site,
- Phase 3 : Essais d'intégration de l'ensemble des systèmes sur site,
  - Phase 3.1 : Essais d'intégration statique (sans mouvement de train),
  - Phase 3.2 : Essais d'intégration dynamique (avec mouvement de train(s)),
- Phase 4 : Essais de Validation du Système de Transport,
- Phase 5 : Marche à blanc.

Les essais d'intégration incluent les essais CEM et Cybersécurité.

# 10. Soutien Logistique Intégré (SLI)

Les VMI-LRS doivent être conçus et réalisés en intégrant une démarche de soutien logistique intégré (SLI), conformément aux méthodes définies dans la norme NF EN 60300-3-12.

Le SLI consiste à prendre en compte, de manière structurée, les différentes composantes du soutien logistique dès les phases de conception pour s'assurer d'une cohérence globale permettant de livrer des systèmes maintenables pendant leur durée de vie, dans le respect des objectifs de performance Fiabilité Maintenabilité Disponibilité (FMD) du marché et de coûts prévisionnels de maintenance.

Des analyses de soutien logistique devront être produites pour assurer que l'ensemble des candidats à la maintenance des VMI-I disposeront des ressources adéquates sur l'ensemble du cycle de vie de l'équipement.

Les spécifications des moyens SLI devront garantir, en complément aux dispositions constructives, la capacité de maintien des conditions opérationnelles des VMI pendant 40 ans de l'ensemble du VMI-LRS.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

Le DCE portera une attention particulière sur l'ensemble des composantes du soutien logistique intégré permettant au futur exploitant/mainteneur de réaliser à minima les niveaux de maintenance 1 à 3, notamment (liste non exhaustive) :

- Données d'analyse de soutien logistique :
  - Les arborescences logistiques,
  - Le(s) plan(s) de maintenance (intégrant notamment les données de sécurité),
  - Les bases de données/documents ASL à destination de la GMAO du futur exploitant/mainteneur
  - Le dimensionnement et la fourniture des outillages, des moyens de tests, y compris les logiciels de maintenance des URL/URA,
  - Le dimensionnement et la fourniture des pièces de rechanges, des pièces d'usures, des consommables et des ingrédients pour la maintenance
  - Etc.
- Analyse et Rapport CCVO, ayant pour périmètre l'ensemble des coûts de maintenance préventive et curative sur la durée de vie des VMI-I
- Gestion de l'obsolescence : le Titulaire devra proposer un processus de gestion de l'obsolescence des composants, à travers notamment un observatoire de l'obsolescence de ses équipements et produits ainsi que ceux de ses fournisseurs,
- Documentation technique d'utilisation et de maintenance, y compris les procédures et moyens EMMST et des rechanges,
- Le processus de formation des mainteneurs, des opérateurs et la documentation de formation,
- Traçabilité des URL/URA en cohérence avec le système d'information de l'exploitant/mainteneur,
- Interventions SAV et contraintes de maintenance.

Enfin, une attention particulière est attendue tout au long du cycle de développement et de production quant à la bonne prise en compte et intégration, dans le respect des contraintes d'intégration propre à son environnement opérationnel (notamment des infrastructures et équipements industriels au SMI) des besoins de :

- Maintenabilité du matériel et de ses URL/URA,
- Testabilité du matériel et de ses URL/URA.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

# 11. FMDS

## 11.1.FMD

L'objectif de disponibilité et de qualité de service des lignes 15, 16 et 17 est élevé.

La disponibilité opérationnelle des fournitures du marché doit permettre la capacité de retourner au SMI en fin de chantier, au plus tard à 5h30, afin de libérer la ligne pour l'exploitation commerciale.

Les objectifs FMD des VMI-I sont alloués par sous-système sur la base des objectifs globaux exprimés dans les SBU (Spécifications Besoin Utilisateurs constituant le programme des VMI), et doivent être justifiés par retour d'expérience ou benchmark de parcs VMI en exploitation (avec des taux de sollicitation analogues à ceux du Grand Paris Express). À défaut d'un benchmark, des études FMD (calcul/modélisation FMD) devront être réalisées pour justifier l'atteinte des objectifs, les sources des données présentées devant être justifiées (REX ou calculs théorique).

Les données de REX FMD (MTBF, MTTR, disponibilité opérationnelle, etc.) présentées par le Titulaire devront être justifiées via un dossier spécifique recueillant le REX des équipements (nombre d'heures d'observation et taille de l'échantillon, éléments statistiques etc.)

L'atteinte des performances FMD spécifiées devra être démontrée lors de la phase de garantie.

La démarche générale de management de la FMD et les objectifs par VMI-I seront présentés dans le DCE.

## 11.2.DEMARCHE SECURITE

Le Titulaire doit établir, les dossiers de sécurité selon les normes EN50126, EN50128 et EN50129. Il produira le dossier de sécurité de ses propres fournitures (APR, AMDEC, études de sécurité spécifique…) et devra contribuer à la consolidation du dossier de sécurité du système VMI-I global.

Le titulaire doit porter une attention particulière au système de stockage d'énergie embarqué (batteries par exemple) assurant l'autonomie en énergie de son système de chargement/déchargement et vis-à-vis de la sécurité en tunnel.

Le titulaire du marché doit aussi garantir le respect du code du travail vis-à-vis des opérateurs de maintenance et de l'environnement.

La démarche générale de management de la Sécurité sera présentée dans le DCE.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.

# 12. Normes

Les VMI-I LRS doivent respecter :

- Les législations Françaises et européennes (décret 2019-525, décret STPG (2017-440), NF-EN45 545 - feu fumée, ...),
- Les normes et directives applicables à ce type de matériel (ex: directive machine, 15085, ...),
- Les dispositions spéciales applicables aux matériels de travaux publics ainsi que les normes et dispositions spéciales applicables aux engins de manutention.

Le DCE spécifiera les normes applicables aux VMI-LRS.


Ce document est la propriété de la Société des grands projets.
Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle faite sans l'autorisation préalable et écrite de la Société des grands projets est interdite.