Ce document constitue un outil de documentation et n'engage pas la responsabilité des institutions

►B

RÈGLEMENT (UE) Nº 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)

(JO L 356 du 12.12.2014, p. 179)

Rectifié par:

►C1 Rectificatif, JO L 13 du 20.1.2015, p. 13 (1301/2014)

▼B

RÈGLEMENT (UE) Nº 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)

LA COMMISSION EUROPÉENNE,

vu le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne,

vu la directive 2008/57/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de la Communauté ([1]), et notamment son article 6, paragraphe 1,

considérant ce qui suit:

(1) Conformément à l'article 12 du règlement (CE) nº 881/2004 du Parlement européen et du Conseil ([2]), l'Agence ferroviaire européenne (ci-après l'«Agence») veille à ce que les spécifications techniques d'interopérabilité (ci-après les «STI») soient adaptées au progrès technique et aux évolutions du marché et des exigences sociales et propose à la Commission les projets d'adaptation des STI qu'elle estime nécessaires.

(2) Par la décision C(2010) 2576 du 29 avril 2010, la Commission a donné mandat à l'Agence pour développer et réviser les STI en vue d'étendre leur champ d'application à l'ensemble du système ferroviaire de l'Union. En vertu de ce mandat, l'Agence a été invitée à étendre à l'ensemble du système ferroviaire de l'Union le champ d'application de la STI relative au sous-système «énergie».

(3) Le 24 décembre 2012, l'Agence a émis une recommandation sur les modifications de la STI relative au sous-système «énergie» (ERA/REC/11-2012/INT).

(4) Afin de suivre l'évolution technologique et d'encourager la modernisation, il convient de promouvoir des solutions innovantes et d'autoriser leur mise en œuvre, dans certaines conditions. Si une solution innovante est proposée, le fabricant ou son mandataire devrait indiquer en quoi elle s'écarte des dispositions pertinentes de la STI ou les complète, et la solution devrait être évaluée par la Commission. Si l'issue de cette évaluation est positive, l'Agence devrait élaborer les spécifications fonctionnelles et d'interface applicables à cette solution innovante et développer les méthodes d'évaluation pertinentes.

([1]) JO L 191 du 18.7.2008, p. 1.

([2]) Règlement (CE) nº 881/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 instituant une Agence ferroviaire européenne (JO L 164 du 30.4.2004, p. 1).

▼B

(5) La STI «énergie» établie par le présent règlement ne couvre pas toutes les exigences essentielles. Conformément à l'article 5, paragraphe 6, de la directive 2008/57/CE, les aspects techniques qui ne sont pas couverts devraient être recensés en tant que «points ouverts» relevant de règles nationales applicables dans chaque État membre.

(6) Conformément à l'article 17, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE, les États membres sont tenus de communiquer à la Commission et aux autres États membres les procédures d'évaluation de la conformité et de vérification en usage pour les cas spécifiques, ainsi que les organismes chargés d'appliquer ces procédures. Il y a lieu de prévoir la même obligation en ce qui concerne les points ouverts.

(7) À l'heure actuelle, le trafic ferroviaire est régi par des accords nationaux, bilatéraux, multilatéraux ou internationaux existants. Il importe que ces accords n'entravent pas les progrès actuels et futurs vers l'interopérabilité. Les États membres devraient donc notifier les accords de ce type à la Commission.

(8) Conformément à l'article 11, paragraphe 5, de la directive 2008/57/CE, la STI «énergie» devrait permettre, pour une durée limitée, d'incorporer des constituants d'interopérabilité dans des sous-systèmes sans certification pour autant que certaines conditions soient remplies.

(9) Il convient donc d'abroger les décisions de la Commission 2008/284/CE ([1]) et 2011/274/UE ([2]).

(10) Pour éviter les coûts et charges administratives supplémentaires inutiles, les décisions 2008/284/CE et 2011/274/UE devraient rester applicables, après leur abrogation, aux sous-systèmes et projets visés à l'article 9, paragraphe 1, point a), de la directive 2008/57/CE.

(11) Afin de garantir l'interopérabilité du sous-système «énergie», il y a lieu d'élaborer un plan de mise en œuvre progressive.

(12) Les données provenant de systèmes embarqués de mesure de la consommation d'énergie étant collectées par un système de collecte de données, les États membres devraient veiller à ce qu'un système capable de recevoir des données de ce type soit mis au point et accepté à des fins de facturation.

([1]) Décision 2008/284/CE de la Commission du 6 mars 2008 concernant une spécification technique d'interopérabilité relative au sous-système «énergie» du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse (JO L 104 du 14.4.2008, p. 1).

([2]) Décision 2011/274/UE de la Commission du 26 avril 2011 concernant une spécification technique d'interopérabilité relative au sous-système «énergie» du système ferroviaire transeuropéen conventionnel (JO L 126 du 14.5.2011, p. 1).

▼B

(13) Les mesures prévues par le présent règlement sont conformes à l'avis du comité institué conformément à l'article 29, paragraphe 1, de la directive 2008/57/CE,

A ADOPTÉ LE PRÉSENT RÈGLEMENT:

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 point 2.2 de l'annexe II de la directive 2008/57/CE.

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 1er 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 1er janvier 2015, sauf lorsqu'elle fait l'objet d'un renouvellement ou d'un réaménagement conformément à l'article 20 de la directive 2008/57/CE et au point 7.3 de l'annexe.

4. La STI s'applique aux réseaux suivants:

a) le réseau du système ferroviaire transeuropéen conventionnel tel que défini à l'annexe I, point 1.1, de la directive 2008/57/CE;

b) le réseau du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse tel que défini à l'annexe I, point 2.1, de la directive 2008/57/CE;

c) d'autres parties du réseau du système ferroviaire dans l'Union,

à l'exclusion des cas visés à l'article 1er, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE.

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.

▼B

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

Article 3

Points ouverts

1. En ce qui concerne les aspects classés comme «points ouverts» énumérés à l'appendice F de la STI, les conditions à respecter pour la vérification de l'interopérabilité en application de l'article 17, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE sont les règles nationales applicables dans l'État membre qui autorise la mise en service du sous-système couvert par le présent règlement.

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, à moins qu'elles ne leur aient déjà été communiquées en application des décisions 2008/284/CE et 2011/274/UE de la Commission:

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;

c) les organismes désignés conformément à l'article 17, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE pour accomplir les procédures d'évaluation de la conformité et de vérification des points ouverts.

Article 4

Cas spécifiques

1. En ce qui concerne les cas spécifiques visés au point 7.4.2 de l'annexe du présent règlement, les conditions à respecter pour la vérification de l'interopérabilité en application de l'article 17, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE sont les règles nationales applicables dans l'État membre autorisant la mise en service du sous-système couvert par le présent règlement.

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;

c) les organismes désignés conformément à l'article 17, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE pour accomplir les procédures d'évaluation de la conformité et de vérification dans les cas spécifiques visés 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 1er 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

Conformément à l'article 9, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE, chaque État membre communique à la Commission, dans l'année qui suit l'entrée en vigueur du présent règlement, la liste des projets qui se déroulent sur son territoire et sont à un stade avancé de développement.

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 l'article 18 de la directive 2008/57/CE;

▼B

b) en vertu de l'article 16, paragraphe 2, point c), de la directive 2004/49/CE du Parlement européen et du Conseil ([1]), 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 l'article 18 de la directive 2004/49/CE.

4. À compter du 1er 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]).

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.

([1]) Directive 2004/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant la sécurité des chemins de fer communautaires et modifiant la directive 95/18/CE du Conseil concernant les licences des entreprises ferroviaires, ainsi que la directive 2001/14/CE concernant la répartition des capacités d'infrastructure ferroviaire, la tarification de l'infrastructure ferroviaire et la certification en matière de sécurité (directive sur la sécurité ferroviaire) (JO L 164 du 30.4.2004, p. 44).

([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

Sans préjudice de l'article 20 de la directive 2008/57/CE, 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.

2. En vertu de l'article 20 de la directive 2008/57/CE, si une nouvelle autorisation est requise et si la STI n'est pas pleinement appliquée, les États membres notifient à la Commission les informations suivantes:

— le motif pour lequel la STI n'est pas entièrement appliquée,

— les caractéristiques techniques qui s'appliquent en lieu et place de la STI,

— les organismes chargés d'appliquer la procédure de vérification visée à l'article 18 de la directive 2008/57/CE.

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 l'article 20 de la directive 2008/57/CE 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.

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) nº 1302/2014 de la Commission [1] (nouvelle STI LOC&PAS), 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 deux ans après la clôture des points ouverts mentionnés au point 4.2.17 de l'annexe. 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 doit se faire en tenant compte de la législation en vigueur concernant le marché de l'énergie.

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.

[1] Règlement (UE) nº 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 de l'Union européenne (voir p. 228 du présent Journal officiel).

▼B

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 l'article 6 de la directive 2008/57/CE. 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 la directive 2008/57/CE 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 1er 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 1er 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 1er janvier 2015.

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

▼B

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

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. Dispositions générales

4.2.2. Paramètres fondamentaux caractérisant le sous-système «énergie»

4.2.3. Tension et fréquence

4.2.4. Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation

4.2.5. Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains 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. Application de la STI aux lignes ferroviaires

7.2. Application de la présente STI aux lignes ferroviaires nouvelles, réaménagées ou renouvelées

▼B

7.2.1. Introduction

7.2.2. Plan de mise en œuvre pour la tension et la fréquence

7.2.3. Plan de mise en œuvre pour la géométrie de la LAC

7.2.4. Mise en œuvre du système au sol de collecte des données sur l'énergie

7.3. Application de la présente STI aux lignes existantes

7.3.1. Introduction

7.3.2. Réaménagement/renouvellement de la LAC et/ou de l'alimentation électrique

7.3.3. Paramètres associés à la maintenance

7.3.4. Sous-système existant qui ne fait pas l'objet d'un projet de renouvellement ou de réaménagement

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 — Tension moyenne utile

Appendice D — Spécification du gabarit de pantographe

Appendice E — Liste des normes mentionnées en référence

Appendice F — Liste des points ouverts

Appendice G — Glossaire

▼B

1. INTRODUCTION

1.1. **Champ d'application technique**

1) La présente STI concerne le sous-système «énergie» et une partie du sous-système «maintenance» du système ferroviaire de l'Union conformément à l'article 1er de la directive 2008/57/CE.

2) Le sous-système «énergie» est décrit à l'annexe II, point 2.2, de la directive 2008/57/CE.

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

1.2. **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**

1) Conformément à l'article 5, paragraphe 3, de la directive 2008/57/CE, la présente STI:

a) indique le champ d'application visé (point 2);

b) précise les exigences essentielles pour le sous-système «énergie» (point 3);

c) établit les spécifications fonctionnelles et techniques à respecter par le sous-système et ses 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) définit le plan 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 la maintenance du sous-système ainsi que pour la mise en œuvre de la présente STI (point 4).

2) Conformément à l'article 5, paragraphe 5, de la directive 2008/57/CE, des dispositions relatives aux cas spécifiques sont indiquées au point 7.

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.

▼B

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:

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 adapté aux trains. Du côté secondaire, les sous-stations sont connectées au système de lignes de contact ferroviaires;

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».

3) Conformément à l'annexe II, point 2.2, de la directive 2008/57/CE, 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.

2.1.1. *Alimentation électrique*

1) Le système d'alimentation électrique sert à alimenter chaque train en courant nécessaire pour respecter l'horaire prévu.

2) Les paramètres fondamentaux pour le système d'alimentation électrique sont définis au point 4.2.

2.1.2. *Géométrie de la ligne aérienne de contact (LAC) et qualité du captage de courant*

1) L'objectif est de garantir la fiabilité et la continuité du transfert de courant entre le système d'alimentation électrique 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».

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 directive 2008/57/CE.

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	Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation	—	—	—	—	1.5 2.2.3	—
4.2.5	Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains 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	—

▼B

STI Point	Intitulé du point de la STI	Sécurité	Fiabilité et disponibilité	Santé	Protection de l'environnement	Compatibilité technique	Accessibilité
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	—
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 directive 2008/57/CE, 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**

4.2.1. *Dispositions générales*

Les performances à réaliser par le sous-système «énergie» correspondent au minimum aux performances requises du système ferroviaire en ce qui concerne:

a) la vitesse limite de ligne;

b) le ou les types de train;

c) les exigences de service ferroviaire;

d) la puissance appelée par les trains au niveau des pantographes.

4.2.2. *Paramètres fondamentaux caractérisant le sous-système «énergie»*

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

4.2.2.1. Alimentation électrique

a) Tension et fréquence (4.2.3)

b) Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation (4.2.4)

c) Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains 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)

4.2.3. *Tension et fréquence*

1) La tension et la fréquence du sous-système «énergie» doivent correspondre à l'un des quatre systèmes d'alimentation suivants, conformément au point 7:

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.

2) Les valeurs et les limites de la tension et de la fréquence doivent être conformes à la clause 4 de la norme EN 50163:2004 pour le système sélectionné.

4.2.4. *Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation*

Les paramètres suivants sont pris en considération:

a) le courant maximal du train (4.2.4.1);

b) le facteur de puissance des trains et la tension moyenne utile (4.2.4.2).

4.2.4.1. Courant maximal du train

Le sous-système «énergie» doit être conçu de manière à garantir la capacité de l'alimentation électrique à atteindre la performance spécifiée et à autoriser le fonctionnement des trains à une puissance inférieure à 2 MW, sans limitation d'alimentation électrique ou de courant.

▼B

4.2.4.2. Tension moyenne utile

La tension moyenne utile calculée «au pantographe» doit être conforme à la norme EN 50388:2012, clause 8 (à l'exception de la clause 8.3, qui est remplacée par le point C.1 de l'appendice C). La simulation doit tenir compte des valeurs du facteur réel de puissance des trains. Le point C.2 de l'appendice C contient des informations supplémentaires à celles fournies dans la clause 8.2 de la norme EN 50388:2012.

4.2.5. *Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains à l'arrêt*

1) La LAC des systèmes en courant continu doit être conçue de manière à supporter une intensité de 300 A (pour un système d'alimentation de 1,5 kV) et de 200 A (pour un système d'alimentation de 3 kV) par pantographe lorsque le train est à l'arrêt.

2) La capacité de transport de courant à l'arrêt doit être assurée pour la valeur d'essai de l'effort de contact statique défini dans le tableau 4 de la clause 7.2 de la norme EN 50367:2012.

3) La LAC doit être conçue en tenant compte des limites de température conformément à la norme EN 50119:2009, clause 5.1.2.

4.2.6. *Freinage par récupération*

1) L'alimentation électrique des systèmes en courant alternatif doit être conçue de façon à autoriser l'utilisation du freinage par récupération permettant d'échanger du courant de manière transparente soit avec d'autres trains soit d'une quelconque autre manière.

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.

4.2.7. *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 norme EN 50388:2012, clause 11.

4.2.8. *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.

2) Afin d'assurer la compatibilité du système électrique, les surtensions générées par les harmoniques doivent être inférieures aux valeurs critiques selon la norme EN 50388:2012, clause 10.4.

▼B

4.2.9. *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 7.2.3 de la présente STI.

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.

4.2.9.1. Hauteur du fil de contact

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

Tableau 4.2.9.1

Hauteur du fil de contact

Description	v ≥ 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 norme EN 50119:2009, clause 5.10.5, 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 norme EN 50119:2009, figure 1, 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 norme EN 50119:2009, figure 1.

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 norme EN 50122-1:2011, clauses 5.2.4 et 5.2.5.

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

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 aux valeurs figurant dans le tableau 4.2.9.2.

▼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)
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.

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

Pour les États membres appliquant le profil du pantographe conformément à la STI LOC et MRV, point 4.2.8.2.9.2.3, 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) Aucun élément du sous-système «énergie» ne doit entrer dans le gabarit cinématique mécanique de pantographe (voir l'appendice D, figure D.2), à l'exception de la ligne de contact et du bras de rappel.

2) Le gabarit cinématique mécanique de pantographe pour les lignes interopérables est déterminé au moyen de la méthode illustrée à l'appendice D.1.2 et des profils des pantographes définis dans la STI LOC et MRV, points 4.2.8.2.9.2.1 et 4.2.8.2.9.2.2.

3) Ce gabarit doit être calculé en utilisant une méthode cinématique avec des valeurs:

a) pour les oscillations du pantographe au point de vérification le plus bas — e_{pu} –, de 0,110 m à une hauteur de 5,0 m (h'_u = 5,0 m) et

b) pour les oscillations du pantographe au point de vérification le plus élevé — e_{po} –, de 0,170 m à une hauteur de 6,5 m (h'_o = 6,5 m),

conformes au point D.1.2.1.4 de l'appendice D, et à d'autres valeurs conformes au point D.1.3 de l'appendice D.

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

Pour les États membres appliquant le profil du pantographe conformément à la STI LOC et MRV, point 4.2.8.2.9.2.3, le gabarit statique disponible pour le pantographe est défini au point D.2 de l'appendice D.

▼B

4.2.11. *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.

2) Les plages de F_m pour chacun des systèmes d'alimentation électrique sont définies dans le tableau 6 de la norme EN 50367:2012.

3) Les lignes aériennes de contact doivent être conçues de façon à pouvoir soutenir la limite de conception supérieure de F_m précisée dans le tableau 6 de la norme EN 50367:2012.

4) Les courbes s'appliquent à des vitesses inférieures ou égales à 320 km/h. Pour des vitesses supérieures à 320 km/h, les procédures énoncées au point 6.1.3 s'appliquent.

4.2.12. *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 ≥ 250 [km/h]	250 > v > 160 [km/h]	v ≤ 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)	≤ 0,2	≤ 0,1 pour les systèmes en courant alternatif ≤ 0,2 pour les systèmes en courant continu	≤ 0,1

2) S_0 est la valeur calculée, simulée ou mesurée du soulèvement du fil de contact au droit du bras de rappel, engendré en service normal avec un ou plusieurs pantographes appliquant la limite supérieure de F_m à la vitesse maximale de la ligne. 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 norme EN 50119:2009, clause 5.10.2).

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 norme EN 50119:2009, tableau 4, clause 5.2.5.2. 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 un minimum de deux pantographes fonctionnant de façon contiguë, de manière que l'espacement minimal de ligne de centre à ligne de centre des têtes de pantographes adjacents soit égal ou inférieur aux valeurs figurant dans l'une des colonnes «A», «B» ou «C» choisie dans le tableau 4.2.13.

▼B

Tableau 4.2.13

Espacement des pantographes pour le modèle de LAC

Vitesse de conception [km/h]	Distance minimale avec un système en courant alternatif [m]			Distance minimale avec un système en courant continu 3 kV [m]			Distance minimale avec un système en courant continu 1,5 kV [m]		
Type	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$v \geq 250$	200			200			200	200	35
$160 < v < 250$	200	85	35	200	115	35	200	85	35
$120 < v \leq 160$	85	85	35	20	20	20	85	35	20
$80 < v \leq 120$	20	15	15	20	15	15	35	20	15
$v \leq 80$	8	8	8	8	8	8	20	8	8

4.2.14. *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.

3) Les matériaux admissibles pour les fils de contact sont le cuivre et l'alliage de cuivre. Les fils de contact doivent satisfaire aux exigences de la norme EN 50149:2012, clauses 4.2 (à l'exclusion de la référence à l'annexe B de la norme), 4.3 et 4.6 à 4.8.

4.2.15. *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'énergie absorbée par le train (traction, auxiliaires et courant à vide du transformateur) doit être ramenée à zéro 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 norme EN 50367:2012, clause 4. Pour le calcul de D, il y a lieu de prendre en considération les débattements conformément à la norme EN 50119:2009, clause 5.1.3, et un soulèvement de S_0.

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

Deux types de conceptions de sections de séparation de phases peuvent être adoptés, à savoir:

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 le détail des exigences, voir la norme EN 50367:2012, annexe A.1.2; ou

b) une séparation de phases plus courte, avec trois sections tampons isolées, comme indiqué dans la norme EN 50367:2012, annexe A.1.4. La longueur totale de la section neutre est inférieure à 142 m, débattements et tolérances compris.

▼B

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 norme EN 50367: 2012, annexe A.1. Si une autre solution est proposée, il convient de démontrer que cette solution est au moins aussi fiable.

4.2.16. *Sections de séparation de systèmes*

4.2.16.1. Généralités

1) La conception des sections de séparation de systèmes doit garantir que les trains peuvent évoluer d'un système d'alimentation électrique 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.

3) La longueur totale D des sections neutres est définie dans la norme EN 50367:2012, clause 4. Pour le calcul de D, il y a lieu de prendre en considération les débattements conformément à la norme EN 50119:2009, clause 5.1.3, et un soulèvement de S_0.

4.2.16.2. Pantographes soulevés

1) L'énergie absorbée par le train (traction, auxiliaires et courant à vide du transformateur) doit être ramenée à zéro avant l'entrée dans la section de séparation de systèmes.

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;

   b) des dispositions appropriées doivent être prises dans le sous-système «énergie» afin d'éviter tout pontage des deux systèmes d'alimentation 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 norme EN 50119:2009, clause 5.10.3.

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.

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 par un pantographe soulevé par inadvertance.

▼B

4.2.17. *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 et MRV.

2) Le système au sol de collecte des données sur l'énergie doit pouvoir recevoir, stocker et exporter les données compilées sur la facturation de l'énergie consommée sans les corrompre.

3) La spécification relative aux protocoles d'interface entre les systèmes de mesure de l'énergie et le système au sol de collecte des données sur l'énergie et le format des données transférées constituent un point ouvert, qui, en tout état de cause, doit être clos dans un délai de 2 ans après l'entrée en vigueur du présent règlement.

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 norme EN 50122-1:2011+A1:2011, clauses 5.2.1 (uniquement pour les espaces publics), 5.3.1, 5.3.2, 6.1, 6.2 (à l'exclusion des exigences relatives aux connexions pour les circuits de voie); en ce qui concerne les limites de la tension en courant alternatif pour la sécurité des personnes, par la mise en conformité avec les points 9.2.2.1 et 9.2.2.2 de la norme; et en ce qui concerne les limites de la tension en courant continu, par la mise en conformité avec les points 9.3.2.1 et 9.3.2.2 de la norme.

4.3. **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
Paramètres de performance du système d'alimentation: — courant maximal des trains, — facteur de puissance des trains et la tension moyenne utile	4.2.4	Courant max. de la LAC Facteur de puissance	4.2.8.2.4 4.2.8.2.6
Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains 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

▼B

Référence dans la STI ENE		Référence dans la STI LOC et MRV	
Paramètre	Point	Paramètre	Point
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	Perturbations du système énergétique 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
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».

2) Les informations sont toutefois transmises par le sous-système «contrôle-commande et signalisation» (CCS). Par conséquent, l'interface de transmission est détaillée dans la STI CCS et dans la STI LOC et MRV.

▼B

3) Les informations pertinentes pour accomplir la commutation du disjoncteur, le changement de courant maximal du train, le changement de système d'alimentation électrique et la gestion du pantographe doivent être transmises par l'ERTMS lorsque la ligne en est équipée.

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

4.3.5. *Interface avec le sous-système «exploitation et gestion du trafic»*

Référence dans la STI ENE		Référence dans la STI OPE	
Paramètre	Point	Paramètre	Point
Courant maximal du train	4.2.4.1	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

4.4. **Règles d'exploitation**

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 18, paragraphe 3, et comme énoncé à l'annexe VI de la directive 2008/57/CE.

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 directive 2008/57/CE. 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.

5.2.1.5. 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.

▼B

5.2.1.6. Courant à l'arrêt

Pour les systèmes en courant continu, la ligne aérienne de contact doit être conçue pour satisfaire aux exigences définies dans le point 4.2.5.

5.2.1.7. 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 CONFORMITE DES CONSTITUANTS D'INTEROPERABILITE ET VERIFICATION «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

2) Les modules d'évaluation de la conformité des constituants d'interopérabilité doivent être choisis parmi ceux proposés dans le tableau 6.1.2.

▼B

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.

d) Le modèle de ligne aérienne de contact doit être évalué à l'aide d'un instrument de simulation validé selon la norme EN 50318:2002 et par des mesures conformément à la norme EN 50317:2012.

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.

▼B

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.

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.

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 soit l'effort de contact moyen et l'écart type soit le pourcentage d'amorçage d'arcs.

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.

([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

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.

6.1.4.2. Évaluation du courant à l'arrêt

Les évaluations de conformité doivent être faites conformément à la norme EN 50367:2012, annexe A.3 pour l'effort statique défini au point 4.2.5.

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

Conformément à l'annexe IV, point 3, de la directive 2008/57/CE, la déclaration «CE» de conformité doit être accompagnée d'une description des conditions d'utilisation:

a) vitesse de conception maximale;

b) tension et fréquence nominales;

c) intensité de courant nominal;

d) profil de pantographe accepté.

6.2. **Sous-système «énergie»**

6.2.1. *Dispositions générales*

1) À la requête du demandeur, l'organisme notifié procède à la vérification «CE» conformément à l'article 18 de la directive 2008/57/CE et aux dispositions des modules applicables.

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».

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

4) Le demandeur doit établir la déclaration «CE» de vérification pour le sous-système «énergie» conformément à l'article 18, paragraphe 1, et à l'annexe V de la directive 2008/57/CE.

6.2.2. *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).

▼B

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»*

6.2.4.1. Évaluation de la tension moyenne utile

1) L'évaluation doit se faire en conformité avec la norme EN 50388:2012, clause 15.4.

2) L'évaluation doit se faire uniquement dans le cas de sous-systèmes nouvellement construits ou réaménagés.

6.2.4.2. Évaluation du freinage par récupération

1) L'évaluation pour les installations fixes d'alimentation électrique en courant alternatif doit se faire conformément à la norme EN 50388:2012, clause 15.7.2.

2) L'évaluation de l'alimentation électrique 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 norme EN 50388:2012, clause 15.6.

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 norme EN 50388:2012, clause 10.3.

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.

3) L'organisme notifié doit évaluer si les critères de la norme EN 50388:2012, clause 10.4, sont respectés.

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.

2) Les mesures des paramètres d'interaction doivent être réalisées conformément à la norme EN 50317:2012.

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) Jusqu'au 31 mai 2021, un organisme notifié est autorisé à délivrer un certificat «CE» de vérification 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.

6.3.2. *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.

▼B

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;

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 17 de la directive 2008/57/CE.

6.3.3. *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 «ENERGIE»

Les États membres élaborent un plan national de mise en œuvre de la présente STI, en tenant compte de la cohérence de l'ensemble du système ferroviaire de l'Union européenne. Ce plan doit contenir toutes les lignes nouvelles, réaménagées ou renouvelées, conformément aux éléments mentionnés aux points 7.1 à 7.4 ci-dessous.

7.1. **Application de la STI aux lignes ferroviaires**

Les points 4 à 6 ainsi que les éventuelles dispositions particulières des points 7.2 et 7.3 ci-dessous sont intégralement applicables aux lignes relevant du champ d'application territorial de la présente STI qui seront mises en service en tant que lignes interopérables après l'entrée en vigueur de la présente STI.

7.2. **Application de la présente STI aux lignes ferroviaires nouvelles, réaménagées ou renouvelées**

7.2.1. *Introduction*

1) Aux fins du présent point, on entend par «nouvelle ligne» toute ligne qui crée un itinéraire aux endroits où il n'en existe encore aucun.

▼B

2) Les situations suivantes peuvent être considérées comme un réaménagement ou un renouvellement de lignes existantes:

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.

3) Conformément aux conditions énoncées à l'article 20, paragraphe 1, de la directive 2008/57/CE, le plan de mise en œuvre indique la manière dont les installations fixes existantes définies au point 2.1 doivent être adaptées dans les cas où cela s'avère économiquement justifié.

7.2.2. *Plan de mise en œuvre pour la tension et la fréquence*

1) Le choix du système d'alimentation électrique relève de la compétence des États membres. La décision doit être fondée sur des considérations économiques et techniques, en tenant compte au minimum des éléments suivants:

a) le système d'alimentation électrique existant dans l'État membre concerné;

b) tout raccordement à la ligne ferroviaire dans les pays voisins sur une alimentation électrique existante;

c) la puissance appelée.

2) Les nouvelles lignes d'une vitesse supérieure à 250 km/h doivent être dotées de l'un des systèmes en courant alternatif définis au point 4.2.3.

7.2.3. *Plan de mise en œuvre pour la géométrie de la LAC*

7.2.3.1. Portée du plan de mise en œuvre

Le plan de mise en œuvre des États membres doit tenir compte des éléments suivants:

a) suppression des différences de géométries des LAC;

b) tout raccordement aux géométries de LAC existantes dans les zones voisines;

c) les constituants d'interopérabilité LAC certifiés existants.

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

La LAC doit être conçue en tenant compte des règles suivantes.

a) Les nouvelles lignes 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 et MRV.

Si cela n'est pas possible, la LAC 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 et MRV.

▼B

b) Les lignes réaménagées ou renouvelées d'une vitesse égale ou 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 et MRV.

c) Autres cas: la LAC 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 et MRV.

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

La LAC 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 et MRV.

7.2.4. *Mise en œuvre du système au sol de collecte des données sur l'énergie*

Dans un délai de 2 ans après la clôture du point ouvert mentionné au point 4.2.17, les États membres veillent à ce qu'un système au sol de collecte des données sur l'énergie capable d'échanger des données compilées sur la facturation de l'énergie consommée soit mis en œuvre.

7.3. **Application de la présente STI aux lignes existantes**

7.3.1. *Introduction*

Dans le cas où la présente STI s'applique aux lignes existantes et sans préjudice du point 7.4 (cas spécifiques), les éléments suivants doivent être pris en compte.

a) Lorsque l'article 20, paragraphe 2, de la directive 2008/57/CE s'applique, les États membres décident quelles sont les exigences de la STI qui s'appliquent, en tenant compte du plan de mise en œuvre.

b) Lorsque l'article 20, paragraphe 2, de la directive 2008/57/CE ne s'applique pas, la conformité avec la présente STI est recommandée. Lorsqu'il n'est pas possible de parvenir à cette conformité, l'entité adjudicatrice informe l'État membre du motif de cette impossibilité.

c) Si un État membre demande une nouvelle autorisation de mise en service, l'entité adjudicatrice doit déterminer les mesures pratiques et les différentes phases du projet qui sont nécessaires pour atteindre les niveaux de performance requis. Ces phases du projet peuvent comprendre des périodes transitoires pour la mise en service de l'équipement avec des performances réduites.

d) Un sous-système existant peut autoriser la circulation de véhicules conformes à la STI tout en respectant les exigences essentielles de la directive 2008/57/CE. La procédure à suivre pour démontrer le degré de conformité avec les paramètres fondamentaux de la STI doit être conforme aux dispositions de la recommandation 2011/622/UE de la Commission ([1]).

([1]) Recommandation 2011/622/UE de la Commission du 20 septembre 2011 sur la procédure établissant le niveau de conformité des lignes ferroviaires existantes aux paramètres fondamentaux des spécifications techniques d'interopérabilité (JO L 243 du 21.9.2011, p. 23).

▼B

7.3.2. *Réaménagement/renouvellement de la LAC et/ou de l'alimentation électrique*

1) Il est possible de modifier progressivement tout ou partie de la LAC et/ou du système d'alimentation électrique (élément par élément) sur une période plus ou moins longue pour parvenir à la conformité avec la présente STI.

2) La conformité de l'ensemble du sous-système ne peut toutefois être déclarée que lorsque la totalité des éléments est conforme à la STI sur une section complète d'un itinéraire.

3) Le processus de réaménagement/renouvellement devrait prendre en considération la nécessité de maintenir la compatibilité avec le sous-système «énergie» existant et les autres sous-systèmes. Dans le cas d'un projet comportant des éléments non conformes à la STI, les procédures d'évaluation de la conformité et de vérification «CE» à appliquer doivent être convenues avec l'État membre.

7.3.3. *Paramètres associés à la maintenance*

Des vérifications et des autorisations de mise en service officielles ne sont pas requises lors de la maintenance du sous-système «énergie». Cependant, les remplacements exécutés lors de la maintenance peuvent, dans la mesure où cela est raisonnablement possible, être entrepris conformément aux exigences de la présente STI, contribuant ainsi au développement de l'interopérabilité.

7.3.4. *Sous-système existant qui ne fait pas l'objet d'un projet de renouvellement ou de réaménagement*

La procédure à suivre pour démontrer le degré de conformité des lignes existantes avec les paramètres fondamentaux de la présente STI doit être conforme aux dispositions de la recommandation 2011/622/UE.

7.4. **Cas spécifiques**

7.4.1. *Généralités*

1) Les cas spécifiques, tels que répertoriés dans le point 7.4.2, décrivent des dispositions spéciales requises et autorisées sur des réseaux particuliers de chaque État membre.

2) Ces 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 ultérieurement.

7.4.2. *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).

▼B

7.4.2.2. Particularités du réseau français

7.4.2.2.1. Tension et fréquence (4.2.3)

Cas «T»

Les valeurs et les limites de la tension et de la fréquence aux bornes de la sous-station et au pantographe des lignes électrifiées en courant continu à 1,5 kV:

— Nîmes-Port Bou,

— Toulouse-Narbonne,

peuvent excéder les valeurs définies dans la norme EN 50163:2004, clause 4 (U_{max2} proche de 2 000 V).

7.4.2.2.2. Sections de séparation de phases — Lignes sur lesquelles v ≥ 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 ≥ 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.

7.4.2.6. Particularités du réseau polonais

7.4.2.6.1. Mesures de coordination de la protection électrique (4.2.7)

Cas «P»

Pour le réseau polonais en courant continu à 3 kV, le texte de la note c dans le tableau 7 de la norme EN 50388:2012 est remplacé par le texte suivant: «Le déclenchement du coupe-circuit doit être très rapide pour les courants de court-circuit élevés. Dans la mesure du possible, le coupe-circuit de l'unité de traction doit se déclencher afin d'éviter le déclenchement du coupe-circuit de la sous-station.»

▼B

7.4.2.7. Particularités du réseau espagnol

7.4.2.7.1. Hauteur du fil de contact (4.2.9.1)

Cas «P»

Sur certaines sections des futures lignes sur lesquelles v ≥ 250 km/h, la hauteur nominale du fil de contact autorisée est de 5,60 m.

7.4.2.7.2. Sections de séparation de phases — Lignes sur lesquelles v ≥ 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.

7.4.2.8. Particularités du réseau suédois

7.4.2.8.1. Évaluation de la tension moyenne utile (6.2.4.1)

Cas «P»

À défaut d'une évaluation de la tension moyenne utile conformément à la norme EN 50388:2012, clause 15.4, la performance du système d'alimentation électrique peut également être évaluée au moyen:

— d'une comparaison avec une référence lorsque la solution d'alimentation électrique est utilisée pour un horaire des trains similaire ou plus exigeant. Les éléments suivants de la référence doivent être similaires ou plus importants:

  — distance jusqu'à la barre omnibus à tension contrôlée (poste convertisseur de fréquence),

  — impédance du système de LAC,

— d'une estimation approximative de $U_{\text{moyenne utile}}$ pour les cas simples, donnant lieu à une augmentation des capacités supplémentaires pour la croissance future du trafic.

7.4.2.9. Particularités du réseau du Royaume-Uni en ce qui concerne la Grande-Bretagne

7.4.2.9.1. Tension et fréquence (4.2.3)

Cas «P»

Il est autorisé de poursuivre le réaménagement, le renouvellement ou le prolongement des réseaux équipés d'un système d'électrification de 600/750 V en courant continu avec rails conducteurs, qu'il s'agisse de configurations à trois et/ou quatre rails, conformément aux règles techniques nationales notifiées à cet effet.

Cas spécifique pour le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord ne s'appliquant qu'au réseau principal en Grande-Bretagne.

7.4.2.9.2. Hauteur du fil de contact (4.2.9.1)

Cas «P»

Pour tout sous-système «énergie» nouveau, réaménagé ou renouvelé sur des infrastructures existantes, il est permis de concevoir la hauteur du fil de la ligne aérienne de contact conformément aux règles techniques nationales notifiées à cet effet.

Cas spécifique pour le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord ne s'appliquant qu'au réseau principal en Grande-Bretagne.

▼B

7.4.2.9.3. Débattement latéral maximal (4.2.9.2) et gabarit du pantographe (4.2.10)

Cas «P»

Pour tout sous-système «énergie» nouveau, réaménagé ou renouvelé sur des infrastructures existantes, il est permis de calculer l'ajustement au débattement latéral maximal, les hauteurs de vérification et le gabarit du pantographe conformément aux règles techniques nationales notifiées à cet effet.

Cas spécifique pour le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord ne s'appliquant qu'au réseau principal en Grande-Bretagne.

7.4.2.9.4. Moyens de protection contre les chocs électriques (4.2.18)

Cas «P»

Pour le réaménagement ou le renouvellement du sous-système «énergie» existant ou la construction de nouveaux sous-systèmes «énergie» sur des infrastructures existantes, à la place de la référence à la norme EN 50122-1:2011+A1:2011, clause 5.2.1, il est permis de concevoir les moyens de protection contre les chocs électriques conformément aux règles techniques nationales notifiées à cet effet.

Cas spécifique pour le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord ne s'appliquant qu'au réseau principal en Grande-Bretagne.

7.4.2.9.5. Évaluation de la conformité de la LAC en tant que composant

Cas «P»

Les règles nationales peuvent définir la procédure d'évaluation de la conformité en ce qui concerne les points 7.4.2.9.2 et 7.4.2.9.3 et les certificats associés.

La procédure peut comporter une évaluation de la conformité d'éléments ne faisant pas l'objet d'un cas spécifique.

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.

7.4.2.11. Particularités du réseau luxembourgeois

7.4.2.11.1. Tension et fréquence (4.2.3)

Cas «T»

Les valeurs et les limites de la tension et de la fréquence aux bornes de la sous-station et au pantographe des lignes électrifiées en courant alternatif à 25 kV entre Bettembourg et Rodange (frontière) et la section de la ligne entre Pétange et Leudelange peuvent dépasser les valeurs définies dans la norme EN 50163:2004, clause 4 (U_{max1} proche de 30 kV et U_{max2} proche de 30,5 kV).

▼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»

	Évaluation lors de la phase suivante			
	Phase de conception et de développement			Phase de production
Caractéristique — point	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.	X	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)	Validation en vraie grandeur
Tension et fréquence — 4.2.3	X	s.o.	s.o.	s.o.
Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation — 4.2.4	X	s.o.	s.o.	s.o.
Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains 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.

▼B

Appendice C

Tension moyenne utile

C.1 VALEURS DE LA TENSION MOYENNE UTILE ($U_{\text{moyenne utile}}$) AU PANTOGRAPHE

Les valeurs minimales de la tension moyenne utile au pantographe en service normal doivent être celles mentionnées au tableau C.1.

Tableau C.1

Valeur minimale $U_{\text{moyenne utile}}$ au pantographe

	V	
Système d'alimentation électrique	Ligne sur laquelle v > 200 [km/h]	Ligne sur laquelle v ≤ 200 [km/h]
	Zone et train	Zone et train
Courant alternatif 25 kV 50 Hz	22 500	22 000
Courant alternatif 15 kV 16,7 Hz	14 200	13 500
Courant continu 3 kV	2 800	2 700
Courant continu 1,5 kV	1 300	1 300

C.2 REGLES DE SIMULATION

Zone utilisée pour la simulation pour le calcul de $U_{\text{moyenne utile}}$

— Les simulations doivent être réalisées dans une zone qui représente une part appréciable d'une ligne ou d'une partie du réseau, telle que la ou les sections d'alimentation concernées dans le réseau en vue de leur conception et de leur évaluation.

Période utilisée pour la simulation pour calculer $U_{\text{moyenne utile}}$

— Pour la simulation de $U_{\text{moyenne utile}}$ (train) et de $U_{\text{moyenne utile}}$ (zone), il y a lieu de ne prendre en considération que les trains faisant partie de la simulation pendant une période considérée, telle que le temps nécessaire pour parcourir une section d'alimentation dans sa totalité.

▼B

Appendice D

Spécification du gabarit de pantographe

D.1 SPECIFICATION DU GABARIT CINEMATIQUE MECANIQUE DE PANTOGRAPHE

D.1.1 **Généralités**

D.1.1.1 *Espace à dégager pour les lignes électrifiées*

Dans le cas de lignes électrifiées par une ligne aérienne de contact, un espace supplémentaire doit être dégagé afin de:

— permettre l'hébergement de l'équipement de la LAC,

— permettre le passage libre du pantographe.

Le présent appendice concerne le passage libre du pantographe (gabarit du pantographe). Le gestionnaire de l'infrastructure tient compte du gabarit électrification.

D.1.1.2 *Particularités*

Le gabarit de pantographe diffère par certains aspects du gabarit d'obstacle.

— Le pantographe est (partiellement) sous tension et un gabarit électrification doit donc être respecté en fonction de la nature de l'obstacle (isolé ou non).

— La présence de cornes en matériau isolant doit être prise en considération, le cas échéant. Un double contour de référence doit donc être défini afin de tenir compte simultanément de l'interférence mécanique et de l'interférence électrique.

— En situation de captage, le pantographe se trouve en contact permanent avec le fil de contact et sa hauteur est donc variable. Il en est de même pour la hauteur du gabarit de pantographe.

D.1.1.3 *Symboles et abréviations*

Symbole	Dénomination	Unité
b_w	Demi-longueur de l'arc de pantographe	m
$b_{w,c}$	Demi-longueur de la partie conductrice (avec cornes en matériau isolant) ou de la partie utile (avec cornes en matériau conducteur) de l'arc de pantographe	m
$b'_{o,mec}$	Largeur du gabarit cinématique mécanique de pantographe au point de vérification supérieur	m
$b'_{u,mec}$	Largeur du gabarit cinématique mécanique de pantographe au point de vérification inférieur	m
$b'_{h,mec}$	Largeur du gabarit cinématique mécanique de pantographe à la hauteur intermédiaire h	m
d_l	Débattement latéral du fil de contact	m
D'_0	Dévers de référence pris en considération par le véhicule pour le gabarit du pantographe	m

▼B

Symbole	Dénomination	Unité
e_p	Oscillations du pantographe découlant des caractéristiques du véhicule	m
e_{po}	Oscillations du pantographe au point de vérification supérieur	m
e_{pu}	Oscillations du pantographe au point de vérification inférieur	m
f_s	Marge à prendre en considération pour le relevage du fil de contact	m
f_{wa}	Marge à prendre en considération pour l'usure de la bande de contact du pantographe	m
f_{ws}	Marge à prendre en considération pour le dépassement du fil de contact par l'arc en raison des oscillations du pantographe	m
h	Hauteur par rapport à la surface de roulement	m
h'_{co}	Hauteur de référence du centre de roulement pour l'établissement du gabarit de pantographe	m
h'	Hauteur de référence dans le calcul du gabarit de pantographe	m
h'_o	Hauteur de vérification maximale du gabarit de pantographe en position de captage	m
h'_u	Hauteur de vérification minimale du gabarit de pantographe en position de captage	m
h_{eff}	Hauteur réelle du pantographe soulevé	m
h_{cc}	Hauteur statique du fil de contact	m
I'_0	Insuffisance de dévers de référence prise en considération par le véhicule pour l'établissement du gabarit de pantographe	m
L	Distance entre axes de rail d'une voie	m
l	Écartement de la voie, distance entre les files de rail	m
q	Jeu transversal entre l'essieu et le cadre de bogie ou, dans le cas des véhicules non équipés de bogie, entre l'essieu et la caisse du véhicule	m
qs'	Mouvement quasi-statique	m
R	Rayon de courbure en plan	m
s'_o	Coefficient de flexibilité convenu entre le véhicule et l'infrastructure pour l'établissement du gabarit de pantographe	

▼B

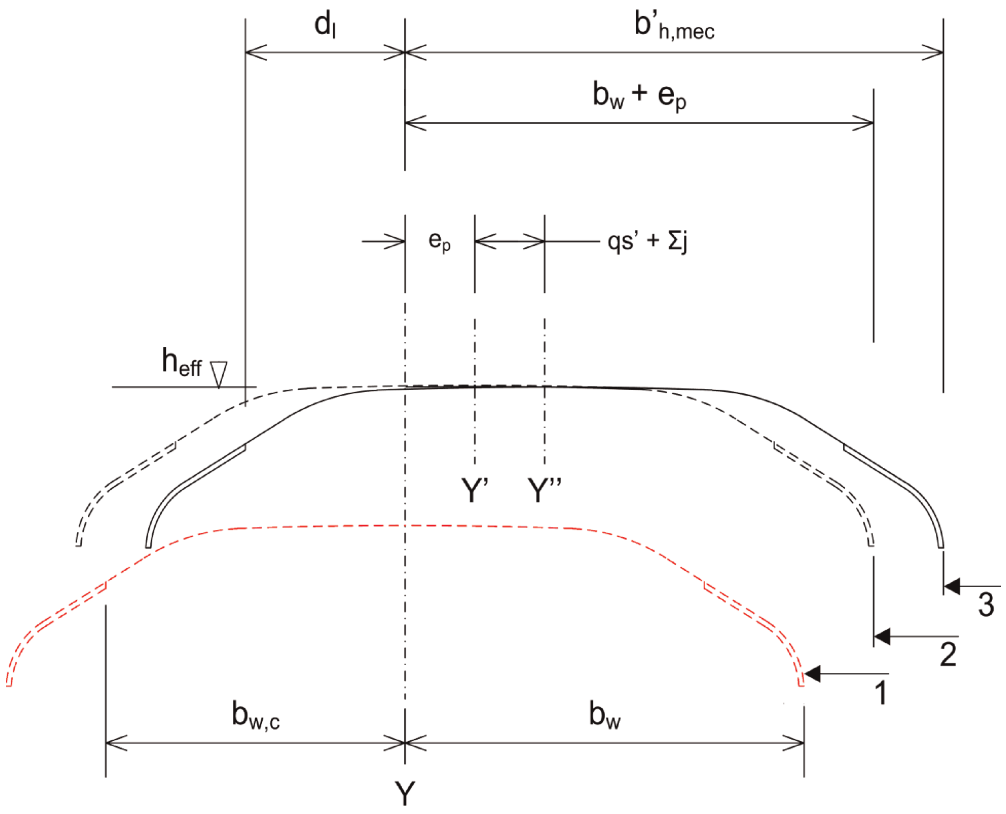
Symbole	Dénomination	Unité
$S'_{i/a}$	Projection autorisée du côté intérieur/extérieur de la courbe pour l'établissement du gabarit du pantographe	m
w	Jeu transversal entre le bogie et la caisse	m
Σ_j	Somme des marges de sécurité (horizontales) couvrant certains phénomènes aléatoires (j = 1, 2 ou 3) pour le gabarit du pantographe	m

Indice a: se réfère à l'extérieur de la courbe.
Indice i: se réfère à l'intérieur de la courbe.

D.1.1.4 *Principes de base*

Figure D.1

Gabarits mécaniques du pantographe



Légende:

Y: axe de la voie.

Y': axe du pantographe — pour le calcul du profil de référence du passage libre.

Y'': axe du pantographe — pour le calcul du gabarit cinématique mécanique de pantographe.

1: profil du pantographe.

2: profil de référence du passage libre.

3: gabarit cinématique mécanique.

▼B

Le gabarit du pantographe n'est réalisé que si le gabarit mécanique et le gabarit électrique sont respectés simultanément.

— Le profil de référence du passage libre inclut la longueur de l'archet et les oscillations du pantographe e_p, qui s'appliquent jusqu'au dévers ou à l'insuffisance de dévers de référence.

— Les obstacles sous tension et les obstacles isolés doivent rester en dehors du gabarit mécanique.

— Les obstacles non isolés (mis à la terre ou avec un potentiel différent de celui de la LAC) doivent rester en dehors du gabarit mécanique et du gabarit électrique.

D.1.2 **Spécification du gabarit cinématique mécanique de pantographe**

D.1.2.1 *Spécification de la largeur du gabarit mécanique*

D.1.2.1.1 Champ d'application

La largeur du gabarit de pantographe est principalement spécifiée par la longueur et les déplacements du pantographe examiné. En dehors de phénomènes spécifiques, des phénomènes semblables à ceux du gabarit d'obstacle se trouvent dans les déplacements transversaux.

Le gabarit de pantographe est étudié aux hauteurs suivantes:

— la hauteur de vérification supérieure h'_o,

— la hauteur de vérification inférieure h'_u.

Entre ces deux hauteurs, on peut considérer que la largeur de gabarit varie de manière linéaire.

Les divers paramètres sont représentés à la figure D.2.

D.1.2.1.2 Méthodologie de calcul

La largeur du gabarit de pantographe doit être spécifiée en additionnant les paramètres définis ci-dessous. Dans le cas d'une ligne parcourue par divers pantographes, il convient de prendre en considération la largeur maximale.

Pour le point de vérification inférieur où h = h'_u:

$$b'_{u(i/a),mec} = (b_w + e_{pu} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \sum\nolimits_j)_{\max}$$

Pour le point de vérification supérieur où h = h'_o:

$$b'_{o(i/a),mec} = (b_w + e_{po} + S'_{i/a} + qs'_{i/a} + \sum\nolimits_j)_{\max}$$

Remarque: i/a = courbe intérieure/extérieure.

Pour toute hauteur intermédiaire h, la largeur est spécifiée par voie d'interpolation:

$$b'_{h,mec} = b'_{u,mec} + \frac{h - h'_u}{h'_o - h'_u} \times (b'_{o,mec} - b'_{u,mec})$$

D.1.2.1.3 Demi-longueur b_w de l'arc du pantographe

La demi-longueur b_w de l'arc du pantographe dépend du type de pantographe utilisé. Le ou les profils de pantographe à prendre en considération sont définis sous le point 4.2.8.2.9.2 de la STI LOC et MRV.

▼B

D.1.2.1.4 Oscillations du pantographe e_p

Les oscillations dépendent principalement des phénomènes suivants:

— le jeu $q + w$ dans les boîtes d'essieux et entre le bogie et la caisse,

— le niveau d'inclinaison de la caisse pris en considération par le véhicule (en fonction de la flexibilité spécifique s_0', du dévers de référence D'_0 et de l'insuffisance de dévers de référence I'_0),

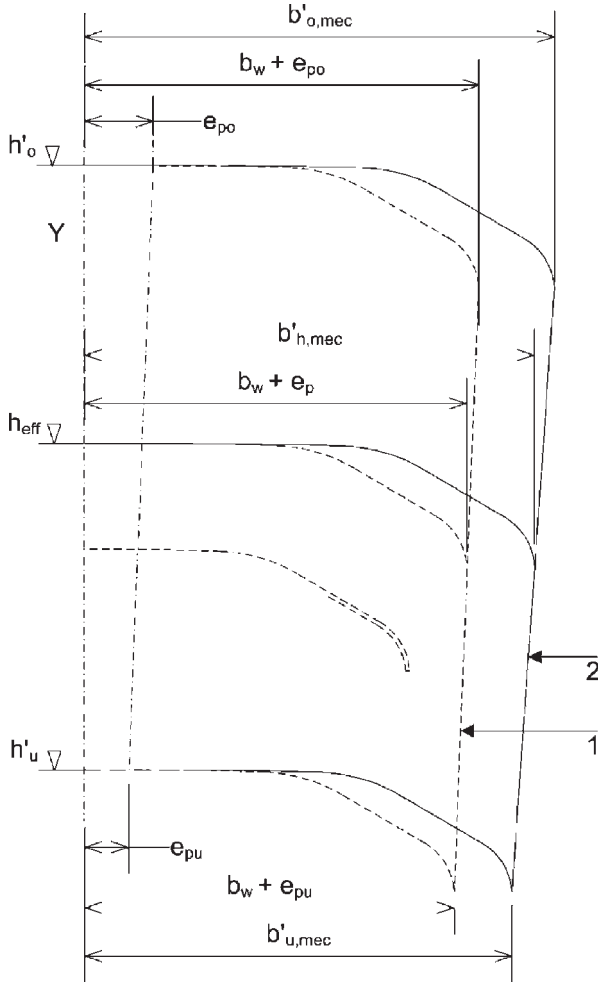
— la tolérance de montage du pantographe sur le toit,

— la flexibilité transversale de l'appareil de montage en toiture,

— la hauteur h' prise en considération.

Figure D.2

Spécification de la largeur du gabarit cinématique mécanique du pantographe à différentes hauteurs



Légende:

Y: axe de la voie.

1: profil de référence du passage libre.

2: gabarit cinématique mécanique du pantographe.

▼B

D.1.2.1.5 Projections

Le gabarit du pantographe prévoit l'exécution de projections spécifiques. Dans le cas d'un écartement de voie standard, la formule suivante s'applique:

$$S'_{i/a} = \frac{2,5}{\mathrm{R}} + \frac{\ell - 1,435}{2}$$

Pour les autres écartements de voie, les règles nationales s'appliquent.

D.1.2.1.6 Effet quasi-statique

Le pantographe étant installé en toiture, l'effet quasi-statique joue un rôle important dans le calcul du gabarit du pantographe. Cet effet est calculé à partir de la flexibilité spécifique s_0', du dévers de référence D'_0 et de l'insuffisance de dévers de référence I'_0:

$$qs'_i = \frac{S'_0}{L}[D - D'_0]_{>0}(h - h'_{c0})$$

$$qs'_a = \frac{S'_0}{L}[I - I'_0]_{>0}(h - h'_{c0})$$

Remarque: les pantographes sont normalement montés sur la toiture d'une unité d'alimentation dont la flexibilité de référence s_0' est généralement inférieure à celle du gabarit d'obstacle s_0.

D.1.2.1.7 Marges de sécurité

Conformément à la définition du gabarit, les phénomènes suivants devraient être pris en considération:

— dissymétrie de chargement,

— déplacement transversal de la voie entre deux actions de maintenance successives,

— variation de dévers se produisant entre deux actions de maintenance successives,

— oscillations générées par les inégalités de la voie.

La somme des marges ci-dessus est prise en compte par Σ_j.

D.1.2.2 *Spécification de la hauteur du gabarit mécanique*

La hauteur de gabarit doit être spécifiée localement sur la base de la hauteur statique h_{cc} de la ligne de contact. Les paramètres suivants doivent être pris en considération.

— Le paramètre f_s de relevage du fil de contact, généré par l'effort de contact du pantographe. La valeur de f_s dépend du type de LAC et doit ainsi être spécifiée par le gestionnaire de l'infrastructure conformément au point 4.2.12.

▼B

— Le paramètre de relevage de la tête du pantographe résultant de la position oblique de la tête du pantographe, généré par le point de contact en paliers et l'usure de la bande de frottement du collecteur $f_{ws} + f_{wa}$. La valeur autorisée de f_{ws} est indiquée dans la STI LOC et MRV et f_{wa} dépend des exigences de maintenance.

La hauteur du gabarit mécanique est obtenue par la formule suivante:

$$h_{eff} = h_{cc} + f_s + f_{ws} + f_{wa}$$

D.1.3 **Paramètres de référence**

Les paramètres du gabarit cinématique mécanique de pantographe et de la spécification du débattement latéral maximal du fil de contact doivent être les suivants:

— l — selon l'écartement de voie

— $s'_o = 0{,}225$

— $h'_{co} = 0{,}5$ m

— $I'_0 = 0{,}066$ m et $D'_0 = 0{,}066$ m

— $h'_o = 6{,}500$ m et $h'_u = 5{,}000$ m

D.1.4 **Calcul du débattement latéral maximal du fil de contact**

Le débattement latéral maximal du fil de contact doit être calculé en tenant compte du mouvement total du pantographe par rapport à l'implantation nominale de position de la voie et de la partie conductrice (ou de la longueur utile dans le cas de pantographes dépourvus de cornes en matériau isolant) selon la formule suivante:

▼C1

$$d_l = b_{w,c} + b_w - b'_{h,mec}$$

▼B

$b_{w,c}$ — défini dans les points 4.2.8.2.9.1 et 4.2.8.2.9.2 de la STI LOC et MRV.

D.2 SPECIFICATION DU GABARIT DU PANTOGRAPHE STATIQUE (SYSTEME FERROVIAIRE A L'ECARTEMENT DE VOIE 1 520 mm)

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.

▼B

Figure D.3

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

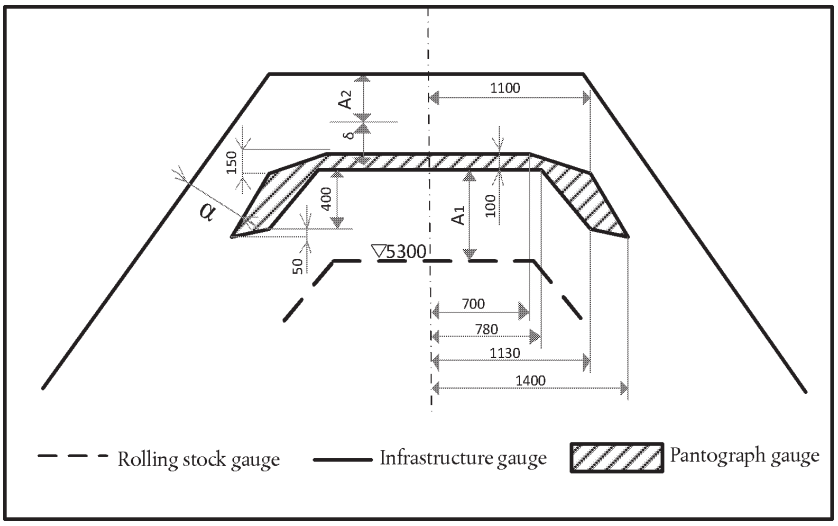


Tableau D.1

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					Sans fils caténaires		Avec fils caténaires	
	Voies de gare courantes et principales non prévues pour les trains en attente	Autres voies de gare		Normale	Minimale autorisée	Normale	Minimale autorisée	Normale	Minimale autorisée	Normale	Minimale autorisée
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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

▼B

Appendice E

Liste des normes mentionnées en référence

Tableau E.1

Liste des normes mentionnées en référence

N° d'index	Référence	Intitulé du document	Version	*Paramètres fondamentaux concernés*
1	EN 50119	Applications ferroviaires — Installations fixes — Lignes aériennes de contact pour la traction électrique	2009	*Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains à l'arrêt (4.2.5), Géométrie de la ligne aérienne de contact (4.2.9), Comportement dynamique et qualité du captage de courant (4.2.12), Sections de séparation de phases (4.2.15) et Sections de séparation de systèmes (4.2.16)*
2	EN 50122-1:2011+A1:2011	Applications ferroviaires — Installations fixes — Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour — Partie 1: moyens de protection contre les chocs électriques	2011	*Géométrie de la ligne aérienne de contact (4.2.9) et Moyens de protection contre les chocs électriques (4.2.18)*
3	EN 50149	Applications ferroviaires — Installations fixes — Traction électrique — Fils rainurés en cuivre et en cuivre allié	2012	*Matériau du fil de contact (4.2.14)*
4	EN 50163	Applications ferroviaires — Tensions d'alimentation des réseaux de traction	2004	*Tension et fréquence (4.2.3)*
5	EN 50367	Applications ferroviaires — Systèmes de captage de courant — Critères techniques d'interaction entre le pantographe et la ligne aérienne de contact (réalisation du libre accès)	2012	*Capacité de transport de courant, systèmes en courant continu, trains à l'arrêt (4.2.5), Effort de contact moyen (4.2.11), Sections de séparation de phases (4.2.15) et Sections de séparation de systèmes (4.2.16)*
6	EN 50388	Applications ferroviaires — Alimentation électrique et matériel roulant — Critères techniques pour la coordination entre le système d'alimentation (sous-station) et le matériel roulant pour réaliser l'interopérabilité	2012	*Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation (4.2.4), Mesures de coordination de la protection électrique (4.2.7), Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes en courant alternatif (4.2.8)*
7	EN 50317	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	2012	*Évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant (6.1.4.1 et 6.2.4.5)*
8	EN 50318	Applications ferroviaires — Systèmes de captage de courant — Validation des simulations de l'interaction dynamique entre le pantographe et la ligne aérienne de contact	2002	*Évaluation du comportement dynamique et de la qualité du captage de courant (6.1.4.1)*

▼B

Appendice F

Liste des points ouverts

1) Spécification relative aux protocoles d'interface entre les systèmes de mesure de l'énergie et le système de collecte des données (4.2.17).

▼B

Appendice G

Glossaire

Tableau G.1

Glossaire

Terme	Abr.	Définition
Courant alternatif		Courant alternatif
Courant continu		Courant continu
Données compilées sur la facturation de l'énergie consommée		Données compilées par le système d'acquisition et de gestion des données, exploitables à des fins de facturation de l'énergie consommée
Système de lignes de contact		Système qui alimente en courant électrique les trains qui circulent sur l'itinéraire et qui le transmet au moyen de dispositifs de captage de courant
Effort de contact		Force verticale appliquée par le pantographe à la ligne aérienne de contact
Soulèvement du fil de contact		Mouvement vertical vers le haut du fil de contact dû à l'effort produit par le pantographe
Dispositif de captage de courant (ou appareil de prise de courant)		Appareil porté par le véhicule et destiné à capter le courant sur le fil ou sur le rail de contact
Gabarit		Ensemble de règles comprenant un contour de référence et ses règles de calcul associées permettant de définir les dimensions extérieures du véhicule et l'espace à dégager par l'infrastructure REMARQUE: selon la méthode de calcul appliquée, le gabarit sera statique, cinématique ou dynamique
Débattement latéral		Désaxement latéral du fil de contact sous l'action de vents transversiers maximaux
Passage à niveau		Une intersection à une hauteur égale entre une route et une ou plusieurs voies
Vitesse de ligne		Vitesse maximale mesurée en kilomètres par heure pour laquelle une ligne a été conçue
Plan de maintenance		Une série de documents indiquant les procédures de maintenance de l'infrastructure adoptées par le gestionnaire de l'infrastructure.
Effort de contact moyen		Valeur statistique moyenne de la force de contact
Tension moyenne utile (train)		Tension correspondant au train de dimensionnement et permettant de quantifier l'effet produit sur ses performances
Tension moyenne utile (zone)		Tension donnant une indication de la qualité de l'alimentation électrique dans une zone géographique en horaire de pointe
Hauteur minimale du fil de contact		Une valeur minimale de la hauteur du fil de contact sur la portée pour éviter les arcs entre un ou plusieurs fils de contact et véhicules en toutes circonstances

▼B

Terme	Abr.	Définition
Isolateur de section neutre		Un module inséré dans une ligne de contact continue pour isoler deux sections électriques l'une de l'autre en maintenant un captage de courant ininterrompu au passage du pantographe
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