

▼B**RÈGLEMENT (UE) N° 1301/2014 DE LA COMMISSION****du 18 novembre 2014****concernant les spécifications techniques d'interopérabilité relatives
au sous-système «énergie» du système ferroviaire de l'Union****(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)***Article premier***Objet**

La spécification technique d'interopérabilité (STI) relative au sous-système «énergie» du système ferroviaire de l'ensemble de l'Union européenne, telle qu'elle figure à l'annexe, est adoptée.

*Article 2***Champ d'application**

1. La STI s'applique à tout sous-système «énergie» nouveau, réaménagé ou renouvelé du système ferroviaire de l'Union européenne, tel que défini au ►**M2** point 2.2 de l'annexe II de la directive (UE) 2016/797 du Parlement européen et du Conseil ⁽¹⁾ ◀.

2. Sans préjudice des articles 7 et 8, et du point 7.2 de l'annexe, la STI s'applique aux nouvelles lignes ferroviaires dans l'Union européenne, qui sont mises en service à partir du 1^{er} janvier 2015.

3. La STI ne s'applique pas à une infrastructure existante du système ferroviaire de l'Union européenne qui est déjà mise en service sur tout ou partie du réseau de tout État membre le 1^{er} janvier 2015, sauf lorsqu'elle fait l'objet d'un renouvellement ou d'un réaménagement conformément à ►**M2** l'article 18 de la directive (UE) 2016/797 ◀ et au point 7.3 de l'annexe.

▼M2

4. La STI s'applique au réseau du système ferroviaire de l'Union tel qu'il est décrit à l'annexe I de la directive (UE) 2016/797, à l'exclusion des cas visés à l'article 1^{er}, paragraphes 3 et 4, de la directive (UE) 2016/797.

▼B

5. La STI s'applique aux réseaux dont les écartements nominaux de voie sont les suivants: 1 435 mm, 1 520 mm, 1 524 mm, 1 600 mm et 1 668 mm.

6. L'écartement métrique est exclu du champ d'application technique de la présente STI.

⁽¹⁾ Directive (UE) 2016/797 du Parlement européen et du Conseil du 11 mai 2016 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de l'Union européenne (JO L 138 du 26.5.2016, p. 44).

▼ M1**▼ B***Article 4***Cas spécifiques****▼ M2**

1. En ce qui concerne les cas spécifiques énumérés au point 7.4.2 de l'annexe, les conditions à respecter pour la vérification de la conformité avec les exigences essentielles établies à l'annexe III de la directive (UE) 2016/797 sont celles définies au point 7.4.2 de l'annexe ou dans les règles nationales en vigueur dans l'État membre autorisant la mise en service du sous-système couvert par le présent règlement.

▼ B

2. Dans les six mois à compter de l'entrée en vigueur du présent règlement, chaque État membre communique aux autres États membres et à la Commission les informations suivantes:

- a) les règles nationales visées au paragraphe 1;
- b) les procédures d'évaluation de la conformité et de vérification à accomplir pour appliquer les règles nationales visées au paragraphe 1;

▼ M2

- c) les organismes désignés pour accomplir les procédures d'évaluation de la conformité et de vérification en lien avec les règles nationales relatives aux cas spécifiques décrits au point 7.4.2 de l'annexe.

▼ B*Article 5***Notification des accords bilatéraux**

1. Les États membres notifient à la Commission, au plus tard le 1^{er} juillet 2015, tout accord national, bilatéral, multilatéral ou international existant entre des États membres et une ou des entreprises ferroviaires, des gestionnaires d'infrastructure ou des pays tiers, qui est requis du fait du caractère très particulier ou local du service ferroviaire visé ou qui permet des niveaux significatifs d'interopérabilité locale ou régionale.

Cette obligation ne s'applique pas aux accords déjà notifiés en vertu de la décision 2008/284/CE de la Commission.

2. Les États membres informent la Commission de tout projet d'accord ou de modification d'accords existants.

*Article 6***Projets à un stade avancé de développement****▼ M3**

L'article 7, paragraphe 2, de la directive (UE) 2016/797 s'applique.

▼B*Article 7***Certificat de vérification «CE»**

1. Un certificat de vérification «CE» d'un sous-système contenant des constituants d'interopérabilité sans déclaration «CE» de conformité ou d'aptitude à l'emploi peut être délivré pendant une période de transition expirant le 31 mai 2021, à condition que les exigences du point 6.3 de l'annexe soient respectées.

2. La production, le réaménagement ou le renouvellement du sous-système comprenant les constituants d'interopérabilité non certifiés sont achevés au cours de la période de transition fixée au paragraphe 1, y compris la mise en service.

3. Au cours de la période de transition prévue au paragraphe 1:

a) les raisons de la non-certification de tout constituant d'interopérabilité sont dûment déterminées par l'organisme notifié avant l'octroi du certificat «CE» en vertu de ►**M2** l'article 15 de la directive (UE) 2016/797 ◀;

b) en vertu de ►**M2** l'article 16, paragraphe 2, point d), de la directive (UE) 2016/798 du Parlement européen et du Conseil ⁽¹⁾ ◀ du Parlement européen et du Conseil, les autorités nationales chargées de la sécurité signalent l'utilisation de constituants d'interopérabilité non certifiés dans le contexte des procédures d'autorisation, dans leur rapport annuel visé à ►**M2** l'article 19 de la directive (UE) 2016/798 ◀.

4. À compter du 1^{er} janvier 2016, les constituants d'interopérabilité neufs sont couverts par la déclaration «CE» de conformité ou d'aptitude à l'emploi.

*Article 8***Évaluation de conformité**

1. Les procédures d'évaluation de la conformité, de l'aptitude à l'emploi et la vérification «CE» énoncées au point 6 de l'annexe sont fondées sur les modules établis dans la décision 2010/713/UE de la Commission ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Directive (UE) 2016/798 du Parlement européen et du Conseil du 11 mai 2016 relative à la sécurité ferroviaire (JO L 138 du 26.5.2016, p. 102).

⁽²⁾ Décision 2010/713/UE de la Commission du 9 novembre 2010 relative à des modules pour les procédures concernant l'évaluation de la conformité, l'aptitude à l'emploi et la vérification CE à utiliser dans le cadre des spécifications techniques d'interopérabilité adoptées en vertu de la directive 2008/57/CE du Parlement européen et du Conseil (JO L 319 du 4.12.2010, p. 1).

▼B

2. Les certificats d'examen de type ou de conception des constituants d'interopérabilité sont valables sept ans. Au cours de cette période, les nouveaux constituants de même type peuvent être mis en service sans nouvelle évaluation de la conformité.

3. Les certificats visés au paragraphe 2 qui ont été délivrés conformément aux exigences de la décision 2011/274/UE de la Commission (STI ENE RC) ou de la décision 2008/284/CE de la Commission (STI ENE GV) demeurent valables, sans qu'il soit nécessaire de procéder à une nouvelle évaluation de la conformité, jusqu'à la date d'expiration initialement fixée. Afin de renouveler un certificat, la conception ou le type sont réévalués uniquement au regard des exigences nouvelles ou modifiées qui sont établies à l'annexe du présent règlement.

*Article 9***Mise en œuvre**

1. Le point 7 de l'annexe contient les étapes à suivre pour la mise en œuvre d'un sous-système «énergie» totalement interopérable.

Sans préjudice de ►**M3** l'article 18 de la directive (UE) 2016/797 ◀, les États membres élaborent un plan national de mise en œuvre qui décrit les actions à réaliser pour se conformer à la présente STI, conformément au point 7 de l'annexe. Les États membres communiquent leur plan national de mise en œuvre aux autres États membres et à la Commission au plus tard le 31 décembre 2015. Les États membres ayant déjà communiqué leur plan de mise en œuvre ne sont pas tenus de le renvoyer.

▼M2

▼B

3. Les États membres remettent à la Commission, trois ans après l'entrée en vigueur du présent règlement, un rapport sur la mise en œuvre de ►**M3** l'article 18 de la directive (UE) 2016/797 ◀ concernant le sous-système «énergie». Ce rapport est examiné au sein du comité institué par l'article 29 de la directive 2008/57/CE et, s'il y a lieu, la STI figurant à l'annexe est adaptée.

▼M1

4. Outre la mise en œuvre du système au sol de collecte des données sur l'énergie décrit au point 7.2.4 de l'annexe et sans préjudice des dispositions du point 4.2.8.2.8 de l'annexe du règlement (UE) n° 1302/2014 de la Commission ⁽¹⁾, les États membres veillent à ce qu'un système de relevé au sol, capable de recevoir les données d'un tel système de collecte et de les accepter à des fins de facturation, soit mis en place au plus tard le 4 juillet 2020. Le système de relevé au sol doit pouvoir échanger des données compilées sur la facturation de l'énergie consommée avec d'autres systèmes de relevé, valider ces données compilées et attribuer correctement les données sur la consommation aux différentes parties. Cela se fait en tenant compte de la législation en vigueur concernant le marché de l'énergie.

⁽¹⁾ Règlement (UE) n° 1302/2014 de la Commission du 18 novembre 2014 concernant une spécification technique d'interopérabilité relative au sous-système «matériel roulant» — «Locomotives et matériel roulant destiné au transport de passagers» du système ferroviaire dans l'Union européenne (voir page 228 du présent Journal officiel).

▼B*Article 10***Solutions innovantes**

1. Pour suivre l'évolution technologique, il pourra être nécessaire d'avoir recours à des solutions innovantes qui ne satisfont pas aux spécifications figurant à l'annexe ou pour lesquelles les méthodes d'évaluation énumérées à l'annexe ne peuvent pas être utilisées.
2. Les solutions innovantes peuvent avoir trait au sous-système «énergie» ainsi qu'à ses parties et à ses constituants d'interopérabilité.
3. Si une solution innovante est proposée, le fabricant ou son mandataire établi dans l'Union indique en quoi elle s'écarte des dispositions pertinentes de la présente STI ou les complète et soumet la liste des divergences à la Commission pour analyse. La Commission peut demander à l'Agence de donner son avis sur la solution innovante proposée.
4. La Commission émet un avis sur la solution innovante proposée. Si cet avis est positif, les spécifications fonctionnelles et d'interface applicables et la méthode d'évaluation à inclure dans la STI pour permettre l'utilisation de cette solution innovante sont mises au point puis incorporées dans la STI à la faveur du processus de révision, conformément à ►**M2** l'article 5 de la directive (UE) 2016/797 ◀. Si l'avis est négatif, la solution innovante proposée ne peut pas être appliquée.
5. En attendant la révision de la STI, l'avis positif émis par la Commission est considéré comme un moyen acceptable d'assurer la conformité avec les exigences essentielles de ►**M2** la directive (UE) 2016/797 ◀ et peut être utilisé pour l'évaluation du sous-système.

*Article 11***Abrogation**

Les décisions 2008/284/CE et 2011/274/UE sont abrogées avec effet au 1^{er} janvier 2015.

Elles continuent cependant de s'appliquer:

- a) aux sous-systèmes autorisés conformément auxdites décisions;
- b) aux projets de sous-systèmes nouveaux, renouvelés ou réaménagés qui, à la date de publication du présent règlement, se trouvent à un stade avancé de développement ou font l'objet d'un contrat en cours.

*Article 12***Entrée en vigueur**

Le présent règlement entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au *Journal officiel de l'Union européenne*.

Il s'applique à compter du 1^{er} janvier 2015. Toutefois, une autorisation de mise en service peut être accordée conformément à la STI figurant à l'annexe du présent règlement avant le 1^{er} janvier 2015.

Le présent règlement est obligatoire dans tous ses éléments et directement applicable dans tout État membre.

*ANNEXE*

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction
 - 1.1. Champ d'application technique
 - 1.2. Champ d'application territorial
 - 1.3. Contenu de la présente STI
2. Description du sous-système «énergie»
 - 2.1. Définition
 - 2.1.1. Alimentation électrique de traction
 - 2.1.2. Géométrie de la ligne aérienne de contact (LAC) et qualité du captage de courant
 - 2.2. Interfaces avec les autres sous-systèmes
 - 2.2.1. Introduction
 - 2.2.2. Interfaces de la présente STI avec la STI «Sécurité dans les tunnels ferroviaires»
3. Exigences essentielles
4. Caractérisation du sous-système
 - 4.1. Introduction
 - 4.2. Spécifications fonctionnelles et techniques du sous-système
 - 4.2.1. (inutilisé)
 - 4.2.2. Paramètres fondamentaux caractérisant le sous-système «énergie»
 - 4.2.3. Tension et fréquence
 - 4.2.4. Performance du système d'alimentation électrique de traction
 - 4.2.5. Courant à l'arrêt
 - 4.2.6. Freinage par récupération
 - 4.2.7. Mesures de coordination de la protection électrique
 - 4.2.8. Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif
 - 4.2.9. Géométrie de la ligne aérienne de contact
 - 4.2.10. Gabarit du pantographe
 - 4.2.11. Effort de contact moyen
 - 4.2.12. Comportement dynamique et qualité du captage de courant
 - 4.2.13. Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact
 - 4.2.14. Matériau du fil de contact
 - 4.2.15. Sections de séparation de phases
 - 4.2.16. Sections de séparation de systèmes

▼B

- 4.2.17. Système au sol de collecte des données sur l'énergie
- 4.2.18. Moyens de protection contre les chocs électriques
- 4.3. Spécifications fonctionnelles et techniques des interfaces
 - 4.3.1. Exigences de portée générale
 - 4.3.2. Interface avec le sous-système «matériel roulant»
 - 4.3.3. Interface avec le sous-système «infrastructure»
 - 4.3.4. Interface avec le sous-système «contrôle-commande et signalisation»
 - 4.3.5. Interface avec le sous-système «exploitation et gestion du trafic»
- 4.4. Règles d'exploitation
- 4.5. Règles de maintenance
- 4.6. Qualifications professionnelles
- 4.7. Conditions relatives à la santé et à la sécurité
- 5. Constituants d'interopérabilité
 - 5.1. Liste des constituants
 - 5.2. Performances et spécifications des constituants
 - 5.2.1. Ligne aérienne de contact
- 6. Évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité et vérification «CE» des sous-systèmes
 - 6.1. Constituants d'interopérabilité
 - 6.1.1. Procédures d'évaluation de la conformité
 - 6.1.2. Application des modules
 - 6.1.3. Solutions innovantes pour les constituants d'interopérabilité
 - 6.1.4. Procédure d'évaluation particulière applicable au constituant d'interopérabilité LAC
 - 6.1.5. Déclaration «CE» de conformité du constituant d'interopérabilité LAC
 - 6.2. Sous-système «énergie»
 - 6.2.1. Dispositions générales
 - 6.2.2. Application des modules
 - 6.2.3. Solutions innovantes
 - 6.2.4. Procédures d'évaluation particulières pour le sous-système «énergie»
- 6.3. Sous-système contenant des constituants d'interopérabilité n'ayant pas fait l'objet d'une déclaration «CE»
 - 6.3.1. Conditions
 - 6.3.2. Documentation
 - 6.3.3. Maintenance des sous-systèmes certifiés conformément au point 6.3.1
- 7. Mise en œuvre de la STI «énergie»
 - 7.1. Plan national de mise en œuvre
 - 7.1.1. Règles de mise en œuvre pour la tension et la fréquence
 - 7.1.2. Règles de mise en œuvre pour la géométrie de la ligne aérienne de contact
 - 7.2. Application de la présente STI à un sous-système «énergie» nouveau

▼ B

- 7.3. Application de la présente STI à un sous-système «énergie» existant
 - 7.3.1. Critères de performance du sous-système
 - 7.3.2. Application de la STI
 - 7.3.3. Lignes existantes qui n'ont pas fait l'objet d'un projet de renouvellement ou de réaménagement
 - 7.3.4. Vérifications de la compatibilité de l'itinéraire préalables à l'utilisation des véhicules munis d'une autorisation
 - 7.4. Cas spécifiques
 - 7.4.1. Généralités
 - 7.4.2. Liste des cas spécifiques
- Appendice A — Évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité
- Appendice B — Vérification «CE» du sous-système «énergie»
- Appendice C — Inutilisé
- Appendice D — Spécification du gabarit du pantographe statique (système ferroviaire à l'écartement de voie 1 520 mm)
- Appendice E — Liste des normes mentionnées en référence
- Appendice F — Liste des points ouverts
- Appendice G — Glossaire

▼ B

1. INTRODUCTION

▼ M21.1. **Champ d'application technique**

La présente STI concerne le sous-système «énergie» et une partie du sous-système «entretien» du système ferroviaire de l'Union conformément à l'article 1^{er} de la directive (UE) 2016/797.

Les sous-systèmes «énergie» et «entretien» sont décrits à l'annexe II, points 2.2 et 2.8 respectivement, de la directive (UE) 2016/797.

Le champ d'application technique de la présente STI est défini plus précisément à l'article 2 du présent règlement.

▼ B1.2. **Champ d'application territorial**

Le champ d'application territorial de la présente STI est défini à l'article 2, paragraphe 4, du présent règlement.

1.3. **Contenu de la présente STI****▼ M2**

1) Conformément à l'article 4, paragraphe 3, de la directive (UE) 2016/797, la présente STI:

- a) indique le champ d'application visé (point 2);
- b) précise les exigences essentielles pour le sous-système «énergie» et pour une partie du sous-système «entretien» (point 3);
- c) établit les spécifications fonctionnelles et techniques à respecter par le sous-système «énergie» et une partie du sous-système «entretien», ainsi que leurs interfaces vis-à-vis des autres sous-systèmes (point 4);
- d) spécifie les constituants d'interopérabilité et les interfaces qui doivent faire l'objet de spécifications européennes, notamment de normes européennes, qui sont nécessaires pour réaliser l'interopérabilité du système ferroviaire de l'Union (point 5);
- e) indique, dans chaque cas envisagé, les procédures qui doivent être utilisées pour évaluer, d'une part, la conformité ou l'aptitude à l'emploi des constituants d'interopérabilité ou, d'autre part, pour la vérification «CE» des sous-systèmes (point 6);
- f) indique la stratégie de mise en œuvre de la présente STI (point 7);
- g) indique, pour le personnel concerné, les qualifications professionnelles et les conditions d'hygiène et de sécurité requises au travail pour l'exploitation et l'entretien du sous-système «énergie», ainsi que pour la mise en œuvre de la présente STI (point 4);
- h) indique les dispositions applicables au sous-système «énergie» existant, en particulier en cas de réaménagement et de renouvellement et, dans ces cas, les travaux de modification qui nécessitent une demande de nouvelle autorisation;

▼ M2

- i) indique les paramètres du sous-système «énergie» que l'entreprise ferroviaire doit vérifier et les procédures à appliquer à cet effet après la remise de l'autorisation de mise sur le marché du véhicule et avant la première utilisation du véhicule afin d'assurer la compatibilité entre les véhicules et les itinéraires sur lesquels ils doivent être exploités.
- 2) Conformément à l'article 4, paragraphe 5, de la directive (UE) 2016/797, des dispositions relatives aux cas spécifiques sont indiquées au point 7.

▼ B

- 3) Les exigences énoncées dans la présente STI s'appliquent à tous les systèmes d'écartement des voies relevant de la présente STI, à moins qu'un paragraphe ne fasse référence à des systèmes spécifiques d'écartement des voies ou à des écartements nominaux spécifiques.

2. DESCRIPTION DU SOUS-SYSTEME «ENERGIE»

2.1. **Définition**

- 1) La présente STI concerne toutes les installations fixes nécessaires à l'interopérabilité qui sont requises pour alimenter un train en énergie de traction.
- 2) Le sous-système «énergie» comprend:

▼ M3

- a) les sous-stations: du côté primaire, elles sont connectées au réseau haute tension, la haute tension étant transformée en une tension et/ou convertie en un système d'alimentation électrique de traction adapté aux trains. Du côté secondaire, les sous-stations sont connectées au système de lignes de contact ferroviaires;

▼ B

- b) les postes de sectionnement: les équipements électriques situés en des points intermédiaires entre les sous-stations d'alimentation, permettant d'alimenter et de mettre en parallèle les lignes de contact et d'assurer la protection, l'isolement et les alimentations auxiliaires;
- c) les sections de séparation: l'équipement requis pour assurer la transition entre des systèmes différents sur le plan électrique ou différentes phases du même système électrique;
- d) le système de lignes de contact: un réseau qui alimente en courant électrique les trains qui circulent sur l'itinéraire et qui le transmet au moyen de dispositifs de captage de courant. Le système de lignes de contact est en outre équipé de sectionneurs à commande manuelle ou à distance qui sont nécessaires pour isoler des sections ou des groupes du système de lignes de contact en fonction des nécessités de l'exploitation. Les lignes d'apport font partie du système de lignes de contact;
- e) le circuit de retour du courant: tous les conducteurs qui forment l'itinéraire prévu de retour du courant de traction. C'est pourquoi, en ce qui concerne cet aspect, le circuit de retour fait partie du sous-système «énergie» et est doté d'une interface avec le sous-système «infrastructure».

▼ M1

- 3) Conformément à l'annexe II, point 2.2, de la ► **M2** directive (UE) 2016/797 ◀, l'équipement au sol du système de mesure de la consommation d'électricité, désigné dans la présente STI par le terme «système au sol de collecte des données sur l'énergie», est défini au point 4.2.17 de la présente STI.

▼ M32.1.1. *Alimentation électrique de traction*

- 1) Le système d'alimentation électrique de traction sert à alimenter chaque train en courant nécessaire pour respecter l'horaire prévu.
- 2) Les paramètres fondamentaux pour le système d'alimentation électrique de traction sont définis au point 4.2.

▼ B2.1.2. *Géométrie de la ligne aérienne de contact (LAC) et qualité du captage de courant***▼ M3**

- 1) L'objectif est de garantir la fiabilité et la continuité du transfert de courant entre le système d'alimentation électrique de traction et le matériel roulant. L'interaction entre la ligne aérienne de contact et le pantographe est un aspect important de l'interopérabilité.

▼ B

- 2) Les paramètres fondamentaux relatifs à la géométrie de la LAC et à la qualité du captage de courant sont définis au point 4.2.

2.2. **Interfaces avec les autres sous-systèmes**2.2.1. *Introduction*

- 1) Afin que les performances visées puissent être réalisées, le sous-système «énergie» présente des interfaces avec les autres sous-systèmes du système ferroviaire. Ces sous-systèmes sont les suivants:

- a) matériel roulant;
- b) infrastructure;
- c) contrôle-commande et signalisation au sol;
- d) contrôle-commande et signalisation à bord;
- e) exploitation et gestion du trafic.

- 2) Le point 4.3 de la présente STI énonce la spécification fonctionnelle et technique de ces interfaces.

2.2.2. *Interfaces de la présente STI avec la STI «Sécurité dans les tunnels ferroviaires»*

Les exigences relatives au sous-système «énergie» en ce qui concerne la sécurité dans les tunnels ferroviaires sont définies dans la STI «Sécurité dans les tunnels ferroviaires».

▼B

3. EXIGENCES ESSENTIELLES

Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres fondamentaux de la présente STI et les met en correspondance avec les exigences essentielles telles qu'énoncées et énumérées à l'annexe III de la ►**M2** directive (UE) 2016/797 ◀.

STI Point	Intitulé du point de la STI	Sécurité	Fiabilité et disponibilité	Santé	Protection de l'environnement	Compatibilité technique	Accessibilité
4.2.3	Tension et fréquence	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.4	PERFORMANCE DE L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE DE TRACTION	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.5	Courant à l'arrêt	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.6	Freinage par récupération	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	—
4.2.7	Mesures de coordination de la protection électrique	2.2.1	—	—	—	1.5	—
4.2.8	Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif	—	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5	—
4.2.9	Géométrie de la ligne aérienne de contact	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.10	Gabarit du pantographe	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.11	Effort de contact moyen	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.12	Comportement dynamique et qualité du captage de courant	—	—	—	1.4.1 2.2.2	1.5 2.2.3	—
4.2.13	Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—

▼M3**▼B**

▼B

STI Point	Intitulé du point de la STI	Sécurité	Fiabilité et disponibilité	Santé	Protection de l'environnement	Compatibilité technique	Accessibilité
4.2.14	Matériau du fil de contact	—	—	1.3.1 1.3.2	1.4.1	1.5 2.2.3	—
4.2.15	Sections de séparation de phases	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	—
4.2.16	Sections de séparation de systèmes	2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3	1.5 2.2.3	—
4.2.17	Système au sol de collecte des données sur l'énergie	—	—	—	—	1.5	—
4.2.18	Moyens de protection contre les chocs électriques	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	1.5	—
4.4	Règles d'exploitation	2.2.1	—	—	—	1.5	—
4.5	Règles de maintenance	1.1.1 2.2.1	1.2	—	—	1.5 2.2.3	—
4.6	Qualifications professionnelles	2.2.1	—	—	—	—	—
4.7	Conditions relatives à la santé et à la sécurité	1.1.1 1.1.3 2.2.1	—	—	1.4.1 1.4.3 2.2.2	—	—

4. CARACTERISATION DU SOUS-SYSTEME

4.1. Introduction

1) L'ensemble du système ferroviaire auquel s'applique la ►M2 directive (UE) 2016/797 ◄, dont le sous-système «énergie» fait partie, est un système intégré dont il convient de vérifier la cohérence. Cette cohérence doit être vérifiée en particulier au niveau des spécifications du sous-système «énergie», de ses interfaces vis-à-vis du système dans lequel il s'intègre, ainsi que des règles d'exploitation et de maintenance. Les spécifications techniques et fonctionnelles du sous-système et de ses interfaces, décrites aux points 4.2 et 4.3, n'imposent pas l'utilisation de technologies ou de solutions techniques spécifiques, excepté lorsqu'elle est strictement nécessaire pour l'interopérabilité du réseau ferroviaire.

▼ B

- 2) Les solutions innovantes pour l'interopérabilité qui ne satisfont pas aux exigences spécifiées dans la présente STI et qui ne peuvent pas être évaluées conformément à la présente STI doivent faire l'objet de nouvelles spécifications et/ou de nouvelles méthodes d'évaluation. Afin de permettre des innovations technologiques, ces spécifications et méthodes d'évaluation doivent être développées selon la procédure relative aux solutions innovantes décrite aux points 6.1.3 et 6.2.3.
- 3) Compte tenu de toutes les exigences essentielles applicables, le sous-système «énergie» est caractérisé par les spécifications définies dans les points 4.2 à 4.7.
- 4) Les procédures régissant la vérification «CE» du sous-système «énergie» sont données au point 6.2.4 et au tableau B.1 de l'appendice B de la présente STI.
- 5) Pour les cas spécifiques, voir le point 7.4.
- 6) Lorsqu'il est fait référence dans la présente STI aux normes EN, les variations appelées «dérogations nationales» ou «conditions spéciales nationales» dans les normes EN ne sont pas applicables et ne font pas partie de la présente STI.

4.2. **Spécifications fonctionnelles et techniques du sous-système****▼ M3**4.2.1. *(inutilisé)***▼ B**4.2.2. *Paramètres fondamentaux caractérisant le sous-système «énergie»*

Les paramètres fondamentaux pour le sous-système «énergie» sont les suivants.

▼ M34.2.2.1. **Système d'alimentation électrique de traction**

- (a) Tension et fréquence (4.2.3);
- (b) Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation électrique de traction (4.2.4);
- (c) Courant à l'arrêt (4.2.5);
- (d) Freinage par récupération (4.2.6);
- (e) Mesures de coordination de la protection électrique (4.2.7);
- (f) Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif (4.2.8).

▼ B

- 4.2.2.2. Géométrie de la LAC (ligne aérienne de contact) et qualité du captage de courant
- a) Géométrie de la ligne aérienne de contact (4.2.9)
 - b) Gabarit du pantographe (4.2.10)
 - c) Effort de contact moyen (4.2.11)
 - d) Comportement dynamique et qualité du captage de courant (4.2.12)
 - e) Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact (4.2.13)
 - f) Matériau du fil de contact (4.2.14)
 - g) Sections de séparation de phases (4.2.15)
 - h) Sections de séparation de systèmes (4.2.16)
- 4.2.2.3. Système au sol de collecte des données sur l'énergie (4.2.17)
- 4.2.2.4. Moyens de protection contre les chocs électriques (4.2.18)

▼ M3

- 4.2.3. *Tension et fréquence*
- La tension nominale et la fréquence nominale du système d'alimentation électrique de traction doivent correspondre à l'un des quatre systèmes suivants:
- (a) courant alternatif 25 kV, 50 Hz;
 - (b) courant alternatif 15 kV, 16,7 Hz;
 - (c) courant continu 3 kV;
 - (d) courant continu 1,5 kV.
- Pour les nouvelles lignes d'une vitesse supérieure à 250 km/h, les règles de mise en œuvre sont précisées au point 7.1.1.
- 4.2.4. *Performance du système d'alimentation électrique de traction*
- Pour les sous-systèmes nouvellement construits, ou dans le cas où le système d'alimentation électrique de traction est modifié (par exemple, migration du courant continu vers le courant alternatif), l'indice de qualité du sous-système doit être conforme à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1], afin de permettre aux trains de respecter la planification horaire.

▼ M34.2.5. *Courant à l'arrêt*

La ligne aérienne de contact doit être conçue de manière à supporter au moins les valeurs de courant à l'arrêt par pantographe, conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2].

▼ B4.2.6. *Freinage par récupération***▼ M3**

1) Les systèmes d'alimentation électrique de traction doivent être conçus de façon à autoriser l'utilisation du freinage par récupération conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1].

▼ B

2) Les systèmes d'alimentation électrique à courant continu doivent être conçus de manière à permettre l'utilisation du système de freinage par récupération, au minimum par l'échange de courant avec d'autres trains.

▼ M34.2.7. *Mesures de coordination de la protection électrique*

La conception de la coordination de la protection électrique du sous-système «énergie» doit satisfaire aux exigences définies dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1].

▼ B4.2.8. *Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif*

1) L'interaction entre le système d'alimentation électrique de traction et le matériel roulant peut entraîner des instabilités électriques dans le système.

▼ M3

2) Afin d'éviter l'instabilité et d'assurer la compatibilité du système électrique, les surtensions générées par les harmoniques doivent être inférieures aux valeurs critiques conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1].

▼ B4.2.9. *Géométrie de la ligne aérienne de contact*

1) La ligne aérienne de contact doit être conçue pour des pantographes ayant une géométrie d'archet telle que précisée dans la STI LOC et MRV, point 4.2.8.2.9.2, en tenant compte des règles énoncées au point ►**M3** 7.1.2 ◀ de la présente STI.

▼ M3

2) La hauteur du fil de contact et le débattement latéral du fil de contact sous l'action d'un vent latéral sont des facteurs qui régissent l'interopérabilité du réseau ferroviaire.

▼ B4.2.9.1. *Hauteur du fil de contact***▼ M3**

1) Les valeurs admissibles pour la hauteur du fil de contact sont indiquées dans le tableau 4.2.9.1.

▼ M3

Tableau 4.2.9.1

Hauteur du fil de contact

Description	$v \geq 250$ [km/h]	$v < 250$ [km/h]
Hauteur nominale du fil de contact [mm]	Entre 5 080 et 5 300	Entre 5 000 et 5 750
Hauteur minimale du fil de contact à la conception [mm]	5 080	Conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3], en fonction du gabarit choisi
Hauteur maximale du fil de contact à la conception [mm]	5 300	6 200 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Compte tenu des tolérances et du soulèvement conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3], la hauteur maximale du fil de contact ne doit pas excéder 6 500 mm.

- 2) En ce qui concerne la relation entre la hauteur du fil de contact et le débattement du pantographe, voir la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3].
- 3) Aux passages à niveau, la hauteur du fil de contact doit être déterminée par des règles nationales ou, en l'absence de règles nationales, conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [4].

▼ B

- 4) Pour le système ferroviaire à l'écartement de voie 1 520 et 1 524 mm, les valeurs de hauteur de fil de contact sont les suivantes:
 - a) hauteur nominale du fil de contact: entre 6 000 mm et 6 300 mm;
 - b) hauteur minimale du fil de contact à la conception: 5 550 mm;
 - c) Hauteur maximale du fil de contact à la conception: 6 800 mm.

4.2.9.2. Débattement latéral maximal

▼ M3

- 1) Le débattement latéral maximal du fil de contact par rapport au milieu de la voie sous l'action d'un vent latéral doit correspondre à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2].

▼ B

Tableau 4.2.9.2

Débattement latéral maximal en fonction de la longueur de pantographe

Longueur de pantographe [mm]	Débattement latéral maximal [mm]
1 600	400 ⁽¹⁾

▼ B

Longueur de pantographe [mm]	Débattement latéral maximal [mm]
1 950	550 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Les valeurs doivent être ajustées en tenant compte du mouvement du pantographe et des tolérances de voie conformément à l'appendice D.1.4.

- 2) Dans le cas des voies multi-écartement, l'exigence relative au débattement latéral doit être respectée pour chaque paire de rails (conçue pour fonctionner comme une voie distincte) devant faire l'objet d'une évaluation au regard de la STI.

▼ M3

- 3) Système ferroviaire à l'écartement de voie 1 520 mm

Pour les États membres appliquant le profil du pantographe conformément au point 4.2.8.2.9.2.3 de la STI LOC&PAS, le débattement latéral maximal du fil de contact par rapport au centre du pantographe sous l'action d'un vent latéral est de 500 mm.

4.2.10. *Gabarit du pantographe*

- 1) Système ferroviaire à l'écartement de voie autre que 1 520 mm

Le gabarit cinématique mécanique du pantographe doit être déterminé au moyen de la méthode indiquée dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2] de la présente STI et des profils de pantographe définis dans les clauses 4.2.8.2.9.2.1 et 4.2.8.2.9.2.2 de la STI LOC&PAS.

- 2) Système ferroviaire à l'écartement de voie 1 520 mm

Pour les États membres appliquant le profil du pantographe conformément à la STI LOC&PAS, clause 4.2.8.2.9.2.3, le gabarit statique disponible pour le pantographe est défini à l'appendice D de la présente STI.

- 3) Aucun élément du sous-système «énergie» ne doit entrer dans le gabarit du pantographe tel qu'indiqué aux points 1) et 2), à l'exception de la ligne de contact et du bras de rappel.

▼ B4.2.11. *Effort de contact moyen*

- 1) L'effort de contact moyen F_m est la valeur moyenne statistique de l'effort de contact. F_m est formé par les composantes statique, dynamique et aérodynamique de l'effort de contact du pantographe.

▼ M3

- 2) Les plages de F_m pour chacun des systèmes d'alimentation électrique de traction sont définies dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2].
- 3) Les lignes aériennes de contact doivent être conçues de façon à pouvoir soutenir la limite de conception supérieure de F_m précisée dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2].

▼ M2

- 4) Les courbes s'appliquent à des vitesses inférieures ou égales à 360 km/h. Pour des vitesses supérieures à 360 km/h, les procédures énoncées au point 6.1.3 s'appliquent.

▼ B4.2.12. *Comportement dynamique et qualité du captage de courant*

- 1) En fonction de la méthode d'évaluation, la ligne aérienne de contact doit atteindre les valeurs de la performance dynamique et du soulèvement du fil de contact (à la vitesse de conception) figurant dans le tableau 4.2.12.

Tableau 4.2.12

Exigences concernant le comportement dynamique et la qualité du captage de courant

Exigence	$v \geq 250$ [km/h]	$250 > v > 160$ [km/h]	$v \leq 160$ [km/h]
Espace pour le soulèvement du bras de rappel	$2S_0$		
Effort de contact moyen F_m	Voir 4.2.11		
Écart type à la vitesse de ligne maximale σ_{\max} [N]	$0,3F_m$		
Pourcentage d'arcs à la vitesse maximale de la ligne, NQ [%] (durée minimale des arcs 5 ms)	$\leq 0,2$	$\leq 0,1$ pour les systèmes en courant alternatif $\leq 0,2$ pour les systèmes en courant continu	$\leq 0,1$

▼ M3

- 2) S_0 est la valeur simulée ou mesurée du soulèvement du fil de contact au droit du bras de rappel, avec au moins deux pantographes fonctionnant simultanément appliquant la limite supérieure de F_m à la vitesse de conception de la ligne aérienne de contact. Lorsque le soulèvement du bras de rappel est limité physiquement en raison du modèle de ligne aérienne de contact, il est admissible que l'espace nécessaire soit ramené à $1,5 S_0$ (voir la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3]).
- 3) L'effort maximal (F_{\max}) se situe généralement dans la plage de F_m plus trois écarts types σ_{\max} ; des valeurs supérieures peuvent être enregistrées à des endroits particuliers et sont communiquées dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3]. Pour les composants rigides tels que les isolateurs de section dans des systèmes de ligne aérienne de contact, l'effort de contact peut augmenter pour atteindre un maximum de 350 N.

4.2.13. *Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact*

La ligne aérienne de contact doit être conçue pour des trains munis de deux pantographes fonctionnant simultanément. L'espacement de conception, de ligne de centre à ligne de centre, des deux têtes de pantographes est égal ou inférieur aux valeurs figurant dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2].

▼ B4.2.14. *Matériau du fil de contact*

- 1) La combinaison du matériau de fil de contact et du matériau de bande de frottement a une incidence importante sur l'usure des bandes de frottement et des fils de contact.
- 2) Les matériaux autorisés pour les bandes de frottement sont définis au point 4.2.8.2.9.4.2 de la STI LOC et MRV.

▼ M3

- 3) Les matériaux admissibles pour les fils de contact sont le cuivre et l'alliage de cuivre. Le fil de contact doit satisfaire aux exigences de la spécification mentionnée à l'appendice E, index [5].

▼ M34.2.15. *Sections de séparation de phases*

4.2.15.1. Généralités

- 1) La conception des sections de séparation de phases doit garantir que les trains peuvent se déplacer d'une section vers une autre section adjacente sans qu'il faille ponter les deux phases. L'échange de courant entre la ligne aérienne de contact et l'unité doit être ramené à zéro, en ouvrant le disjoncteur embarqué ou tout autre moyen équivalent, avant l'entrée dans la section de séparation de phases. Il convient de prévoir les moyens nécessaires (à l'exception de la section de séparation courte) pour qu'un train arrêté dans une section de séparation de phases puisse redémarrer.
- 2) La longueur totale D des sections neutres est définie dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2]. Pour le calcul de D, il y a lieu de prendre en considération la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3], et un soulèvement de S_0 .

4.2.15.2. Lignes sur lesquelles $v \geq 250$ km/h

Deux types de conception de sections de séparation de phases peuvent être adoptés:

- a) une conception de section de séparation de phases dans laquelle tous les pantographes des trains conformes à la STI les plus longs se trouvent dans la section neutre. La longueur totale de la section neutre est de 402 m au moins.

Pour les exigences détaillées, voir la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2];

- b) une séparation de phases plus courte, avec trois sections tampons isolées, comme indiqué dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2]. La longueur totale de la section neutre est inférieure à 142 m, débattements et tolérances compris.

4.2.15.3. Lignes sur lesquelles $v < 250$ km/h

La conception des sections de séparation doit normalement adopter des solutions telles que décrites dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2]. Si une autre solution est proposée, il convient de démontrer que cette solution est au moins aussi fiable.

▼ B4.2.16. *Sections de séparation de systèmes*

4.2.16.1. Généralités

- 1) ► **M3** La conception des sections de séparation de systèmes doit garantir que les trains peuvent évoluer d'un système d'alimentation électrique de traction vers un autre adjacent sans qu'il faille ponter les deux systèmes. ◀ Deux méthodes permettent de passer d'une section de séparation de systèmes à une autre:
 - a) soit avec le pantographe en position soulevée et en contact avec le fil de contact;
 - b) soit avec le pantographe en position abaissée et sans contact avec le fil de contact.
- 2) Les gestionnaires des infrastructures voisines doivent s'accorder sur a) ou sur b) en fonction des circonstances.

▼ M3

- 3) La longueur totale D des sections neutres est définie dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2]. Pour le calcul de D, il y a lieu de prendre en considération la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3], et un soulèvement de S_0 .

▼ B

4.2.16.2. Pantographes soulevés

▼ M3

- 1) L'échange de courant entre la ligne aérienne de contact et l'unité doit être ramené à zéro, en ouvrant le disjoncteur embarqué ou tout autre moyen équivalent, avant l'entrée dans la section de séparation de systèmes.

▼ B

- 2) Lors du franchissement de sections de séparation de systèmes avec des pantographes en position soulevée et en contact avec le fil de contact, leur conception fonctionnelle est spécifiée de la manière suivante:

- a) la géométrie des différents éléments de la ligne aérienne de contact doit empêcher que les pantographes court-circuitent ou pontent les deux systèmes électriques;

▼ M3

- b) des dispositions appropriées doivent être prises dans le sous-système «énergie» afin d'éviter tout pontage des deux systèmes d'alimentation électrique de traction adjacents lorsque le déclenchement du/des disjoncteur(s) embarqué(s) est défaillant;

- c) la variation dans la hauteur du fil de contact sur l'ensemble de la section de séparation doit être conforme aux exigences arrêtées dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [3].

▼ B

4.2.16.3. Pantographes abaissés

- 1) Cette option doit être choisie si les conditions ne sont pas réunies pour une exploitation avec les pantographes soulevés.

▼ M3

- 2) En cas de franchissement d'une section de séparation de systèmes avec les pantographes abaissés, la section doit être conçue de manière à éviter la connexion électrique des deux systèmes d'alimentation électrique de traction par un pantographe soulevé par inadvertance.

▼ M14.2.17. *Système au sol de collecte des données sur l'énergie*

- 1) Les exigences applicables aux systèmes embarqués de mesure de l'énergie destinés à produire et à transmettre les données compilées sur la facturation de l'énergie consommée à un système au sol de collecte des données sur l'énergie figurent au point 4.2.8.2.8 de la STI LOC&MRV.

▼ M3

- 2) Le système au sol de collecte des données sur l'énergie reçoit, stocke et exporte les données compilées sur la facturation de l'énergie consommée sans les corrompre conformément aux exigences indiquées dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [6].

▼ M3

- 3) Le système au sol de collecte des données sur l'énergie facilite toutes les exigences en matière d'échange de données définies au point 4.2.8.2.8.4 de la STI LOC&PAS et les exigences énoncées dans la spécification mentionnée à l'appendice E, index [7].

4.2.18. *Moyens de protection contre les chocs électriques*

La sécurité électrique du système de lignes aériennes de contact et la protection contre les chocs électriques doivent être assurées par la mise en conformité avec la spécification mentionnée à l'appendice E, index [4] et, en ce qui concerne les limites de la tension en courant alternatif pour la sécurité des personnes et les limites de la tension en courant continu, par la mise en conformité avec la spécification mentionnée à l'appendice E, index [4].

▼ B4.3. **Spécifications fonctionnelles et techniques des interfaces**4.3.1. *Exigences de portée générale*

Du point de vue de la compatibilité technique, les interfaces sont énumérées dans l'ordre des sous-systèmes ci-après: matériel roulant, infrastructure, contrôle-commande et signalisation, et exploitation et gestion du trafic.

4.3.2. *Interface avec le sous-système «matériel roulant»*

Référence dans la STI ENE		Référence dans la STI LOC et MRV	
Paramètre	Point	Paramètre	Point
Tension et fréquence	4.2.3	Fonctionnement dans la plage de tensions et de fréquences	4.2.8.2.2
Performance de l'alimentation électrique de traction	4.2.4	Courant maximal de la ligne aérienne de contact Facteur de puissance	4.2.8.2.4 4.2.8.2.6
Courant à l'arrêt	4.2.5	Courant maximal à l'arrêt	4.2.8.2.5
Freinage par récupération	4.2.6	Frein par récupération avec renvoi d'énergie à la LAC	4.2.8.2.3
Mesures de coordination de la protection électrique	4.2.7	Protection électrique du train	4.2.8.2.10
Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif	4.2.8	Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes en courant alternatif	4.2.8.2.7
Géométrie de la ligne aérienne de contact	4.2.9	Débattement en hauteur du pantographe Géométrie de l'archet	4.2.8.2.9.1 4.2.8.2.9.2
Gabarit du pantographe	4.2.10 Appendice D	Géométrie de l'archet Gabarit	4.2.8.2.9.2 4.2.3.1

▼ M3**▼ B****▼ M3****▼ B**

▼B

Référence dans la STI ENE		Référence dans la STI LOC et MRV	
Paramètre	Point	Paramètre	Point
Effort de contact moyen	4.2.11	Effort de contact statique du pantographe	4.2.8.2.9.5
		Effort de contact et comportement dynamique du pantographe	4.2.8.2.9.6
Comportement dynamique et qualité du captage de courant	4.2.12	Effort de contact et comportement dynamique du pantographe	4.2.8.2.9.6
Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact	4.2.13	Disposition des pantographes	4.2.8.2.9.7
Matériau du fil de contact	4.2.14	Matériau de la bande de frottement	4.2.8.2.9.4
Sections de séparation: phases/ systèmes	4.2.15 4.2.16	Franchissement des sections de séparation de phases ou de systèmes	4.2.8.2.9.8
Système au sol de collecte des données sur l'énergie	4.2.17	Système embarqué de mesure de l'énergie	4.2.8.2.8

4.3.3. *Interface avec le sous-système «infrastructure»*

Référence dans la STI ENE		Référence dans la STI INF	
Paramètre	Point	Paramètre	Point
Gabarit du pantographe	4.2.10	Gabarit des obstacles	4.2.3.1

4.3.4. *Interface avec le sous-système «contrôle-commande et signalisation»*

1) L'interface pour la régulation de la puissance se situe entre les sous-systèmes «énergie» et «matériel roulant».

▼M3

2) Les informations sont transmises entre les sous-systèmes ETCS «sol» et ETCS «bord», ainsi qu'entre l'ETCS embarqué et le système d'alimentation du véhicule. L'interface de transmission est détaillée dans la STI CCS et dans la STI LOC&PAS.

3) Les informations pertinentes pour accomplir la coupure du disjoncteur embarqué, le changement de courant maximal du train, le changement de système d'alimentation électrique de traction et la gestion du pantographe doivent être transmises par l'ETCS lorsque la ligne en est équipée et que ces fonctionnalités «sol» sont mises en œuvre.

▼B

4) Les courants harmoniques affectant le sous-système «contrôle-commande et signalisation» sont fixés dans la STI CCS.

▼ B4.3.5. *Interface avec le sous-système «exploitation et gestion du trafic»*

Référence dans la STI ENE		Référence dans la STI OPE	
Paramètre	Point	Paramètre	Point
Performance de l'alimentation électrique de traction	4.2.4	Composition du train Préparation du livret de ligne	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1
Sections de séparation: phases/ systèmes	4.2.15 4.2.16	Composition du train Préparation du livret de ligne	4.2.2.5 4.2.1.2.2.1

▼ M3**▼ B**4.4. **Règles d'exploitation****▼ M2**

1) Les règles d'exploitation sont développées conformément aux procédures décrites dans le système de gestion de la sécurité (*safety management system* — SMS) du gestionnaire de l'infrastructure. Ces règles tiennent compte de la documentation relative à l'exploitation, qui fait partie du dossier technique requis à l'article 15, paragraphe 4, et comme énoncé à l'annexe IV de la directive (UE) 2016/797.

▼ B

2) Dans certaines situations impliquant des travaux programmés à l'avance, il peut s'avérer nécessaire de déroger temporairement aux spécifications du sous-système «énergie» et de ses constituants d'interopérabilité définis dans les sections 4 et 5 de la STI.

4.5. **Règles de maintenance**

1) Les règles de maintenance sont développées conformément aux procédures décrites dans le système de gestion de la sécurité (*safety management system* — SMS) du gestionnaire de l'infrastructure.

2) Le dossier de maintenance pour les constituants d'interopérabilité et les éléments du sous-système doit être préparé avant la mise en service d'un sous-système et faire partie du dossier technique qui accompagne la déclaration de vérification.

3) Le plan de maintenance doit être élaboré pour le sous-système de façon que les exigences énoncées dans la présente STI soient respectées pendant sa durée de vie.

4.6. **Qualifications professionnelles**

Les qualifications professionnelles du personnel requis pour l'exploitation et la maintenance du sous-système «énergie» sont couvertes par les procédures décrites dans le système de gestion de la sécurité du gestionnaire de l'infrastructure et ne sont pas définies dans la présente STI.

4.7. **Conditions relatives à la santé et à la sécurité**

1) Les conditions relatives à la santé et à la sécurité du personnel requis pour l'exploitation et la maintenance du sous-système «énergie» doivent être conformes à la législation nationale et européenne en vigueur.

▼B

- 2) Cette question est également couverte par les procédures décrites dans le système de gestion de la sécurité du gestionnaire de l'infrastructure.

5. CONSTITUANTS D'INTEROPERABILITE

5.1. Liste des constituants

- 1) Les constituants d'interopérabilité sont couverts par les dispositions correspondantes de la ►**M2** directive (UE) 2016/797 ◀. Ceux qui concernent le sous-système «énergie» sont énumérés ci-dessous.

2) Ligne aérienne de contact

- a) Le constituant d'interopérabilité «ligne aérienne de contact» comporte les composants énumérés ci-dessous qui doivent être installés dans le sous-système «énergie», ainsi que les règles de conception et de configuration qui leur sont associées.

- b) Les composants d'une ligne aérienne de contact sont un assemblage de fils suspendus au-dessus de la ligne ferroviaire pour alimenter en électricité les trains électriques, ainsi que les équipements associés, les isolateurs en ligne et autres dispositifs, y compris les lignes d'alimentation et les shunts. La ligne aérienne de contact est placée au-dessus de la limite supérieure du gabarit des véhicules et alimente les véhicules en énergie électrique par l'intermédiaire de pantographes.

- c) Les composants de soutien tels que les cantilevers, les pylônes et les fondations, les câbles de retour de courant, les lignes d'alimentation auto-transformatrices, les commutateurs et autres isolateurs ne font pas partie du constituant d'interopérabilité «ligne aérienne de contact». Ils sont couverts par les exigences du sous-système pour ce qui concerne l'interopérabilité.

- 3) L'évaluation de la conformité doit couvrir les phases et les caractéristiques indiquées dans le point 6.1.4 et accompagnées d'une croix («X») dans le tableau A.1 de l'appendice A de la présente STI.

5.2. Performances et spécifications des constituants

5.2.1. *Ligne aérienne de contact*

5.2.1.1. Géométrie de la LAC

Le modèle de ligne aérienne de contact doit être conforme au point 4.2.9.

5.2.1.2. Effort de contact moyen

La ligne aérienne de contact doit être conçue en utilisant l'effort de contact moyen F_m précisé dans le point 4.2.11.

5.2.1.3. Comportement dynamique

Les exigences concernant le comportement dynamique de la ligne aérienne de contact sont définies dans le point 4.2.12.

5.2.1.4. Espace pour le soulèvement du bras de rappel

La ligne aérienne de contact doit être conçue en prévoyant l'espace nécessaire pour le soulèvement tel qu'il est défini dans le point 4.2.12.

▼B5.2.1.5. **Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact**

La ligne aérienne de contact doit être conçue pour permettre un espacement des pantographes tel que défini dans le point 4.2.13.

▼M35.2.1.6. **Courant à l'arrêt**

La ligne aérienne de contact doit être conçue pour satisfaire aux exigences définies dans le point 4.2.5.

▼B5.2.1.7. **Matériau du fil de contact**

Le matériau du fil de contact doit être conforme aux exigences définies dans le point 4.2.14.

6. **ÉVALUATION DE LA CONFORMITÉ DES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ ET VÉRIFICATION «CE» DES SOUS-SYSTEMES**

Les modules pour les procédures d'évaluation de la conformité et de l'aptitude à l'emploi et les modules pour la vérification «CE» sont décrits dans la décision 2010/713/UE de la Commission.

6.1. **Constituants d'interopérabilité**6.1.1. *Procédures d'évaluation de la conformité*

- 1) Les procédures d'évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité définis au point 5 de la présente STI doivent être effectuées par l'application des modules correspondants.
- 2) Les procédures d'évaluation applicables aux exigences particulières du constituant d'interopérabilité sont indiquées dans le point 6.1.4.

6.1.2. *Application des modules*

- 1) Pour l'évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité, les modules suivants sont utilisés:
 - a) CA Contrôle interne de la fabrication
 - b) CB Examen «CE» de type
 - c) CC Conformité au type sur la base du contrôle interne de la fabrication
 - d) CH Conformité sur la base du système de gestion de la qualité complet
 - e) CH1 Conformité sur la base du système de gestion de la qualité complet et du contrôle de la conception

Tableau 6.1.2

Modules d'évaluation de la conformité à appliquer pour les constituants d'interopérabilité (CI)

Procédures	Modules
Mise sur le marché dans l'Union européenne avant l'entrée en vigueur de la présente STI	CA ou CH
Mise sur le marché dans l'Union européenne après l'entrée en vigueur de la présente STI	CB + CC ou CH1

▼B

- 2) Les modules d'évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité doivent être choisis parmi ceux proposés dans le tableau 6.1.2.
- 3) Dans le cas de produits mis sur le marché avant la publication des STI concernées, le type est réputé approuvé et, partant, l'examen «CE» de type (module CB) n'est pas nécessaire, à condition que le fabricant démontre que les essais et vérifications des constituants d'interopérabilité ont été considérés comme satisfaisants pour des applications antérieures dans des conditions comparables et sont conformes aux exigences de la présente STI. En pareil cas, ces évaluations restent valables pour la nouvelle application. S'il n'est pas possible de démontrer que la solution a fait ses preuves de manière certaine dans le passé, la procédure applicable aux CI mis sur le marché après la publication de la présente STI s'applique.

6.1.3. *Solutions innovantes pour les constituants d'interopérabilité*

Si une solution innovante est proposée pour un constituant d'interopérabilité, la procédure décrite à l'article 10 du présent règlement s'applique.

6.1.4. *Procédure d'évaluation particulière applicable au constituant d'interopérabilité LAC*6.1.4.1. *Évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant*1) *Méthodologie*

a) L'évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant concerne la ligne aérienne de contact (sous-système «énergie») et le pantographe (sous-système «matériel roulant»).

b) La conformité aux exigences en matière de comportement dynamique doit être vérifiée par l'évaluation:

— du soulèvement du fil de contact

et soit:

— de l'effort de contact moyen F_m et de l'écart type σ_{max}

soit

— du pourcentage d'amorçage d'arc.

c) L'entité adjudicatrice doit déclarer la méthode à utiliser pour la vérification.

▼M3

d) La conception d'une ligne aérienne de contact doit être évaluée à l'aide d'un outil de simulation validé conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [8] et par des mesures conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [9].

Pour une ligne aérienne de contact dont la vitesse de conception est inférieure ou égale à 100 km/h, il n'est pas nécessaire de simuler et de mesurer le comportement dynamique.

▼ B

- e) Si un modèle de LAC existant est exploité depuis au moins 20 ans, l'exigence de simulation définie au point 2 est facultative. La mesure telle que définie au point 3 est effectuée pour les dispositions de pantographes les moins performantes en ce qui concerne la performance d'interaction de ce modèle particulier de LAC.
- f) La mesure peut être effectuée sur une section spécialement construite à des fins d'essai ou sur une ligne sur laquelle la ligne aérienne de contact est en cours de construction.

2) Simulation:

- a) Aux fins de la simulation et de l'analyse des résultats, les caractéristiques représentatives (par exemple, les tunnels, les jonctions, les sections neutres, etc.) doivent être prises en considération.
- b) Les simulations doivent être réalisées en utilisant au minimum deux types de pantographes différents conformes à la STI pour la vitesse ⁽¹⁾ et le système d'alimentation appropriés, jusqu'à la vitesse de conception prévue pour le constituant d'interopérabilité «ligne aérienne de contact» qui est proposé.
- c) Il est autorisé d'effectuer la simulation en utilisant des types de pantographes en cours de certification comme constituant d'interopérabilité à condition qu'ils répondent aux autres exigences de la STI LOC et MRV.
- d) La simulation doit être effectuée pour un pantographe simple et pour des pantographes multiples présentant un espacement conforme aux exigences du point 4.2.13.
- e) Pour être acceptable, la qualité simulée du captage de courant doit être conforme au point 4.2.12 en ce qui concerne le soulèvement, l'effort de contact moyen et l'écart type pour chacun des pantographes.

3) Mesure:

- a) Si les résultats de la simulation sont acceptables, un essai dynamique sur site avec une section représentative de la nouvelle ligne aérienne de contact doit être réalisé.
- b) Cette mesure peut être effectuée avant la mise en service ou en vraie grandeur.
- c) Aux fins de l'essai sur site en question, un des deux types de pantographes retenus pour la simulation doit être installé sur un matériel roulant permettant d'atteindre la vitesse voulue sur la section représentative.
- d) Les essais doivent porter au minimum sur les dispositions de pantographes les moins performantes en ce qui concerne la performance d'interaction résultant des simulations. S'il n'est pas possible de réaliser les essais en utilisant un écartement entre pantographes de 8 m, il est permis, pour les essais à des vitesses allant jusqu'à 80 km/h, d'augmenter l'écartement entre deux pantographes consécutifs jusqu'à 15 m.

⁽¹⁾ C'est-à-dire que la vitesse des deux types de pantographes doit être au moins égale à la vitesse de conception de la ligne aérienne de contact simulée.

▼ B

- e) L'effort de contact moyen de chaque pantographe doit satisfaire aux exigences du point 4.2.11 jusqu'à la vitesse de conception envisagée de la LAC à tester.

▼ M3

- f) Pour être acceptable, la qualité mesurée du captage de courant doit être conforme au point 4.2.12 en ce qui concerne le soulèvement et l'effort de contact moyen et son écart type, ou bien le pourcentage d'amorçage d'arcs. Le soulèvement d'au moins deux bras de rappel doit être mesuré.

▼ B

- g) Si toutes les évaluations ci-dessus sont réussies, le modèle de ligne aérienne de contact mis à l'essai doit être considéré comme conforme et peut être utilisé sur les lignes sur lesquelles les caractéristiques du modèle sont compatibles.

- h) L'évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant pour le constituant d'interopérabilité «pantographe» est indiquée au point 6.1.3.7 de la STI LOC et MRV.

▼ M3

- 6.1.4.2. Évaluation du courant à l'arrêt (systèmes en courant continu uniquement)

L'évaluation de la conformité pour les systèmes en courant continu doit être effectuée conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [2].

▼ B

- 6.1.5. *Déclaration «CE» de conformité du constituant d'interopérabilité LAC*

▼ M3

Conformément à l'article 9, paragraphe 2, de la directive (UE) 2016/797, la déclaration «CE» de conformité doit être accompagnée d'une description des conditions d'utilisation:

▼ B

- a) vitesse de conception maximale;
- b) tension et fréquence nominales;

▼ M1

- c) intensité de courant continu;

▼ B

- d) profil de pantographe accepté.

6.2. **Sous-système «énergie»**

6.2.1. *Dispositions générales*

▼ M2

- 1) À la requête du demandeur, l'organisme notifié procède à la vérification «CE» conformément à l'article 15 de la directive (UE) 2016/797 et aux dispositions des modules applicables.

▼ B

- 2) Si le demandeur démontre que les essais ou les vérifications d'un sous-système «énergie» ont été fructueux pour des applications antérieures d'un modèle dans des situations comparables, l'organisme notifié tient compte de ces essais et vérifications pour la vérification «CE».

▼ B

- 3) Les procédures d'évaluation applicables aux exigences particulières du sous-système sont indiquées au point 6.2.4.

▼ M2

- 4) Le demandeur doit établir la déclaration «CE» de vérification pour le sous-système «énergie» conformément à l'article 15, paragraphe 1, et à l'annexe IV de la directive (UE) 2016/797.

▼ B6.2.2. *Application des modules*

Pour effectuer la procédure de vérification «CE» du sous-système «énergie», le demandeur ou son mandataire établi dans l'Union peut choisir entre:

- a) module SG: vérification fondée sur la vérification à l'unité; ou
- b) module SH1: vérification fondée sur un système complet de gestion de la qualité avec examen de la conception.

6.2.2.1. *Application du module SG*

Dans le cas du module SG, l'organisme notifié peut tenir compte des résultats des examens, contrôles et essais qui ont été effectués avec succès, dans des conditions comparables, par d'autres organismes ou par le demandeur (ou pour le compte de celui-ci).

6.2.2.2. *Application du module SH1*

Le module SH1 ne peut être utilisé que lorsque les activités concourant à la proposition de sous-système à vérifier (conception, fabrication, assemblage, installation) sont soumises à un système de gestion de la qualité couvrant la conception, la production, l'inspection du produit fini et les essais, qui doit être approuvé et contrôlé par un organisme notifié.

6.2.3. *Solutions innovantes*

Si une solution innovante est proposée pour le sous-système «énergie», la procédure décrite à l'article 10 du présent règlement s'applique.

6.2.4. *Procédures d'évaluation particulières pour le sous-système «énergie»***▼ M3**6.2.4.1. *Évaluation de la tension et de la fréquence*

- 1) Le demandeur doit indiquer dans le dossier technique quelle est la tension nominale choisie pour l'alimentation électrique de traction uniquement dans les cas suivants:
 - a) un nouveau sous-système «énergie» est construit;
 - b) le système d'alimentation électrique de traction est modifié (par exemple, migration du courant continu vers le courant alternatif).
- 2) Le système d'alimentation électrique de traction sélectionné doit être évalué au moyen d'un examen des documents au cours de la phase de conception. Une évaluation n'est requise que dans les cas suivants:
 - a) un nouveau sous-système est construit;
 - b) le système d'alimentation électrique de traction est modifié (par exemple, migration du courant continu vers le courant alternatif).

▼ M3

6.2.4.1 bis. Évaluation de la performance de l'alimentation électrique de traction

- 1) Le demandeur doit présenter une déclaration:
 - a) précisant un indice de qualité tel que défini au point 4.2.4 pour le sous-système;
 - b) indiquant que les résultats de l'étude de conception sont conformes à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1].
- 2) L'évaluation doit se faire en vérifiant uniquement l'existence de la déclaration.

6.2.4.2. Évaluation du freinage par récupération

- 1) L'évaluation pour les installations fixes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif doit se faire conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1].
- 2) L'évaluation de l'alimentation électrique de traction en courant continu doit s'effectuer par une revue de la conception.

6.2.4.3. Évaluation des mesures de coordination de la protection électrique

L'évaluation doit se faire pour la conception et l'exploitation des sous-stations en conformité avec la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1].

6.2.4.4. Évaluation des harmoniques et des effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif

- 1) Une étude de compatibilité doit être réalisée conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1].
- 2) Cette étude doit être réalisée uniquement dans le cas de l'introduction de convertisseurs dotés de semi-conducteurs actifs dans le système d'alimentation électrique de traction.
- 3) L'organisme notifié doit évaluer si les critères de la spécification mentionnée à l'appendice E, index [1], sont respectés.

▼ B

6.2.4.5. Évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant (intégration dans un sous-système)

- 1) L'objectif principal de cet essai est de repérer les erreurs de conception et de construction mais pas d'évaluer la conception de base dans son principe.

▼ M3

- 2) Les mesures des paramètres d'interaction doivent être réalisées conformément à la spécification mentionnée à l'appendice E, index [9].

▼ B

- 3) Ces mesures doivent être effectuées avec un constituant d'interopérabilité «pantographe» présentant les caractéristiques d'effort de contact moyen requises par le point 4.2.11 de la présente STI pour la vitesse de conception de la ligne en tenant compte des aspects liés à la vitesse minimale et aux voies d'attente.

▼ B

- 4) La ligne aérienne de contact installée doit être acceptée si les résultats des mesures sont conformes aux exigences du point 4.2.12.
- 5) Pour des vitesses d'exploitation jusqu'à 120 km/h (systèmes en courant alternatif) et jusqu'à 160 km/h (systèmes en courant continu), la mesure du comportement dynamique est facultative. Dans ce cas, il y a lieu d'utiliser d'autres méthodes permettant de repérer les erreurs de construction, comme la mesure de la géométrie de la LAC conformément au point 4.2.9.
- 6) L'évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant pour l'intégration du pantographe dans le sous-système «matériel roulant» fait l'objet du point 6.2.3.20 de la STI LOC et MRV.

6.2.4.6. Évaluation des moyens de protection contre les chocs électriques

- 1) Pour chaque installation, il convient de démontrer que la conception de base des moyens de protection contre les chocs électriques est conforme au point 4.2.18.
- 2) Il convient en outre de vérifier l'existence de règles et de procédures permettant de garantir que l'installation a été réalisée conformément à sa conception.

6.2.4.7. Évaluation du plan de maintenance

- 1) L'évaluation doit se faire en vérifiant l'existence du plan de maintenance.
- 2) L'organisme notifié n'est pas responsable de l'évaluation de l'adéquation des exigences détaillées définies dans le plan.

6.3. Sous-système contenant des constituants d'interopérabilité n'ayant pas fait l'objet d'une déclaration «CE»

6.3.1. Conditions

- 1) ► **M3** Tant que la liste des constituants d'interopérabilité énumérés au chapitre 5 de la présente STI n'a pas été révisée, un organisme notifié est autorisé à délivrer un certificat de vérification «CE» pour un sous-système, même si certains des constituants d'interopérabilité incorporés dans le sous-système ne sont pas couverts par les déclarations «CE» de conformité et/ou d'aptitude à l'emploi appropriées en application de la présente STI, si les critères suivants sont satisfaits: ◀
 - a) la conformité du sous-système a été vérifiée par l'organisme notifié par rapport aux exigences définies au point 4 et en relation avec les points 6.2 à 6.3 et le point 7, à l'exception du point 7.4, de la présente STI. En outre, l'obligation de conformité des constituants d'interopérabilité au point 5 et au point 6.1 ne s'applique pas, et
 - b) les constituants d'interopérabilité qui ne sont pas couverts par la déclaration «CE» de conformité et/ou d'aptitude à l'emploi appropriée sont utilisés dans un sous-système déjà mis en service avant l'entrée en vigueur de la présente STI dans l'un des États membres au moins.
- 2) Il ne sera pas établi de déclarations «CE» de conformité et/ou d'aptitude à l'emploi pour les constituants d'interopérabilité évalués de cette manière.

▼ B6.3.2. *Documentation*

- 1) Le certificat de vérification «CE» du sous-système doit indiquer clairement quels constituants d'interopérabilité ont été évalués par l'organisme notifié dans le cadre de la vérification du sous-système.
- 2) La déclaration «CE» de vérification du sous-système doit indiquer clairement:
 - a) les constituants d'interopérabilité qui ont été évalués dans le cadre du sous-système;
 - b) la confirmation que le sous-système contient des constituants d'interopérabilité identiques à ceux qui ont été vérifiés dans le cadre du sous-système;

▼ M2

- c) pour ces constituants d'interopérabilité: le ou les motifs pour lesquels le fabricant n'a pas fourni de déclaration «CE» de conformité et/ou d'aptitude à l'emploi avant de les incorporer dans le sous-système, y compris l'application de règles nationales notifiées en vertu de l'article 13 de la directive (UE) 2016/797.

▼ B6.3.3. *Maintenance des sous-systèmes certifiés conformément au point 6.3.1*

- 1) Au cours de la période de transition et après cette période, et jusqu'à ce que le sous-système soit réaménagé ou renouvelé (compte tenu de la décision des États membres sur l'application des STI), les constituants d'interopérabilité qui n'ont pas fait l'objet d'une déclaration «CE» de conformité et/ou d'aptitude à l'emploi et qui sont du même type peuvent être utilisés pour des remplacements dans le cadre de la maintenance (pièces de rechange) pour le sous-système, sous la responsabilité de l'organisme chargé de la maintenance.
- 2) Dans tous les cas, l'organisme responsable de la maintenance doit veiller à ce que les composants destinés au remplacement dans le cadre de la maintenance conviennent pour leur application, soient utilisés dans leur champ d'application et permettent d'assurer l'interopérabilité au sein du système ferroviaire tout en répondant aux exigences essentielles. Ces composants doivent être traçables et certifiés conformément aux règles nationales ou internationales applicables ou à un code de pratique largement reconnu dans le domaine ferroviaire.

7. MISE EN ŒUVRE DE LA STI «ÉNERGIE»

▼ M37.1. **Plan national de mise en œuvre**

- (a) Les États membres élaborent un plan national en vue de la mise en œuvre de la présente STI, en tenant compte de la cohérence de l'ensemble du système ferroviaire de l'Union. Ce plan doit comprendre tous les projets concernant les sous-systèmes «énergie» nouveaux, renouvelés et réaménagés et garantit une migration progressive, dans un délai raisonnable, d'un sous-système «énergie» cible interopérable pleinement conforme à la présente STI.
- (b) Les États membres veillent à ce que soit mis en place un système au sol de collecte des données sur l'énergie capable d'échanger des données compilées à des fins de facturation de l'énergie conformément au point 4.2.17 de la présente STI.

▼ **M3**

7.1.1. *Règles de mise en œuvre pour la tension et la fréquence*
 Les nouvelles lignes d'une vitesse supérieure à 250 km/h doivent être dotées de l'un des systèmes en courant alternatif énumérés au point 4.2.3 a) et b).

7.1.2. *Règles de mise en œuvre pour la géométrie de la ligne aérienne de contact*

7.1.2.1. Règles de mise en œuvre pour le système ferroviaire à l'écartement de voie 1435 mm

La ligne aérienne de contact doit être conçue en tenant compte des règles suivantes.

(a) Les nouveaux sous-systèmes «énergie» d'une vitesse supérieure à 250 km/h doivent accepter les deux pantographes indiqués aux points 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) et 4.2.8.2.9.2.2 (1 950 mm) de la STI LOC&PAS.

Si cela n'est pas possible, la ligne aérienne de contact doit être conçue pour pouvoir être utilisée par au moins un des pantographes ayant une géométrie d'archet telle que précisée au point 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) de la STI LOC&PAS.

(b) Les sous-systèmes renouvelés ou réaménagés d'une vitesse supérieure à 250 km/h doivent accepter au moins un des pantographes ayant une géométrie d'archet telle que précisée au point 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) de la STI LOC&PAS.

(c) Autres cas: la ligne aérienne de contact doit être conçue pour pouvoir être utilisée par au moins un des pantographes ayant une géométrie d'archet telle que précisée au point 4.2.8.2.9.2.1 (1 600 mm) ou au point 4.2.8.2.9.2.2 (1 950 mm) de la STI LOC&PAS.

7.1.2.2. Systèmes ferroviaires à l'écartement de voie autre que 1435 mm

La ligne aérienne de contact doit être conçue pour pouvoir être utilisée par au moins un des pantographes ayant une géométrie d'archet telle que précisée au point 4.2.8.2.9.2 de la STI LOC&PAS.

7.2. **Application de la présente STI à un sous-système «énergie» nouveau**

(1) Pour un sous-système «énergie» nouveau, l'application de la présente STI est obligatoire.

(2) Un «sous-système 'énergie' nouveau» signifie un sous-système «énergie» mis en service après le 28 septembre 2023, qui est créé lorsqu'il n'existait pas précédemment d'alimentation électrique de traction ni de ligne aérienne de contact.

Tout autre sous-système «énergie» est considéré comme un «sous-système 'énergie' existant».

(3) Les cas suivants sont considérés comme un réaménagement et non comme la mise en service de sous-systèmes «énergie» nouveaux:

(a) le réalignement d'une partie d'un itinéraire existant;

(b) la création d'un contournement;

(c) l'ajout d'une ou plusieurs voies sur un itinéraire existant, quelle que soit la distance entre les voies initiales et les voies additionnelles.

▼ **M3****7.3. Application de la présente STI à un sous-système «énergie» existant****7.3.1. Critères de performance du sous-système**

Outre les cas visés au point 7.2, point 3), le «réaménagement» consiste en travaux importants de modification d'un sous-système «énergie» existant entraînant une augmentation de la vitesse de la ligne de plus de 30 km/h.

7.3.2. Application de la STI

La conformité à la présente STI est obligatoire pour un sous-système ou pour une ou plusieurs des parties de celui-ci lorsqu'ils sont réaménagés ou renouvelés. Compte tenu des caractéristiques du système ferroviaire existant, la conformité du sous-système «énergie» existant avec la présente STI peut être atteinte en améliorant progressivement l'interopérabilité:

- (1) Pour le sous-système «énergie» réaménagé, l'application de la présente STI est obligatoire et s'applique au sous-système réaménagé au sein de la couverture géographique du réaménagement. La couverture géographique du réaménagement doit être définie en fonction de l'emplacement des voies et des références métriques et doit entraîner la conformité de tous les paramètres fondamentaux du sous-système «énergie» associés aux voies faisant l'objet du réaménagement du sous-système «énergie».

L'ajout d'un ou de plusieurs rails supportant un écartement de voie supplémentaire est également considéré comme un réaménagement s'il entraîne un changement des critères de performance du sous-système comme décrit au point 7.3.1.

- (2) En cas de modification autre qu'un réaménagement du sous-système «énergie», l'application de la présente STI pour chacun des paramètres fondamentaux (visés au point 4.2.2) affectés par la modification est obligatoire lorsque la modification nécessite la mise en œuvre d'une nouvelle procédure de vérification «CE» conformément au règlement d'exécution (UE) 2019/250 de la Commission ⁽¹⁾. Les dispositions définies aux articles 6 et 7 du règlement d'exécution (UE) 2019/250 s'appliquent.
- (3) En cas de modification autre qu'un réaménagement du sous-système «énergie» et pour les paramètres fondamentaux qui ne sont pas affectés par la modification, ou lorsque la modification ne nécessite pas de nouvelle vérification «CE», la démonstration du niveau de conformité à la présente STI est volontaire.
- (4) En cas de «travaux importants de substitution», tels que définis à l'article 2, point 15, de la directive (UE) 2016/797 du Parlement européen et du Conseil ⁽²⁾, dans le cadre d'un «renouvellement», les éléments non conformes à la STI du sous-système ou d'une ou de plusieurs des parties de celui-ci sont systématiquement remplacés par des éléments conformes à la STI.

⁽¹⁾ Règlement d'exécution (UE) 2019/250 de la Commission du 12 février 2019 sur les modèles de déclarations «CE» et de certificats pour les constituants d'interopérabilité et sous-systèmes ferroviaires, sur le modèle de déclaration de conformité à un type autorisé de véhicule ferroviaire et sur les procédures de vérification «CE» des sous-systèmes conformément à la directive (UE) 2016/797 du Parlement européen et du Conseil, et abrogeant le règlement (UE) n° 201/2011 de la Commission (JO L 42 du 13.2.2019, p. 9).

⁽²⁾ Directive (UE) 2016/797 du Parlement européen et du Conseil du 11 mai 2016 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de l'Union européenne (JO L 138 du 26.5.2016, p. 44).

▼ M3

- (5) Par «substitution dans le cadre de l'entretien», on entend tout remplacement de composants par des pièces de fonction et de performances identiques dans le cadre d'un entretien, au sens de l'article 2, point 17, de la directive (UE) 2016/797. Il doit être effectué conformément aux exigences de la présente STI, chaque fois que cela est raisonnablement et économiquement réalisable, et il ne nécessite pas de vérification «CE».
- (6) Pour le sous-système «énergie» existant, en cas de modification autre qu'un réaménagement, pour le débattement latéral maximal de la ligne aérienne de contact, il est permis de déroger à l'exigence énoncée au point 4.2.9.2, pour autant que le gestionnaire de l'infrastructure ait fourni la preuve que le matériel roulant conforme à la STI avec un pantographe conforme à la STI (tel que décrit au point 7.1.2.1 de la présente STI) a déjà été utilisé avec la même conception de la ligne aérienne de contact installée sur le réseau sans qu'aucun incident ne se produise.

7.3.3. *Lignes existantes qui n'ont pas fait l'objet d'un projet de renouvellement ou de réaménagement*

Lorsqu'un gestionnaire de l'infrastructure souhaite démontrer le degré de conformité des lignes existantes avec les paramètres fondamentaux de la présente STI, il applique la procédure décrite dans la recommandation 2014/881/UE de la Commission ⁽¹⁾.

7.3.4. *Vérifications de la compatibilité de l'itinéraire préalables à l'utilisation des véhicules munis d'une autorisation*

La procédure de «vérification de la compatibilité de l'itinéraire» à appliquer et les paramètres du sous-système «énergie» à utiliser sont définis au point 4.2.2.5 et à l'appendice D.1 de la STI OPE.

▼ B

7.4. **Cas spécifiques**

▼ M2

7.4.1. *Généralités*

▼ M3**▼ M2**

- 2) ► **M3** Les cas spécifiques suivants peuvent être appliqués sur des réseaux particuliers. Les cas spécifiques sont classés comme suit: ◀

— cas «P»: cas «permanents»,

— cas «T»: cas «temporaires», pour lesquels il est prévu que le passage au système cible se fasse au plus tard le 31 décembre 2035.

Tous les cas spécifiques et les dates qui s'y rattachent doivent être réexaminés lors de futures révisions de la STI en vue de limiter leur portée technique et géographique sur la base d'une évaluation de leur incidence sur la sécurité, l'interopérabilité, les services transfrontières, les corridors RTE-T, ainsi que des conséquences pratiques et économiques de leur conservation ou de leur élimination. Il sera particulièrement tenu compte de la disponibilité de financements de l'Union européenne.

Les cas spécifiques doivent être limités à l'itinéraire ou au réseau sur lesquels ils sont strictement nécessaires et pris en charge par des procédures de compatibilité des itinéraires.

⁽¹⁾ Recommandation 2014/881/UE de la Commission du 18 novembre 2014 sur la procédure établissant le niveau de conformité des lignes ferroviaires existantes aux paramètres fondamentaux des spécifications techniques d'interopérabilité (JO L 356 du 12.12.2014, p. 520).

▼ B7.4.2. *Liste des cas spécifiques*

7.4.2.1. Particularités du réseau estonien

7.4.2.1.1. Tension et fréquence (4.2.3)

Cas «P»

La tension maximale autorisée de la ligne aérienne de contact en Estonie est de 4 kV (réseaux en courant continu à 3 kV).

7.4.2.2. Particularités du réseau français

▼ M3

7.4.2.2.1. (inutilisé)

▼ B7.4.2.2.2. Sections de séparation de phases — Lignes sur lesquelles $v \geq 250$ km/h (4.2.15.2)

Cas «P»

En cas de renouvellement/réaménagement des lignes à grande vitesse LN 1, 2, 3 et 4, une conception spéciale des sections de séparation de phases est autorisée.

7.4.2.3. Particularités du réseau italien

7.4.2.3.1. Sections de séparation de phases — Lignes sur lesquelles $v \geq 250$ km/h (4.2.15.2)

Cas «P»

En cas de renouvellement/réaménagement de la ligne à grande vitesse Rome-Naples, une conception spéciale des sections de séparation de phases est autorisée.

7.4.2.4. Particularités du réseau letton

7.4.2.4.1. Tension et fréquence (4.2.3)

Cas «P»

La tension maximale autorisée de la ligne aérienne de contact en Lettonie est de 4 kV (réseaux en courant continu à 3 kV).

7.4.2.5. Particularités du réseau lituanien

7.4.2.5.1. Comportement dynamique et qualité du captage de courant (4.2.12)

Cas «P»

Pour les modèles de ligne aérienne de contact existants, l'espace pour le soulèvement du bras de rappel est calculé selon des règles techniques nationales notifiées à cet effet.

▼ M3

7.4.2.6. (inutilisé)

▼ B

7.4.2.7. Particularités du réseau espagnol

▼ M3

7.4.2.7.1. (inutilisé)

▼ B7.4.2.7.2. Sections de séparation de phases — Lignes sur lesquelles $v \geq 250$ km/h (4.2.15.2)

Cas «P»

Dans le cas du réaménagement/renouvellement des lignes à grande vitesse existantes, la conception spéciale des sections de séparation de phases doit être maintenue.

▼ **M3**

7.4.2.8. (inutilisé)

7.4.2.9. (inutilisé)

▼ **B**

7.4.2.10. Particularités du réseau Eurotunnel

7.4.2.10.1. Hauteur du fil de contact (4.2.9.1)

Cas «P»

Pour le réaménagement ou le renouvellement du sous-système «énergie» existant, il est permis de concevoir la hauteur du fil de la ligne aérienne de contact conformément aux règles techniques notifiées à cet effet.

▼ **M1**

▼B*Appendice A***Évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité****A.1 CHAMP D'APPLICATION**

Le présent appendice couvre l'évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité (ligne aérienne de contact) du sous-système «énergie».

Pour les constituants d'interopérabilité existants, il y a lieu de suivre la procédure décrite au point 6.1.2.

A.2 CARACTÉRISTIQUES

Les caractéristiques du constituant d'interopérabilité à évaluer en appliquant les modules CB ou CH1 sont marquées d'une croix (X) au tableau A.1. La phase de production doit être évaluée dans le cadre du sous-système.

*Tableau A.1***Évaluation du constituant d'interopérabilité «ligne aérienne de contact»**

Caractéristique — point	Évaluation lors de la phase suivante			
	Phase de conception et de développement			Phase de production
	Revue de la conception	Revue du procédé de fabrication	Essai (²)	Qualité du produit (production en série)
Géométrie de la LAC — 5.2.1.1	X	s.o.	s.o.	s.o.
Effort de contact moyen — 5.2.1.2 (¹)	X	s.o.	s.o.	s.o.
Comportement dynamique — 5.2.1.3	X	s.o.	X	s.o.
Espace pour le soulèvement du bras de rappel — 5.2.1.4	X	s.o.	X	s.o.
Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact — 5.2.1.5	X	s.o.	s.o.	s.o.
Courant à l'arrêt — 5.2.1.6	X	s.o.	► M3 X (uniquement pour les systèmes en courant continu) ◀	s.o.
Matériau du fil de contact — 5.2.1.7	X	s.o.	s.o.	s.o.

s.o.: sans objet

(¹) La mesure de l'effort de contact est intégrée au processus d'évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant.

(²) Tel que défini au point 6.1.4 relatif à une procédure d'évaluation particulière applicable au constituant d'interopérabilité «ligne aérienne de contact».

▼ **B**

Appendice B

Vérification «CE» du sous-système «énergie»

B.1 CHAMP D'APPLICATION

Le présent appendice décrit la vérification «CE» du sous-système «énergie».

B.2 CARACTERISTIQUES

Les caractéristiques du sous-système à évaluer dans les différentes phases de conception, d'installation et de fonctionnement sont indiquées par une croix (X) dans le tableau B.1.

Tableau B.1

Vérification «CE» du sous-système «énergie»

Paramètres fondamentaux	Phase d'évaluation			
	Phase de conception et de développement	Phase de production		
		Revue de la conception	Construction, assemblage, montage	Assemblage (avant mise en service)
Tension et fréquence — 4.2.3	X	s.o.	s.o.	s.o.
► M3 Performance de l'alimentation électrique de traction — 4.2.4 ◀	X	s.o.	s.o.	s.o.
► M3 systèmes en courant continu uniquement: Courant à l'arrêt — 4.2.5 ◀	X ⁽¹⁾	s.o.	s.o.	s.o.
Freinage par récupération — 4.2.6	X	s.o.	s.o.	s.o.
Mesures de coordination de la protection électrique — 4.2.7	X	s.o.	X	s.o.
Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif — 4.2.8	X	s.o.	s.o.	s.o.
Géométrie de la ligne aérienne de contact — 4.2.9	X ⁽¹⁾	s.o.	s.o. ⁽³⁾	s.o.
Gabarit du pantographe — 4.2.10	X	s.o.	s.o.	s.o.
Effort de contact moyen — 4.2.11	X ⁽¹⁾	s.o.	s.o.	s.o.
Comportement dynamique et qualité du captage de courant — 4.2.12	X ⁽¹⁾	s.o.	X ⁽²⁾ ⁽³⁾	s.o. ⁽²⁾
Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact — 4.2.13	X ⁽¹⁾	s.o.	s.o.	s.o.
Matériau du fil de contact — 4.2.14	X ⁽¹⁾	s.o.	s.o.	s.o.
Sections de séparation de phases — 4.2.15	X	s.o.	s.o.	s.o.
Sections de séparation de systèmes — 4.2.16	X	s.o.	s.o.	s.o.

▼ B

Paramètres fondamentaux	Phase d'évaluation			
	Phase de conception et de développement	Phase de production		
	Revue de la conception	Construction, assemblage, montage	Assemblage (avant mise en service)	Validation en vraie grandeur
Système au sol de collecte des données sur l'énergie — 4.2.17	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
Moyens de protection contre les chocs électriques — 4.2.18	X	X ⁽⁴⁾	X ⁽⁴⁾	s.o.
Règles de maintenance — 4.5	s.o.	s.o.	X	s.o.

s.o.: sans objet

(¹) À n'effectuer que si la ligne aérienne de contact n'a pas été évaluée comme constituant d'interopérabilité.

(²) La validation en vraie grandeur n'est effectuée que lorsque la validation au cours de la phase «Assemblage (avant mise en service)» n'est pas possible.

(³) À effectuer comme méthode d'évaluation alternative si le comportement dynamique de la LAC (intégration dans le sous-système) n'est pas mesuré (voir point 6.2.4.5).

(⁴) À effectuer si la vérification n'est pas effectuée par un autre organisme indépendant.

▼ M3

Appendice C

Inutilisé

▼ M3

Appendice D

Spécification du gabarit du pantographe statique (système ferroviaire à l'écartement de voie 1 520 mm)

▼ B

Cette spécification s'applique dans les États membres qui acceptent le profil de pantographe conformément au point 4.2.8.2.9.2.3 de la STI LOC et MRV.

Le gabarit du pantographe doit être conforme à la figure D.3 et au tableau D.1.

▼ C2

Figure D.3

Gabarit statique du pantographe pour le système ferroviaire à l'écartement de voie 1 520 mm

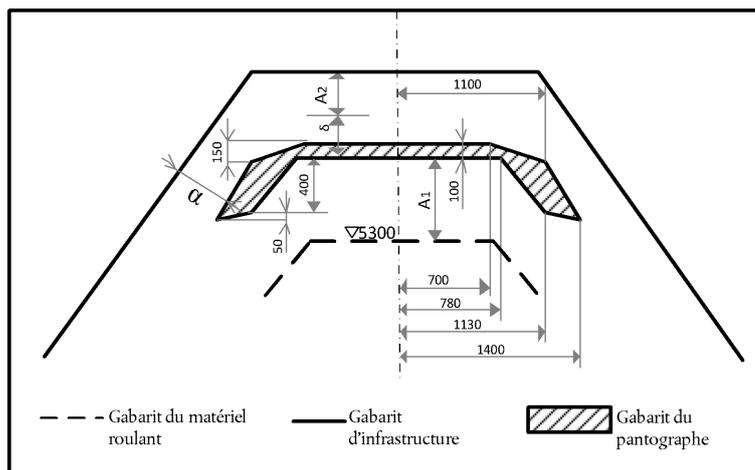




Tableau D.1

Distances entre les parties sous tension de la LAC et le pantographe, et les parties mises à la terre du matériel roulant et les installations fixes pour le système ferroviaire à l'écartement de voie 1 520 mm

Tension du système de lignes de contact par rapport au sol [kV]	Hauteur libre verticale A_1 entre le matériel roulant et la position la plus basse du fil de contact [mm]			Hauteur libre verticale A_2 entre les parties sous tension de la LAC et les parties mises à la terre [mm]		Espacement latéral α entre les parties sous tension du pantographe et les parties mises à la terre [mm]		Distance verticale δ pour les parties sous tension de la LAC [mm]			
	Normale		Minimale autorisée pour les voies de gare courantes et principales non prévues pour les trains en attente	Normale	Minimale autorisée	Normale	Minimale autorisée	Sans fils caténares		Avec fils caténares	
	Voies de gare courantes et principales non prévues pour les trains en attente	Autres voies de gare						Normale	Minimale autorisée	Normale	Minimale autorisée
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5 – 4	450	950	250	200	150	200	150	150	100	300	250
6 – 12	450	950	300	250	200	220	180	150	100	300	250
25	450	950	375	350	300	250	200	150	100	300	250

▼ M3

Appendice E

Liste des normes mentionnées en référence

Index	Caractéristiques à évaluer	Point de la STI	Point de la norme obligatoire
[1]	EN 50388-1:2022 Applications ferroviaires – Installations fixes et matériel roulant – Critères techniques pour la coordination entre les systèmes électriques de traction et le matériel roulant pour réaliser l’interopérabilité – Partie 1: Généralités		
[1.1]	Performance de l’alimentation électrique de traction	4.2.4	8.2
[1.2]	Freinage par récupération	4.2.6	12.2.2.
[1.3]	Mesures de coordination de la protection électrique	4.2.7	11.2 et 11.3, points 2 et 3
[1.4]	Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d’alimentation électrique de traction en courant alternatif	4.2.8 (2)	10.3 – tableau 6
[1.5]	Évaluation de la performance de l’alimentation électrique de traction	6.2.4.1 <i>bis</i>	8.4
[1.6]	Évaluation du freinage par récupération	6.2.4.2, point 1)	15.6.2.
[1.7]	Évaluation des mesures de coordination de la protection électrique	6.2.4.3	15.5.1.2 et 15.5.2.1
[1.8]	Évaluation des harmoniques et des effets dynamiques pour les systèmes d’alimentation électrique de traction en courant alternatif	6.2.4.4, point 1)	10.3
[1.9]	Évaluation des harmoniques et des effets dynamiques pour les systèmes d’alimentation électrique de traction en courant alternatif	6.2.4.4, point 3)	10.3
[2]	EN 50367 2020+A1:2022 Applications ferroviaires – Installations fixes de traction et matériel roulant – Critères techniques d’interaction entre le pantographe et la ligne aérienne de contact		
[2.1]	Courant à l’arrêt	4.2.5	7.2 – tableau 5
[2.2]	Débattement latéral maximal	4.2.9.2, point 1)	5.2.5
[2.3]	Gabarit cinématique mécanique du pantographe	4.2.10, point 1)	5.2.2.
[2.4]	Effort de contact moyen	4.2.11, points 2) et 3)	Tableau 6
[2.5]	Espacement des pantographes pour le modèle de ligne aérienne de contact	4.2.13	8.2.2 – tableau 9
[2.6]	Sections de séparation de phases — Généralités — longueur D de la section neutre	4.2.15.1, point 2)	4
[2.7]	Lignes sur lesquelles $v \geq 250$ km/h	4.2.15.2, point a)	Annexe A.1.2
[2.8]	Lignes sur lesquelles $v \geq 250$ km/h	4.2.15.2, point b)	Annexe A.1.4
[2.9]	Lignes sur lesquelles $v < 250$ km/h	4.2.15.3	Annexe A.1
[2.10]	Sections de séparation de systèmes — Généralités — longueur D de la section neutre	4.2.16.1, point 3)	4
[2.11]	Évaluation du courant à l’arrêt (systèmes en courant continu uniquement)	6.1.4.2	Annexe A.3

▼ **M3**

Index	Caractéristiques à évaluer	Point de la STI	Point de la norme obligatoire
[3]	EN 50119:2020 Applications ferroviaires — Installations fixes — Lignes aériennes de contact pour la traction électrique		
[3.1]	Hauteur minimale du fil de contact à la conception	4.2.9.1, point 1)	5.10.4
[3.2]	Hauteur maximale du fil de contact à la conception	4.2.9.1, point 1) (note ⁽¹⁾)	figure 3
[3.3]	Rapport avec le débattement du pantographe	4.2.9.1, point 2)	figure 3
[3.4]	Comportement dynamique et qualité du captage de courant	4.2.12, point 2)	5.10.2.
[3.5]	Comportement dynamique et qualité du captage de courant	4.2.12, point 3)	5.2.5.2 – tableau 4
[3.6]	Sections de séparation de phases — calcul de D, débattements	4.2.15.1, point 2)	5.1.3
[3.7]	Sections de séparation de systèmes — calcul de D, débattements	4.2.16.1, point 3)	5.1.3
[3.8]	Sections de séparation de systèmes — pantographes soulevés	4.2.16.2, point 2)	5.10.3
[4]	EN 50122-1:2022 Applications ferroviaires — Installations fixes — Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour — Partie 1: Moyens de protection contre les chocs électriques		
[4.1]	Hauteur du fil de contact	4.2.9.1, point 3)	5.2.5 et 5.2.7
[4.2]	Moyens de protection contre les chocs électriques	4.2.18	5.1 et dans les zones accessibles au public: — 5.2.1, 5.2.2, ou — 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4
[4.3]	Limites de la tension en courant alternatif	4.2.18	9.2.2.2, 9.2.2.4
[4.4]	Limites de la tension en courant continu	4.2.18	9.3.2.2, 9.3.2.4
[5]	EN 50149:2012 Applications ferroviaires — Installations fixes — Traction électrique — Fil de contact rainuré en cuivre et en cuivre allié		
[5.1]	Matériau des fils de contact	4.2.14, point 3)	4.2 (à l'exclusion de la référence à l'annexe B de la norme), 4.3 et 4.6 à 4.8
[6]	EN 50463-3:2017 Applications ferroviaires — Mesure d'énergie à bord des trains — Partie 3: Traitement des données		
[6.1]	Système au sol de collecte des données énergétiques	4.2.17, point 2)	4.12
[7]	EN 50463-4:2017 Applications ferroviaires — Mesure d'énergie à bord des trains — Partie 4: Communication		
[7.1]	Système au sol de collecte des données énergétiques	4.2.17, point 3)	4.3.6 et 4.3.7

▼ **M3**

Index	Caractéristiques à évaluer	Point de la STI	Point de la norme obligatoire
[8]	EN 50318:2018 +A1:2022 Applications ferroviaires — Systèmes de captage de courant — Validation des simulations de l'interaction dynamique entre le pantographe et la ligne aérienne de contact		
[8.1]	Évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant – Outil de simulation	6.1.4.1, point 1)	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
[9]	EN 50317:2012 +A1:2022 Applications ferroviaires — Systèmes de captage de courant — Prescriptions et validation des mesures de l'interaction dynamique entre le pantographe et la ligne aérienne de contact		
[9.1]	Évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant — Mesure	6.1.4.1, point 1)	5, 6, 7, 8, 9
[9.2]	Évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant (intégration dans un sous-système)	6.2.4.5, point 2)	5, 6, 7, 8, 9

▼ B

Appendice F

Liste des points ouverts

▼ M1

Supprimé intentionnellement

▼ **B**

Terme	Abr.	Définition
Hauteur nominale du fil de contact		Une valeur nominale de la hauteur du fil de contact au niveau d'un support en situation normale
Tension nominale		Tension caractérisant une installation ou partie d'installation
Service normal		Service selon l'horaire prévu
Système au sol de collecte des données sur l'énergie (service de collecte des données)		Service au sol de collecte de données compilées sur la facturation de l'énergie consommée à partir d'un système de mesure de l'énergie
Ligne aérienne de contact	LAC	Ligne électrique destinée à alimenter des véhicules en énergie électrique par l'intermédiaire d'organes de prise de courant montés en toiture et constituée par des conducteurs placés au-dessus (ou à côté) de la limite supérieure du gabarit des véhicules
Contour de référence		Un contour associé à chaque gabarit présentant la forme d'une section transversale et utilisée comme référence pour l'élaboration des règles de dimensionnement de l'infrastructure, d'une part, et du véhicule, d'autre part
Circuit de retour du courant		Tous les conducteurs qui forment l'itinéraire prévu de retour du courant de traction.
Effort de contact statique		Effort vertical moyen exercé vers le haut par la tête de pantographe sur la LAC et causé par le dispositif de soulèvement du pantographe alors que le pantographe est soulevé et que le véhicule est à l'arrêt