



DURABILITÉ DE L'UIC  
Directives UIC sur  
Gérer les actifs ferroviaires pour la biodiversité

Mai 2023



Style de citation

Union internationale des chemins de fer (UIC), Durabilité, Lignes directrices de l'UIC sur la gestion des actifs ferroviaires pour la biodiversité, 2023.

ISBN 978-2-7461-3283-2

Avertissement

Aucune partie de cette publication ne peut être copiée, reproduite ou distribuée par quelque moyen que ce soit, y compris électronique, sauf pour un usage privé et individuel, sans l'autorisation expresse de l'Union internationale des chemins de fer (UIC). Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction par quelque procédé ou procédé que ce soit. Seules exceptions - mention du nom de l'auteur et de la source - sont « les analyses et citations brèves justifiées par le caractère critique, argumentatif, pédagogique, scientifique ou informatif de la publication à laquelle elles sont incorporées » (articles L 122-4 et L122-5 du Code de la Propriété Intellectuelle).

# CONTENU

1. INTRODUCTION .....	3
1.1. À qui s'adressent ces lignes directrices ? .....	3
2. CHAMP D'APPLICATION, DÉFINITIONS ET LIMITES DE CE GUIDE.....	4
3. LA HIÉRARCHIE DE L'ATTÉNUATION COMME CADRE .....	7
4. LIGNES DIRECTRICES POUR DIFFÉRENTS ACTIFS .....	9
4.1. Comment ce guide est-il structuré .....	9
4.2. Plates-formes de voie avec traverses et rails .....	9
4.3. Vidange .....	16
4.4. Ponts et tunnels .....	21
4.5. Lignes aériennes et à haute tension .....	25
4.6. Canaux de communication et de câble .....	28
4.7. Clôtures et délimitations .....	29
4.8. Gares et bâtiments en bord de voie .....	34
4.9. Habitats en bord de ligne.....	38
5. CONCLUSIONS.....	46
6. ANNEXE - LIMITATIONS TECHNIQUES POUR LE MAINTIEN DE LA VÉGÉTATION SUR LES VOIES FERROVIAIRES .....	48
7. FIGURES ET TABLEAUX.....	50
8. GLOSSAIRE .....	52
9. AUTEURS ET REMERCIEMENTS .....	53



# 1. PRÉSENTATION

Le mot « biodiversité » provient d'une contraction de « diversité biologique » qui fait référence à la multiplicité de la vie sur Terre à tous ses niveaux, de la variation des gènes au sein d'une population, au nombre d'espèces végétales, animales et fongiques et autres organismes vivants au sein d'une population. un habitat et la gamme d'écosystèmes dans une région. Les organisations et accords internationaux, dont la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique (CDB) et la Stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité, soulignent l'importance de la biodiversité pour le maintien d'écosystèmes sains et équilibrés qui, à leur tour, fournissent à notre société des « services écosystémiques ». Ces services écosystémiques améliorent notre vie quotidienne, notamment l'accès aux espaces verts, le cycle des nutriments et la fertilité des sols, la pollinisation des cultures et la qualité de l'air et de l'eau.

De plus, ils améliorent directement notre capacité à réduire et à atténuer le changement climatique, car les plantes et les sols capturent et stockent le dioxyde de carbone et réduisent la probabilité et l'impact des inondations et des glissements de terrain. La prise en compte des services écosystémiques lors de la gestion des actifs ferroviaires sur les lignes existantes et la prise en compte des actifs environnementaux conjointement avec d'autres plans de gestion des actifs revêtent une importance croissante pour l'UIC et ses membres. Les investisseurs et les gestionnaires d'infrastructures ferroviaires doivent tenir compte de leur empreinte environnementale, y compris la biodiversité, dans leurs projets de construction et d'entretien. Ce document compile les informations des membres du projet REVERSE sur les mesures à prendre et la manière dont elles doivent être mises en œuvre pour la gestion des meilleures pratiques des actifs ferroviaires sur les lignes existantes et modernisées. L'objectif de ces lignes directrices est de permettre aux gestionnaires d'infrastructures ferroviaires d'intégrer la conservation de la biodiversité à tous les niveaux de leur activité et de les aider à prendre des décisions éclairées sur la manière de gérer les actifs ferroviaires afin d'avoir le moins d'impacts négatifs sur la biodiversité.

Comme indiqué dans le rapport de l'UIC sur les chemins de fer européens : stratégie et actions pour la biodiversité [1], l'UIC, en collaboration avec ses membres, promeut l'intégration d'une hiérarchie d'atténuation dans tous les domaines de la gestion des actifs ferroviaires, ainsi que la surveillance et le reporting ouverts et de haute qualité liés à la nature de ces actifs (par exemple, les rapports annuels des sociétés d'infrastructure pour leurs exercices - par exemple ÖBB [2] et DB [3]). L'objectif de protéger et de restaurer la biodiversité et les écosystèmes est fondamental pour les futurs investissements écologiquement durables dans les infrastructures ferroviaires européennes par le biais de la taxonomie de l'UE [4] et de réglementations financières similaires dans d'autres pays. En plus de la stratégie et des actions de l'UIC pour la biodiversité [1], nous recommandons aux utilisateurs de ce guide de consulter le document Normes suédoises du patrimoine écologique et culturel pour la route et le rail [5], le rapport sur la faune et la circulation dans les Carpates [6], la faune et Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions [7] [8] pour des orientations générales supplémentaires sur les questions relatives à la biodiversité et au réseau ferroviaire.

## 1.1. A QUI S'ADRESSE CES LIGNES DIRECTRICES ?

Le public cible de ce guide est les gestionnaires techniques ferroviaires (plutôt que les ingénieurs ferroviaires et les écologues professionnels travaillant sur le terrain) qui ont les connaissances techniques pour prendre des décisions stratégiques sur la gestion de leurs actifs et la biodiversité associée, et la compétence pour élaborer des plans de gestion internes. en examinant les documents internationaux rédigés en anglais conformément aux politiques nationales. Les personnes travaillant pour les autorités nationales qui sont chargées de réviser les guides techniques et les réglementations pour les opérateurs sont également appelées à prendre connaissance de ces lignes directrices, et enfin, le document aidera également ceux qui sont impliqués dans la préparation des recommandations générales sur la gestion des actifs, ceux qui sont chargés de la formation des employés, et les sous-traitants dont les travaux de construction et d'entretien des actifs ferroviaires peuvent avoir un impact sur la biodiversité.

## 2. CHAMP D'APPLICATION, DÉFINITIONS ET LIMITES DE CE GUIDE

Le réseau ferroviaire européen s'étend sur près de 230 000 km à travers le continent et couvre environ 315 000 à 420 000 ha de terres. Il couvre une vaste gamme d'écosystèmes différents (Figure 1), y compris les montagnes, les forêts, les arbustes, les prairies, les zones humides et les paysages côtiers et urbains. Par conséquent, il est peu probable qu'aucun de ces habitats ne soit influencé ou connecté d'une manière ou d'une autre par le réseau ferroviaire européen. Il est donc d'une importance vitale que les infrastructures et les actifs ferroviaires soient gérés avec sensibilité pour conserver et améliorer la biodiversité.

Lors de la planification de projets de construction pour répondre aux demandes croissantes de mobilité, les gestionnaires d'infrastructure doivent remplir diverses conditions pour fournir un service fiable et résilient, y compris les exigences de gestion environnementale des actifs ferroviaires. Les différentes catégories d'entretien et de construction du réseau ferroviaire sont énumérées ci-dessous (tableau 1) pour souligner la portée et les limites du rapport.

Tableau 1 : Structure et couverture des lignes directrices

Inclus dans les lignes directrices :	
Entretien des lignes existantes	À Lignes ferroviaires en service
Mise à niveau des lignes existantes	À Travaux de construction sur des lignes existantes, pour réaliser des projets de modernisation et d'amélioration. Il est important de noter que la législation en matière d'urbanisme varie d'un pays à l'autre et, dans certaines circonstances, les grands projets de modernisation peuvent être qualifiés de « construction de nouvelles lignes ferroviaires ».
Exclus des lignes directrices :	
Construire de nouvelles lignes	À La construction de nouvelles lignes là où il n'y a pas de ligne préexistante (y compris le processus de décision, de l'achat du terrain à la réalisation du projet).
Lignes désaffectées	À Les lignes qui étaient auparavant en service, mais qui sont indéfiniment exclues de l'opération.

Ce guide a été élaboré en consultation avec des gestionnaires d'infrastructures ferroviaires et des experts en écologie en examinant les meilleures pratiques du secteur. Les auteurs se sont inspirés d'exemples et d'études de cas publiés, dont certains étaient des contributions au rapport Stratégie et actions pour la biodiversité [1]. Les lignes directrices couvrent les actifs ferroviaires en service sur les lignes existantes et modernisées, tels que les plates-formes de voie, les caténaires, les lignes électriques aériennes, les clôtures et les bâtiments en bordure de voie qui sont régulièrement gérés ou modernisés (voir la description du corridor ferroviaire et des habitats associés à la figure 1).



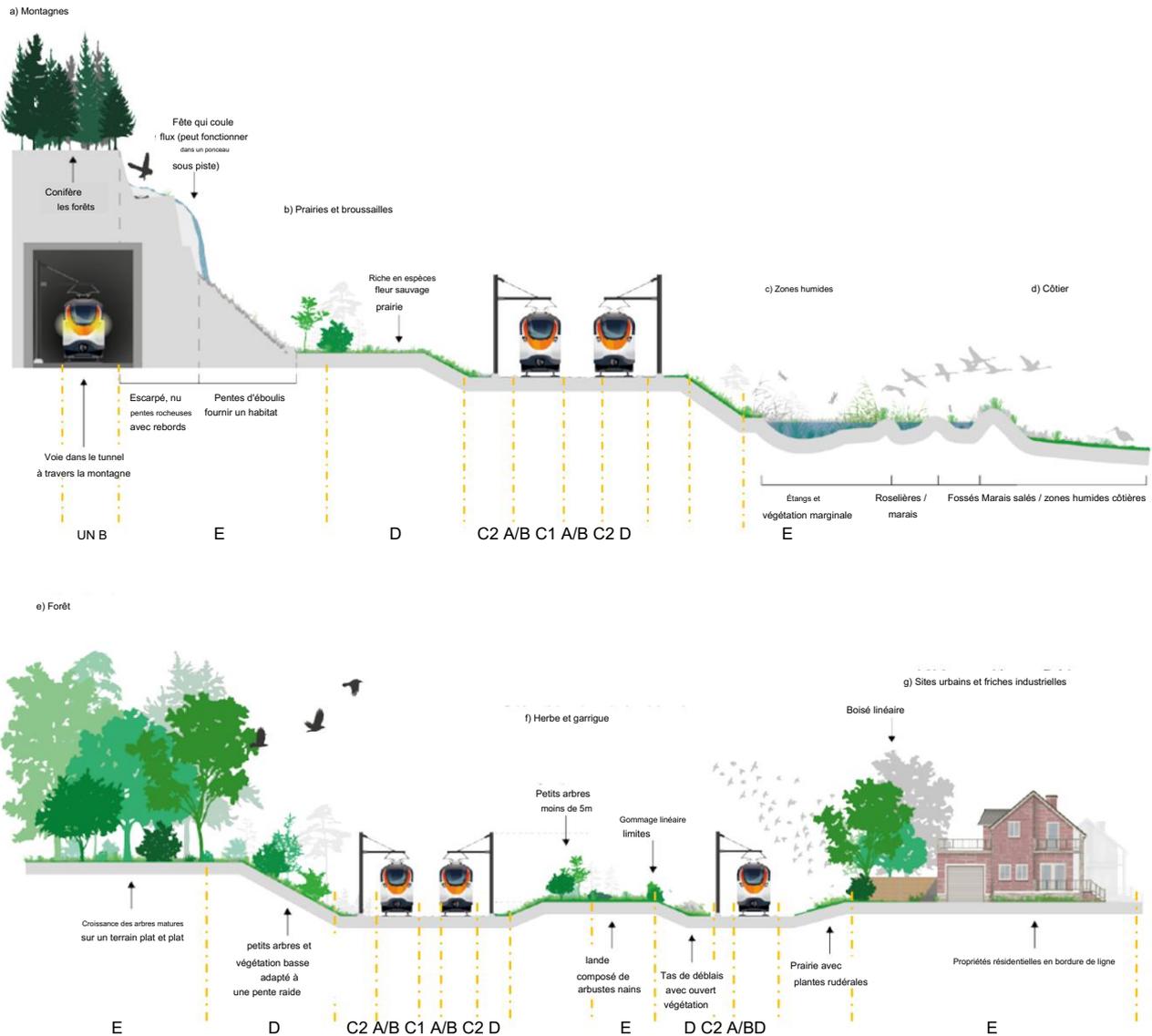


Figure 1 : Les principaux habitats associés au réseau ferroviaire européen réunis avec leurs principaux avantages pour la biodiversité.

Tableau 2 : Description du corridor ferroviaire et description des habitats associés

Zone	Terminology		Description
A	Ballast bed		Part of the track bed made of ballast or gravel, including embedded sleepers and rails
	Slab track		Concrete track bed structure
B	Ballast shoulder		Part of the track bed covering the slope on both sides of the ballast bed
	Slab track		Different concrete track bed structure types are possible and, in some cases, may include a ballast shoulder
C	Transition area	C1 Spacing area	Part of the track bed abutting the slope on both sides of the ballast bed and including a footpath for maintenance / inspections, as well as walkways and spacing areas between tracks in the case of double or multiple tracks.
		C2 Side walkways	In some cases, drainage ditches are also constructed in area C
D	Lineside (cuttings or embankments)		Slopes alongside the track adjoining Area C, in which vegetation may affect the operational envelope ((A/B + C)
E	Unsealed area outside of the tracks		Power stations, service facilities, unsealed paths, areas around substations, unsealed areas around railway stations, forest land, meadows and unsealed fallow land
A/B + C	Operational envelope		The area within which the railway infrastructure sits
A/B + C + D	Railway corridor		Operational envelope and lineside

La planification et la construction de nouvelles infrastructures dépassent la portée de ce document. Cependant, nous faisons référence aux spécifications techniques relatives à la gestion des actifs de biodiversité sur les lignes nouvelles et existantes du projet de ligne à grande vitesse (HS) du Royaume-Uni mené par HS2 [9] [10]. Lors de la construction de nouvelles voies ferrées, les évaluations d'impact environnemental stratégiques sur les programmes et plans doivent être suivies, ainsi que les réglementations nationales de planification appropriées et la directive Habitats de l'UE [9], « l'évitement » de la destruction de l'habitat étant au sommet de la hiérarchie d'atténuation. (Figure 2).

De plus, ce guide ne couvre pas la gestion des actifs déclassés, tels que les sections du réseau ferroviaire qui ne sont plus utilisées. Cependant, il est important de reconnaître que ces zones, qui relèvent de la catégorie générale des « sites de friche industrielle » (indiqués en (g) dans la figure 1), peuvent avoir une valeur écologique considérable [11]. Ils peuvent nécessiter l'élimination des infrastructures redondantes et des risques de pollution, ainsi qu'une gestion active, telle que l'élimination des espèces envahissantes, pour maintenir ou améliorer leur valeur de biodiversité.

Il convient également de souligner que les principes de bonne gestion de la biodiversité sur les chemins de fer peuvent être appliqués à d'autres modes de transport et qu'il existe des opportunités considérables de partage des connaissances et de travail collaboratif entre le rail et la route [12] [13].



### 3. LA HIÉRARCHIE DE L'ATTÉNUATION EN TANT QUE CADRE

L'un des treize objectifs stratégiques et actions présentés dans la stratégie et le guide d'action pour la biodiversité [1] est de «mettre en œuvre la hiérarchie d'atténuation de la biodiversité» et donc de «limiter les impacts négatifs des activités de développement ferroviaire en suivant les principes d'éviter, de minimiser, de restaurer, ou compenser les impacts sur la biodiversité ». La hiérarchie des mesures d'atténuation [14] (Figure 2) est une approche largement utilisée pour déterminer comment protéger au mieux la biodiversité dans le but de prévenir, de minimiser ou d'atténuer les impacts négatifs sur l'écosystème.<sup>1</sup>

Lors de la planification de tout travail de construction ou de gestion d'actifs ferroviaires, chacun des quatre niveaux de la hiérarchie d'atténuation doit être pris en compte :

Éviter les impacts en choisissant avec soin des sites qui ne sont pas des habitats écologiquement sensibles ou qui ne contiennent pas d'espèces rares et protégées, et prévoir des travaux perturbateurs en dehors de la saison de reproduction de la faune. Essentiellement, l'objectif est de bien concevoir le projet dès le début pour éviter de créer un impact négatif sur la biodiversité.

Réduire et atténuer l'impact en utilisant des infrastructures ou des stratégies supplémentaires, telles que des barrières physiques pour les animaux ou en planifiant soigneusement les voies d'accès. Encore une fois, l'objectif est d'intégrer ces principes dans la conception même du projet et non après coup.

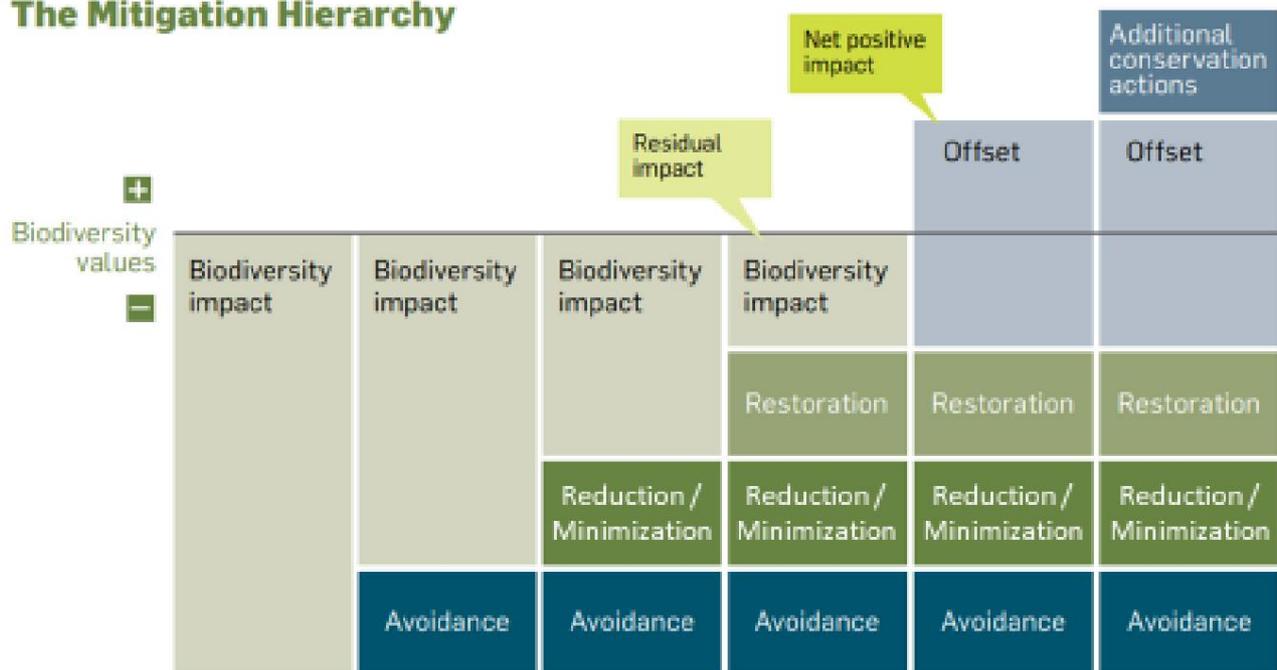
Restaurer les habitats qui sont inévitablement endommagés par les activités de construction, d'entretien et de mise à niveau, afin qu'ils retrouvent leur état antérieur. Cette restauration se concentre sur les zones touchées et se fait donc sur place.

Compenser les dommages inévitables causés sur le site ou à proximité en créant ou en restaurant des habitats équivalents hors site, via des bancs d'atténuation ou en transférant des habitats. Suivant le principe d'« absence de perte nette », le nouvel habitat doit au minimum couvrir la même superficie et avoir une qualité équivalente à celle du site qui a été détruit. Un gain net de biodiversité est le résultat le plus préférable pour compenser le déclin continu de la biodiversité.

La figure 2 montre que les conséquences initiales prévues sur la biodiversité peuvent être progressivement réduites en évitant d'abord les impacts négatifs lorsque cela est possible, puis en réduisant ceux qui ne peuvent être évités et enfin en restaurant les habitats qui ont été endommagés. De plus, ces impacts peuvent être transformés en « gain net » pour la biodiversité via des mesures de compensation appropriées qui créent de nouveaux habitats [15].

<sup>1</sup> La terminologie utilisée par les différents auteurs et organisations varie, par exemple « réparation » par rapport à « restauration » et « compensation de la biodiversité » par rapport à « compensation écologique », mais les principes sous-jacents sont les mêmes.

## The Mitigation Hierarchy



Sources: Rio Tinto and Biodiversity –Achieving results on the ground, <http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/RTBiodiversitystrategyfinal.pdf>, BBOP (2012) <http://bbop.forest-trends.org/>

Figure 2 : Hiérarchie des mesures d'atténuation pour gérer les risques pour la biodiversité – adapté de © UICN [15]



## 4. LIGNES DIRECTRICES POUR DIFFÉRENTS ACTIFS

### 4.1. COMMENT CETTE ORIENTATION EST STRUCTURÉE

Chaque section commence par une brève introduction décrivant l'actif en question, suivie d'un aperçu des effets positifs et des impacts négatifs (pour reprendre la terminologie du rapport European Railways: Strategy and Actions for Biodiversity [1]) qu'un actif particulier a sur biodiversité. Ensuite, la majeure partie de la section traite de la manière dont la biodiversité liée à l'actif peut être protégée par rapport à la hiérarchie des mesures d'atténuation. Ensuite, des suggestions sont avancées sur la manière de suivre et d'évaluer les mesures mises en œuvre.

Comme il existe de nombreux textes législatifs nationaux et internationaux différents relatifs à la biodiversité et à la manière dont elle doit être gérée et protégée, toutes les références faites par les orientations sont numérotées et répertoriées avec les documents et sites Web pertinents dans la bibliographie. Par souci de facilité d'utilisation et d'exhaustivité, les principes de la hiérarchie d'atténuation sont appliqués quel que soit le type d'infrastructure, et bien que certains des conseils fournis soient très similaires pour différents actifs, ils sont répétés pour éviter au lecteur d'avoir à faire des renvois entre les sections.

### 4.2. LIT DE CHEMIN AVEC TRAVERSEES ET RAILS

#### Caractérisation

Les voies d'une ligne de chemin de fer sont généralement constituées d'un ballast en gravier (ou d'une voie en dalle sans ballast) avec des traverses encastrées en bois, en béton ou en composite, sur lesquelles les rails sont fixés [16] [17] (Figure 1). Le ballast stabilise les traverses et les rails lorsque les températures fluctuent et fournit la résistance nécessaire aux charges lourdes transportées par les trains. En même temps, le ballast est perméable à l'eau et fonctionne également comme un système de drainage pour la voie. Par conséquent, la voie et l'assiette d'un système ferroviaire sont des actifs d'une importance fondamentale qui soutiennent et guident physiquement les locomotives, les wagons et les autres matériels roulants. L'assiette de la voie est souvent exposée à différentes températures extrêmes, telles que le flambage de la voie par temps chaud, ce qui entraîne des problèmes de gestion des actifs et nécessite une attention urgente [17] (Figure 3).



Figure 3 : À gauche : Une voie ballastée avec des traverses en béton. © Deutsche Bahn AG Daniel Sarrebourg,  
À droite : Une prévision record au Royaume-Uni Température de la voie de 53 °C © Network Rail

De plus, la croissance incontrôlée ou non gérée de la végétation sur l'assiette de la voie peut compromettre la stabilité de l'infrastructure et, si elle n'est pas empêchée, augmentera considérablement les coûts d'entretien. À cet égard, les compagnies ferroviaires ont des politiques locales différentes quant à savoir si l'assiette de la voie doit être partiellement ou complètement dépourvue de végétation [18] [19] (voir Figure 4).

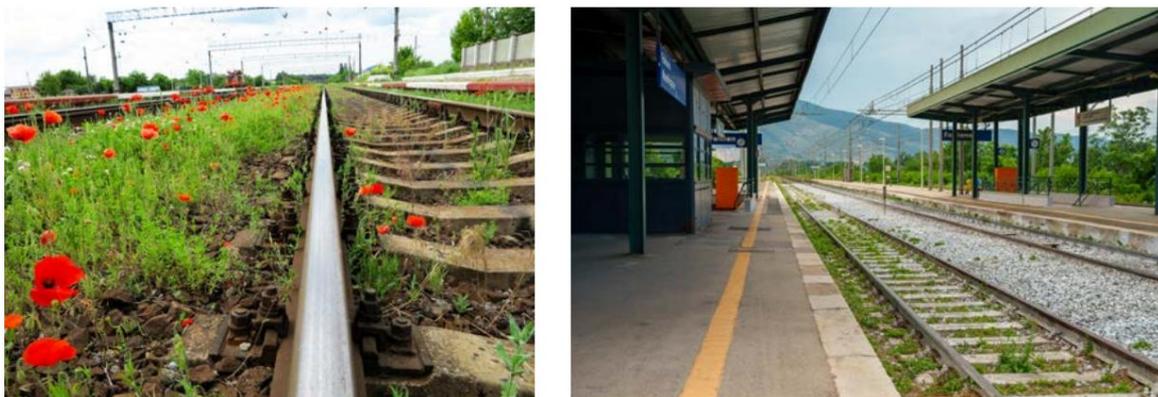


Figure 4 : Différentes compagnies ferroviaires autorisent différentes quantités de végétation sur et à proximité des voies.  
©Adobe Stock

### L'effet et l'impact sur la biodiversité

La conception et les caractéristiques structurelles de la zone de la piste se traduisent par un habitat sec et chaud en été qui peut être inhospitalier pour de nombreuses plantes et animaux. Cependant, le lit de la voie imite certains habitats naturels extrêmes, tels que les pentes d'éboulis et les plages de galets, et peut supporter des plantes (ainsi que les insectes concernés) qui se sont adaptées à ces conditions, ce qui signifie que les lits de voie lestés peuvent supporter des communautés uniques de plantes annuelles qui dépendent de conditions chaudes, sèches et pauvres en nutriments qui sont autrement rares dans la campagne environnante. D'autre part, ces conditions environnementales et cet entretien ferroviaire peuvent également favoriser une flore non indigène envahissante et agressive qui peut être résistante aux herbicides ou repousser plus rapidement que les espèces non envahissantes après avoir été abattues.

La gestion de la végétation sur ou à proximité de l'assiette de la voie peut avoir un impact majeur non seulement sur les plantes, mais aussi sur les espèces qui leur sont associées, notamment les insectes pollinisateurs et herbivores et les espèces qui s'en nourrissent, comme les reptiles et les oiseaux. S'il est nécessaire de maintenir l'assiette de la voie sans végétation, cela peut être réalisé par l'utilisation de [20] enlèvement manuel, ou l'utilisation de méthodes radiatives ou thermiques telles que décrites par l'UIC Herbie et TRISTRAM [21] et IRS 70723 [22].

Les reptiles peuvent également utiliser ces zones comme endroits ensoleillés temporaires pour se prélasser. Dans le même temps, l'espace entre les rails et la surface du ballast (Figure 5) peut devenir une barrière pour les petits animaux comme les amphibiens, car ils sont incapables de passer par-dessus les rails et peuvent également être piégés entre eux [23]. À plus grande échelle, en fonction du nombre de lignes ferroviaires et de la densité du trafic, le réseau pourrait également agir comme une barrière physique et sensorielle pour la faune plus grande comme les chevreuils, les sangliers et les ours, ainsi que certaines espèces d'oiseaux et d'amphibiens. Cela peut notamment affecter la faune sensible au bruit et aux vibrations, ou dont le comportement la rend vulnérable aux collisions avec le matériel roulant.

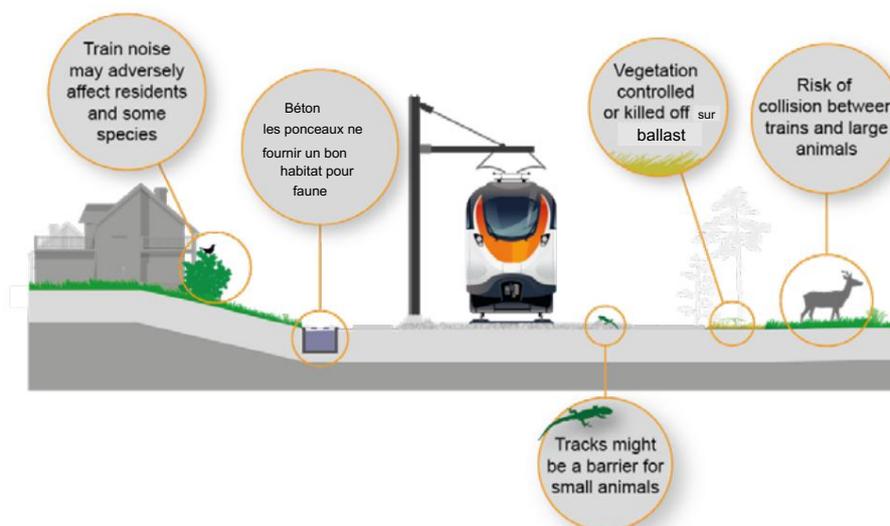


Figure 5 : À gauche : deux cerfs sauvages traversant la voie ferrée au sud de l'Espagne à Malaga © Adobe Stock,  
À droite : lézard vert femelle sur une voie ferrée © Adobe Stock

Les gros animaux fouisseurs, tels que les blaireaux, peuvent saper le lit de la voie ou soutenir les remblais, provoquant leur effondrement [24]. Aux Pays-Bas, il a été signalé que des castors avaient creusé des tunnels sous la voie entre Assen et Groningen [25] et dans certaines zones où se trouvent de petites rivières à proximité de la voie ferrée, des castors ont érigé des barrages, provoquant une montée des eaux et affaiblissant la sous-structure de la voie ferrée. Par conséquent, dans ces cas, il convient de décourager les animaux de coloniser le réseau ferroviaire par l'installation de barrières physiques telles que des treillis au sol ou des clôtures spécialisées. Si cela s'est déjà produit, il faut alors envisager de les transférer dans un habitat approprié éloigné de la voie ferrée, même si cela peut nécessiter des autorisations spéciales des autorités réglementaires.

Certains de ces impacts potentiels sur la faune sont décrits dans la figure 6 avec les mesures d'atténuation possibles dans la figure 7. chemin de fer.

Trackbeds, drainage, culverts, lineside fencing



▲ Possible negative impacts of operation and maintenance of the rail network on biodiversity.

Figure 6 : Impacts possibles sur la biodiversité dus aux travaux d'entretien et à l'exploitation d'une ligne de chemin de fer.

### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées aux plates-formes de voies avec traverses et rails. Toute autre mesure suggérée pour les zones latérales est décrite à la section 4.9.

D'un point de vue écologique, un certain nombre de mesures idéales respectueuses de la biodiversité pour gérer l'environnement de l'assiette de la voie sont présentées à la figure 7 et décrites en détail ci-dessous. Cependant, bien que ces mesures puissent atténuer certains impacts sur la biodiversité, elles ne sont pas toujours conformes aux exigences préparées pour l'entretien et l'exploitation sûrs et efficaces de l'infrastructure ferroviaire. Pour ces raisons, il est d'une importance vitale de consulter des experts de la gestion de l'assiette de la voie lors de la planification de toute amélioration de la biodiversité.

Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Réduire l'effet de barrière en créant des vides sous les rails et les écrans antibruit, ainsi que des tunnels et des caniveaux sous l'infrastructure ferroviaire pour permettre le passage en toute sécurité des animaux.

Construction d'écrans antibruit pour réduire la perturbation de la faune sensible (et du grand public) causée par le passage des trains.

Clôtures vertes pour fournir des habitats fauniques (bien que celles-ci doivent être conformes aux exigences d'entretien et de sécurité).

Fournir des ressources alimentaires aux insectes pollinisateurs en permettant aux plantes à fleurs indigènes de s'établir sur du ballast non géré à l'extérieur de la zone immédiate de la voie.

Fournir des habitats de nidification et d'hibernation pour les animaux avec des tas de déblais et des tas de bûches à l'extérieur de la zone immédiate de la piste (bien que ceux-ci doivent se conformer aux réglementations de sécurité et de gestion des déchets).

▼ A sensitively managed track potentially allowing vegetation and wildlife to thrive. Appropriate infrastructure ensures trains can operate safely whilst the track is not such a barrier to smaller species. Fencing reduces noise pollution and the risk of collision with larger animals, but can result in landscape fragmentation.

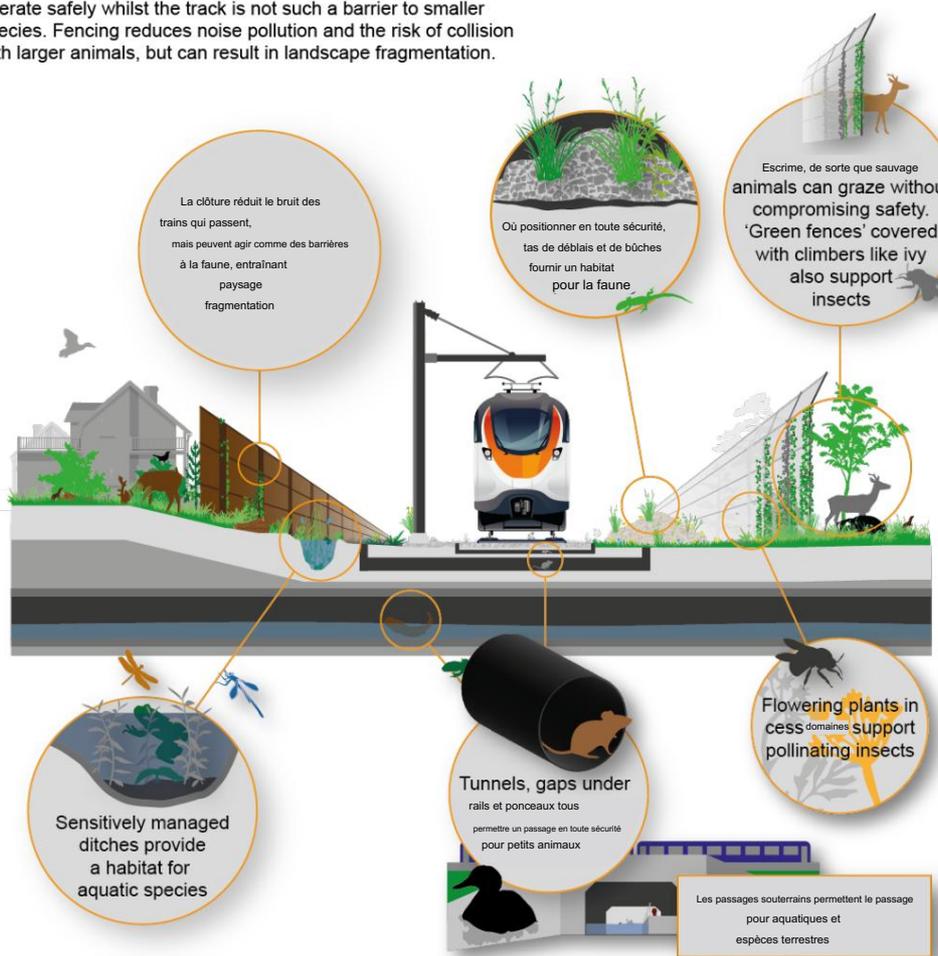


Figure 7 : Un environnement de plate-forme avec des mesures idéales pour enrichir la biodiversité, bien qu'une adaptation et une validation soient nécessaires car les conditions varient dans chaque entreprise/pays.

## Évitement

Il est primordial de réaliser une étude écologique avant les grandes opérations d'aménagement et d'entretien afin d'éviter tout impact sur les habitats fauniques et les espèces sensibles [26]. Cela devrait inclure une évaluation des exigences légales pour des espèces particulières. Conformément aux objectifs des Nations Unies, ainsi qu'en conformité avec le Green Deal de l'UE, l'expansion du réseau ferroviaire et la modernisation des infrastructures existantes doivent soutenir la position du chemin de fer en tant que mode de transport durable, opérant dans le respect des réglementations environnementales. Cela devrait inclure une évaluation des exigences légales pour des espèces particulières. En effet, les stratégies de meilleures pratiques doivent, dans la mesure du possible, éviter les impacts négatifs sur la biodiversité pour des projets spécifiques d'amélioration ou d'entretien de l'assiette des voies, notamment les mesures suivantes.

Des mesures visant à soutenir la biodiversité et à éviter les impacts négatifs devraient être intégrées dans les toutes premières phases des programmes de conception, d'entretien et de mise à niveau, et éviter les sites de reproduction et d'hibernation pour les espèces utilisant le lit de la piste comme habitat. Cela inclut également d'éviter l'utilisation de créosote et d'autres conservateurs chimiques toxiques du bois sur les traverses en bois, qui peuvent particulièrement nuire aux amphibiens et à la faune aquatique. Pour plus d'informations, voir le rapport de l'UIC sur l'état de l'art sur les alternatives aux traverses en bois créosotées [27] et le document de position du CER : Utilisation de la créosote dans les chemins de fer [28].

## Réduction

### a) Obstacles aux déplacements de la faune

L'effet barrière et le nombre de petits animaux coincés entre les rails peuvent être réduits en gardant suffisamment d'espace (5 à 10 cm) entre la surface du lest et le rail pour un passage facile en dessous.

D'autres approches incluent la construction de petits tunnels et l'installation de systèmes spéciaux de plaques métalliques afin que les animaux trouvent les points de passage - voir [l'exemple de ProRail](#) [29] ainsi que l'étude de cas [A5](#) dans le rapport [UIC REVERSE](#) [1].

Les ponts, les traversées d'eau, les passages souterrains, les tuyaux et les ponceaux existants peuvent être améliorés pour permettre le passage de différents types d'animaux qui utilisent l'eau ou la terre, par exemple les blaireaux, les castors, les loutres et la sauvagine (figure 8), ces corridors écologiques améliorant également la connectivité du paysage.

De même, des « ponts couverts » spécialisés peuvent être installés pour permettre aux mammifères arboricoles protégés, tels que les écureuils roux et les loirs, de passer en toute sécurité sur la voie ferrée [30].



Figure 8 : Améliorer un ponceau de voie navigable près de Cannock pour protéger la ligne Chase dans le Staffordshire  
© Réseau ferroviaire [31]

### b) Collisions avec la faune

Les collisions entre les trains et les animaux plus gros comme les chevreuils et les sangliers peuvent être considérablement réduites en installant des clôtures en combinaison avec des ponts fauniques et des écoducs [32] aux points chauds connus pour le passage de la faune (voir section 4.7) ou en installant des systèmes de détection automatisés et des sons dissuasifs [33] (Figure 9). Cependant, comme cela est principalement prévu lors de la construction de nouvelles lignes, en raison des coûts de construction et d'installation élevés, les lignes existantes doivent être modernisées et de nouvelles lignes conçues pour éviter autant que possible la traversée des points chauds par la faune.



Figure 9 : Système de dissuasion des animaux (gauche : Ligne E20 Varsovie, droite : Chemins de fer lituaniens), © NEEL, Pologne

Les passages à niveau où les animaux peuvent s'égarer sur les rails peuvent nécessiter une attention particulière, par exemple l'aménagement de surfaces grillagées [34] [35]. De même, les huttes de castor munies d'installations de barrières à sens unique peuvent les empêcher de creuser de nouvelles entrées et tunnels sous l'assiette de la voie.

### c) Perturbation de la faune

En plus de prévenir les nuisances pour les riverains, des écrans antibruit peuvent être installés pour protéger les zones fauniques sensibles, telles que les colonies d'oiseaux nichant au sol et les zones humides. Ces barrières, qu'elles soient en béton, composites ou autres matériaux, peuvent être munies d'ouvertures à leur base pour permettre le passage de reptiles et d'animaux plus petits, et/ou d'ouvertures plus larges et décalées permettant le passage d'animaux plus gros, comme les cerfs. Alternativement, des bancs de sol profilés peuvent être construits [36] qui forment eux-mêmes des habitats écologiques précieux le long de la ligne (voir section 4.9).

### d) Gestion de la végétation du lit de voie

Les orientations du projet TRISTRAM doivent être utilisées lors du développement d'une gestion de la végétation sensible à la biodiversité sur l'assiette de la voie [21], qui recommande de n'appliquer des mesures de contrôle de la végétation que là où cela est nécessaire pour l'exploitation efficace et sûre de la voie ferrée [37]. De plus, le processus doit être adapté aux différentes conditions de biodiversité sur la ligne de chemin de fer. Dans les sections où vivent les reptiles, les méthodes thermiques et d'eau chaude peuvent les tuer et il serait donc préférable d'utiliser d'autres méthodes de contrôle, il est donc important de vérifier la présence d'espèces dans la zone de la piste avant d'effectuer des travaux d'entretien général. Cela peut être fait en utilisant les données existantes sur la présence de l'espèce, en consultant les autorités de conservation de la nature et par des enquêtes sur site.

## Restaurer

Malheureusement, la modernisation des voies ferrées existantes peut parfois « détruire » définitivement et rendre impossible la restauration de l'habitat couvert par la voie ferrée. Cependant, dans les zones entourant l'assiette de la voie, il peut être possible de réparer les dommages au sol et à la végétation causés par les travaux de construction, et des habitats fauniques ouverts peuvent être restaurés ou créés en laissant de petits tas de déblais de ballast récupéré (par exemple, des fines) et des tas de déchets morts. Le bois provenant de l'entretien des arbres au bord de la plate-forme de la voie, là où il est sécuritaire et approprié de le faire. Ces options fourniraient des micro-habitats précieux pour certains invertébrés (p. ex. les abeilles nichant au sol), les amphibiens, les petits mammifères et les reptiles.

## Compensation écologique

Pendant la phase de construction de lignes nouvelles et modernisées, des espèces végétales rares et des habitats importants peuvent être définitivement détruits et doivent donc être remplacés par des habitats équivalents en qualité et en taille, la réintroduction d'espèces disparues dans des conditions contrôlées étant envisagée. Idéalement, le nouvel habitat devrait avoir un gain net de biodiversité, en ligne avec les programmes et stratégies locaux, régionaux, nationaux et européens.

La translocation des espèces vers un habitat convenable éloigné de la voie ferrée devrait être envisagée lorsque, par exemple, l'activité des blaireaux et des castors présente une menace pour les remblais supportant l'assiette de la voie ferrée. Cependant, les castors sont légalement protégés dans toute l'Europe et les blaireaux sont protégés dans de nombreux pays, il convient donc de demander l'avis d'un expert auprès de l'autorité locale de conservation de la nature sur la marche à suivre appropriée. Par exemple, comme l'a montré Network Rail, l'accent mis tôt sur l'atténuation des défis écologiques, comme l'utilisation de Setts de blaireaux artificiels, réduit les risques pour le remblai ferroviaire et augmente la précision des prévisions des résultats du projet. [38]. De plus, une collaboration proactive avec les ONG environnementales locales est fortement recommandée, pour trouver les domaines où un gain net serait le plus faisable et bénéfique pour la biodiversité et mettre en œuvre les mesures nécessaires.

## Contrôle et évaluation

Il est important de surveiller et d'évaluer les impacts que les mesures décrites ci-dessus ont sur la biodiversité pour s'assurer qu'elles répondent aux exigences nécessaires (voir l'étude de cas 4 dans le rapport Stratégie et actions pour la biodiversité [1]). Le suivi et l'évaluation fournissent également un retour d'information pour améliorer les mesures de protection de la biodiversité pour les projets futurs, par exemple les ponts arboricoles et les passages souterrains pour les petits animaux [39]. Comme pour les autres activités de restauration ou de compensation associées aux actifs ferroviaires,

Les méthodes de surveillance doivent être conformes aux exigences de chaque pays. Des avancées techniques sont en cours de développement pour automatiser ce processus, par exemple en utilisant des technologies d'intelligence artificielle (IA) [40], la détection éco-acoustique [41] [42] et des capteurs multispectraux à haute résolution basés sur des plateformes de drones [43]. Ces technologies offrent de nouvelles possibilités pour la surveillance précise et reproductible des populations animales et de l'état de leurs habitats, tout en évitant aux opérateurs de devoir risquer leur sécurité sur le bord de la ligne. De même, les applications de téléphonie mobile, telles que [PI@ntNet](#) [44] et [l'e-surveyor](#) [45], permettent aux non-spécialistes d'identifier et d'enregistrer facilement les espèces végétales et animales indigènes et non indigènes présentes sur le bord de la ligne, et de soumettre leurs dossiers pour vérification par des experts si nécessaire.

## 4.3. DRAINAGE

### Caractérisation

Les systèmes de drainage sont un actif ferroviaire d'une importance vitale mais complexe, impliquant à la fois des éléments « ouverts » et « fermés » qui ont tous le même objectif : éloigner l'eau de l'infrastructure ferroviaire afin d'éviter l'instabilité, l'affaissement, les inondations, l'humidité et d'autres problèmes liés à l'accumulation d'eau incontrôlée (c'est-à-dire due à la corrosion des matériaux, à l'érosion et au déplacement des particules et du sol) [46] [47]. Des systèmes de drainage efficaces (y compris des bassins d'équilibrage, des filtres à humus, des bassins de sédimentation et d'infiltration) deviendront encore plus cruciaux à mesure que le changement climatique entraînera des conditions météorologiques plus extrêmes et imprévisibles. Les systèmes de drainage peuvent être « naturels », revêtus de terre et de végétation, ou revêtus de béton ou d'autres matériaux artificiels (Figure 10).



Figure 10 : Fossé de drainage bordé de béton et de pierre.

Gauche : Structure de guidage des amphibiens © ÖBB Infra Droite : Sous les tuyaux de drainage ferroviaire © Adobe Stock.

Les parties ouvertes d'un système de drainage doivent être perméables pour maintenir l'intégrité de la fondation et peuvent inclure des fossés humides en permanence qui se déversent dans les cours d'eau et de petits étangs adjacents à la voie ferrée, ainsi que des actifs temporairement secs tels que des baissières et des sites de stockage des eaux de crue. Les éléments fermés comprennent les drains, les ponceaux et les canalisations qui éloignent les eaux souterraines et la pluie des pistes et des bâtiments ou redirigent les cours d'eau.

### L'effet et l'impact sur la biodiversité

Bien que leur fonction première soit d'assurer la sécurité et le fonctionnement efficace du système ferroviaire, les parties ouvertes des éléments de drainage, en particulier, peuvent être des habitats vitaux pour la faune, comme les libellules et les éphémères, les poissons d'eau douce, les amphibiens comme les grenouilles et les salamandres [48], les plantes aquatiques, les oiseaux des milieux humides et les castors, les loutres, les campagnols aquatiques et d'autres mammifères peuvent tous coloniser les ouvrages de drainage. La conception respectueuse de l'environnement des puisards et des pentes de drainage peut aider la biodiversité à se développer, même si un drainage de surface adéquat est nécessaire pour éviter la formation de flaques à la base des remblais et le long de la piste. De plus, la présence d'eau libre peut influencer de manière significative les microclimats locaux et contribuer au refroidissement de zones qui pourraient autrement être inconfortablement chaudes et sèches. De plus, les actifs de drainage fermés coupant en deux l'assiette de la voie, tels que les ponceaux, peuvent avoir une utilisation secondaire comme tunnels fauniques.

D'autre part, les systèmes de drainage à ciel ouvert peuvent également fonctionner comme une barrière, en particulier pour les petits animaux tels que les reptiles et les petits rongeurs qui ne peuvent pas les traverser. Certains de ces animaux peuvent se retrouver piégés dans les ponceaux si les côtés sont trop raides et qu'ils ne peuvent pas en sortir.

Afin de maintenir le fonctionnement des systèmes de drainage, ils doivent être régulièrement entretenus par des chasses d'eau ou des excavations pour éliminer les sédiments accumulés, qui peuvent avoir un impact permanent sur les habitats existants, les frayères, voire tuer certaines espèces. Il est donc important d'effectuer les travaux d'entretien en concertation avec les écologistes et de tenir compte des périodes où les espèces sensibles telles que les oiseaux et les amphibiens ne se reproduisent pas [48].

#### Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Créer des fossés de drainage gérés avec sensibilité avec des bords souples faits de terre et de pierres, qui sont colonisés par la végétation indigène pour fournir des habitats aux espèces aquatiques.

Reliez les systèmes de drainage artificiels aux zones humides naturelles pour étendre cet habitat et permettre aux espèces indigènes de les coloniser.

Localisez les ponceaux aux principaux points de migration des animaux et fournissez des passages aux animaux pour faciliter les déplacements.

#### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées au drainage. Toute autre mesure suggérée pour les zones latérales est décrite à la section 4.9.

#### Évitement et réduction

Il existe de fortes similitudes entre les mesures visant à éviter ou à réduire les impacts négatifs sur la biodiversité liés à l'installation et à l'entretien des systèmes de drainage ferroviaire, c'est pourquoi les deux volets ont été combinés. Si l'évitement n'est pas garanti, alors les mesures décrites devraient au moins réduire l'impact sur la biodiversité. Par exemple, l'élimination de l'excès d'eau et de l'eau emprisonnée des plates-formes de voie et d'autres parties du système ferroviaire est nécessaire et, par conséquent, l'entretien et la mise à niveau des actifs de drainage existants peuvent être inévitables. Cependant, l'impact négatif de cela sur la biodiversité peut être évité en examinant attentivement le calendrier et la fréquence de l'entretien et des autres activités ferroviaires.

L'entretien du drainage, comme l'enlèvement des sédiments accumulés, devrait être effectué à des moments appropriés de l'année pour éviter ou réduire la perturbation de la nidification dans les terres humides ou la perturbation de la reproduction des amphibiens [48].

L'utilisation de géotextiles peut également aider à prévenir la croissance de la végétation et donc à prévenir le colmatage.

L'effet de barrière d'un ponceau peut être réduit en construisant un rivage artificiel ou un sentier bien au-dessus de la ligne de flottaison (voir la figure 11). De même, les petits animaux peuvent facilement être piégés dans des drains et des fossés revêtus de béton. Les rampes de sortie sont donc une solution pour les systèmes ouverts. En général, le drainage artificiel doit être couvert dans la mesure du possible.



Figure 11 : Exemples de caniveaux passant sous les rails et permettant le passage de l'eau et des animaux  
© Jeff Ollerton & Adobe Stock

Les bonnes pratiques consistent à évaluer tout risque environnemental posé par l'exploitation et l'entretien de la voie ferrée pour les ressources en eau et sa biodiversité associée. Cette évaluation des risques devrait proposer des stratégies alternatives qui évitent ou minimisent les risques environnementaux. Un bon exemple en est le remplacement des herbicides pour le contrôle de la végétation près des cours d'eau par la coupe mécanique comme le recommande le rapport TRISTRAM [21], (Figure 12).



Figure 12 : Gestion de la végétation en bordure de ligne à l'aide de grattoirs mécaniques  
© Deutsche Bahn AG Volker Emersleben

Les rives naturelles utilisant des pierres poreuses et une végétation marginale peuvent filtrer les polluants de l'eau s'écoulant de la voie ferrée vers les plans d'eau adjacents, tandis que les bassins de rétention quasi naturels sont également des mesures importantes pour réduire l'impact négatif sur le bilan hydrique local (voir Figure 13).



Figure 13 : Exemples de bassins hydrographiques naturels en Autriche © ÖBB-Infra AG

### Restaurer

Lorsque cela est possible et approprié pour le fonctionnement sûr et efficace de la voie ferrée, de nouveaux actifs de drainage devraient être reliés aux cours d'eau, étangs et zones humides existants afin de fournir aux espèces aquatiques un refuge et d'augmenter la quantité d'habitat disponible pour la faune (voir la figure 14a).

Les voies de migration naturelles des poissons par des barrages et des déversoirs doivent être restaurés si les systèmes de drainage ne sont pas compromis dans le processus, ou des passes à poissons construites à cet effet au niveau des déversoirs peuvent également être une option (voir Figure 14b).



Figure 14 : a) Habitat des zones humides associé au système de drainage en bordure de ligne © Deutsche Bahn AG Mantel, b) Pont ferroviaire en treillis métallique en Pologne, au-dessus du déversoir d'une petite rivière © Adobe Stock

Les étangs et les zones humides envahis peuvent facilement être restaurés à l'aide d'engins de terrassement pendant les travaux de construction. Voir la restauration par ÖBB d'un étang envahi par la végétation pour le rendre plus profond et plus adapté aux grenouilles à titre d'exemple (Figure 15).



Figure 15 : Restauration d'étangs en Autriche © ÖBB-Infra

### Compensation écologique

Si d'importants habitats de zones humides sont définitivement détruits par la mise à niveau nécessaire des systèmes de drainage, un habitat équivalent aussi proche que possible du site d'origine doit être construit. Dans les fossés de drainage nouvellement construits, il convient, si possible, d'utiliser des plantations naturelles plutôt que des matériaux artificiels pour réduire l'érosion sur les côtés des fossés [49].

### Contrôle et évaluation

Une surveillance régulière des actifs de drainage de surface et souterrain doit être entreprise pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation, par exemple, la fonctionnalité des rampes d'évacuation et le développement des populations d'espèces après avoir été touchés par les travaux de construction.

Un échantillonnage systématique de l'infrastructure de drainage ferroviaire devrait être effectué pour surveiller les concentrations de polluants dans l'eau qui sont nocifs pour la faune et l'homme. Les résultats de cette surveillance devraient éclairer les mesures d'atténuation, telles que la future autorisation d'utilisation d'herbicides à proximité de la voie ferrée [50].

Enfin, comme pour les autres activités de restauration ou de compensation associées aux actifs ferroviaires, il est important de surveiller et d'évaluer tous les habitats de zones humides compensés pour s'assurer qu'ils répondent aux exigences de type et d'état de végétation nécessaires (voir l'étude de cas 4 dans le rapport UIC REVERSE [1]).

## 4.4. PONTS ET TUNNELS

### Caractérisation

Les ponts et les tunnels garantissent que le chemin de fer circule sur une pente uniforme, atteignant des régions autrement inaccessibles et lui permettant de croiser en toute sécurité d'autres infrastructures de transport. Les ponts et tunnels ferroviaires sont construits avec différentes techniques et en utilisant divers matériaux, dont l'acier et le béton. Les tunnels plus anciens sont généralement construits à partir de briques ou de blocs de pierre qui nécessitent un entretien considérable, tandis que les tunnels construits plus récemment utilisent des revêtements en béton [51] [52] [53] (Figure 16)



Figure 16 : Exemple de conception d'un tunnel moderne ainsi que d'un viaduc en voûte en maçonnerie  
a) © Deutsche Bahn AG / Wolfgang Klee, b) © ÖBB Infra AG

Les ponts ferroviaires ont deux principaux types de construction, les rails étant encastrés dans un lit de gravier ("construction fermée" - Figure 17) ou fixés à la construction du pont elle-même avec un espace ouvert entre eux ("construction ouverte").



Figure 17 : Pont avec construction fermée.

Gauche : © Deutsche Bahn AG Frank Kniestedt., Droite : © ÖBB Rail Cargo, David Payr

### Effets et impacts sur la biodiversité

Les ponts et les tunnels peuvent offrir des opportunités d'enrichir et de protéger les habitats adjacents, par exemple en faisant passer une ligne au-dessus ou en dessous d'une zone écologiquement sensible telle qu'une zone humide ou une forêt ancienne [54]. Les ponts, en particulier les piliers, peuvent être utilisés par les oiseaux nicheurs et fonctionnent ainsi de la même manière que les corniches rocheuses sur les falaises, l'installation de plates-formes de nidification les améliorant encore, surtout si les nids interféraient autrement avec les activités d'entretien et d'inspection (voir l'étude de cas [A3](#) dans le rapport UIC REVERSE [1]). Les ponts au-dessus des rivières et des lacs peuvent être parfaits pour placer des zones de nidification artificielles pour les oiseaux aquatiques tels que les cincles plongeurs et les hirondelles. De plus, des logements à l'intérieur des ponts et des tunnels peuvent être prévus pour les chauves-souris, en particulier dans ceux qui sont en pierre et en brique, ou, par exemple, dans les cavités formées par les poutres-caissons.

Les ponts en arc et les tunnels en maçonnerie du XIXe siècle sur les réseaux ferroviaires méritent une attention particulière, car ils pourraient avoir une valeur écologique en raison de leurs méthodes de construction et de leurs matériaux, par exemple en hébergeant du lichen qui peut pousser sur la pierre naturelle mais pas sur le béton. Les ponts peuvent être moins difficiles que les tunnels car les structures ont tendance à être construites en dehors d'un contexte urbain. Néanmoins, les tunnels à voûte en maçonnerie existants (figure 18), qui nécessitent un entretien fréquent et sont utilisés dans des zones à faible trafic et à faible vitesse de fonctionnement, offrent des habitats similaires aux grottes naturelles, avec des températures relativement fraîches et stables tout au long de l'année, ce qui les rend idéaux pour chauves-souris, qui sont des espèces protégées dans toute l'Union européenne (voir l'étude de cas [A2](#) dans le rapport UIC REVERSE [1]).

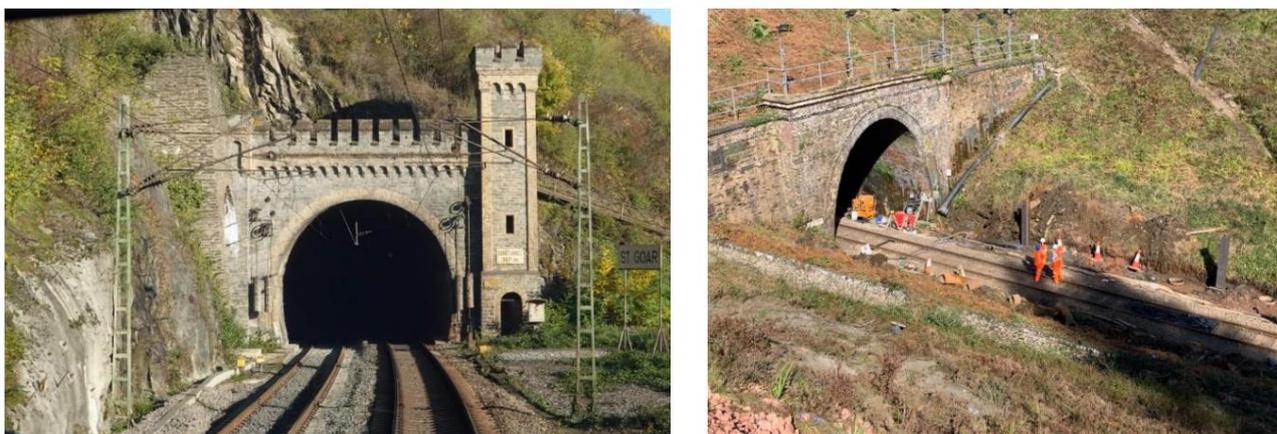


Figure 18 : Un exemple de tunnel à voûte en maçonnerie avec une construction en pierre et en brique.  
Gauche : © Deutsche Bahn AG Volker Emersleben, Droite : © Network Rail depuis Honiton Tunnel

Cependant, les tunnels et les ponts peuvent également avoir un impact négatif sur la biodiversité. Les grands mammifères tels que les orignaux, les cerfs et les ours peuvent être piégés dans des tunnels ou sur certains ponts, sans aucun moyen d'éviter les trains venant en sens inverse. Les constructions de ponts ouverts peuvent réduire ce risque, tandis que les constructions fermées peuvent augmenter son utilisation comme passage faunique. Les structures et les matériaux de construction modernes ont également tendance à ne pas offrir les mêmes possibilités de nidification et de repos à moins que ces caractéristiques ne soient activement intégrées à la conception.

#### Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Tenez compte de la présence d'espèces sensibles, telles que les chauves-souris et les oiseaux via une étude du site avant l'entretien.

Concevoir de nouvelles structures pour fournir des sites d'hibernation et de nidification loin des points de collision probables.

Permettre à la maçonnerie de s'intégrer dans l'environnement en utilisant des plantes à fleurs pour améliorer la qualité de l'habitat et fournir des ressources alimentaires (uniquement lorsque cela est autorisé pour des raisons de sécurité).

#### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées aux ponts et tunnels. Toute autre mesure suggérée pour les zones latérales est décrite à la section 4.9.

#### Évitement

De nos jours, les tunnels sont construits en béton, ce qui a l'avantage supplémentaire d'empêcher les chauves-souris de se percher. Pour les constructions anciennes existantes, il est recommandé d'éviter les inspections d'entretien et les travaux pendant les saisons où les espèces sensibles, telles que les chauves-souris et les oiseaux, utilisent des ponts ou des tunnels pour l'hibernation ou la reproduction. Cependant, pour des raisons opérationnelles, cela pourrait ne pas toujours être possible, la réduction des perturbations devant plutôt être envisagée et un écologiste consulté sur la manière de minimiser les perturbations inévitables.

#### Réduction

De nouveaux ponts et tunnels peuvent être conçus pour minimiser les risques de dommages aux espèces sensibles, par exemple en utilisant des matériaux de construction et des structures qui découragent les espèces d'utiliser l'actif où il y a un risque élevé de collision avec les trains.

Pour réduire les risques de collision, des sites de repos et de nidification alternatifs pour les chauves-souris et les oiseaux peuvent être fournis loin des points chauds de collision, tels que les entrées de tunnel [55]. Un train heurtant un animal plus gros est moins probable, mais est par conséquent plus dangereux et a des conséquences plus graves, plus coûteuses et plus mortelles si cela se produit. Par conséquent, clôturer les abords immédiats des ponts et des tunnels et établir un partenariat avec les propriétaires fonciers à proximité peut minimiser ce problème. Cette approche devrait être utilisée en dernier recours, car les clôtures pourraient piéger les animaux dans le corridor ferroviaire et compromettre la sécurité en cas d'accident, tout en entraînant une fragmentation du paysage.

Si des inspections ou des travaux d'entretien sont nécessaires alors que des chauves-souris ou des oiseaux sont présents, un expert de l'administration de la conservation de la nature doit être consulté pour trouver une solution moins invasive.

#### Restaurer

Les habitats qui ont été perturbés par des travaux d'entretien ou d'amélioration des ponts et des tunnels devraient être restaurés, à condition qu'ils n'exposent pas in fine l'espèce à des risques de collision avec les trains. Par exemple, dans certaines circonstances, il peut être possible de restaurer les nids d'oiseaux perdus ou endommagés sur les arches des ponts en construisant des rebords ou en fournissant des nichoirs.

### Compensation écologique

Si l'entretien d'un pont ou d'un tunnel entraîne la destruction inévitable d'un habitat de chauves-souris ou d'oiseaux, il doit être remplacé loin de la zone dangereuse par un nouvel habitat de repos, de reproduction et d'hibernation à proximité.

Chaque chauve-souris et de nombreuses espèces d'oiseaux sont légalement protégées dans l'UE, ce qui signifie qu'il est important de demander conseil à l'administration locale de conservation de la nature et, si nécessaire, de demander l'avis d'un expert sur la marche à suivre appropriée.

### Contrôle et évaluation

Un suivi régulier est nécessaire pour évaluer l'efficacité de toute mesure visant à éviter, réduire ou compenser l'impact négatif sur la biodiversité des travaux d'entretien ou de modernisation des ponts et tunnels.

Le suivi et l'évaluation peuvent être effectués par des experts utilisant de nouvelles technologies, telles que des caméras fauniques ou des détecteurs de chauves-souris pour mesurer l'impact des travaux sur les populations affectées et le succès des éventuelles mesures de remédiation. Comme pour les autres activités de restauration ou de compensation associées aux actifs ferroviaires, il est important de surveiller et d'évaluer tous les habitats de repos et de nidification créés pour compenser ceux perdus lors de l'entretien et de la modernisation des ponts et tunnels afin de s'assurer qu'ils répondent aux exigences nécessaires (voir l'étude de cas 4 dans le rapport UIC REVERSE [1]).



## 4.5. LIGNES AÉRIENNES ET À HAUTE TENSION

### Caractérisation

Pour cette section, l'équipement de ligne aérienne comprend les mâts et leur structure de support pour transporter l'électricité à haute tension pour alimenter les trains électriques via un pantographe monté sur le toit [56] [9] (Figure 19). Des poids sont souvent installés sur les mâts à certains intervalles pour maintenir la tension nécessaire à la structure de support, les poteaux étant en acier et en béton, généralement renforcés par une fondation en béton. Les lignes à haute tension transportent l'électricité des centrales électriques aux sous-stations ferroviaires, qui sont ensuite reliées à la caténaire. Les poteaux des deux systèmes différents peuvent varier en conception et en hauteur, mais sont toujours construits en acier avec des bases en béton.



Figure 19 : a) Lignes aériennes rendues visibles pour la sauvagine pour éviter les collisions na zone sensible (zone humide de la ville de Vienne © ÖBB-Infra, b) Taille de la végétation le long du Hann. Münden, © Deutsche Bahn AG Oliver Lang

### L'effet et l'impact sur la biodiversité

Le chemin de fer aérien et les lignes à haute tension associées ont le potentiel de blesser ou de tuer la faune, les espèces les plus à risque étant les oiseaux et certains mammifères arboricoles comme les écureuils. Dans le corridor ferroviaire, ces animaux peuvent être blessés s'ils franchissent l'isolant et sont choqués et peuvent ensuite être tués par des trains qui passent ou des prédateurs au sol [57].

Les câbles des lignes électriques plus étendues et à plus haute tension alimentant le réseau ferroviaire en électricité peuvent constituer une menace pour les oiseaux migrateurs, provoquant des collisions et des électrocutions. Par conséquent, ces risques doivent être pris en compte lors de la construction de lignes aériennes et des facteurs préventifs doivent également être pris en compte. De plus, à proximité de la végétation, ils pourraient également provoquer des incendies de forêt en été, ce qui a un impact négatif sur la flore et la faune locales. Par conséquent, les compagnies de chemin de fer doivent s'assurer que les travaux d'entretien de routine sont effectués afin que les arbres et la végétation grimpante n'interfèrent pas avec les lignes caténares aériennes.

#### Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Installez des déviateurs d'oiseaux pour rendre les lignes à haute tension plus visibles pour les oiseaux migrateurs.

Utilisez des isolateurs étendus pour réduire le risque d'électrocution pour les oiseaux et les mammifères.

### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées à l'équipement des lignes aériennes. Toute autre mesure suggérée pour les zones latérales est décrite à la section 4.9.

### Évitement et réduction

Il existe de fortes similitudes entre les mesures aériennes pour éviter ou réduire leur impact négatif sur la biodiversité, c'est pourquoi les deux volets ont été regroupés. Si l'évitement n'est pas garanti, alors les mesures décrites devraient au moins réduire l'impact sur la biodiversité.

Le risque de collision d'oiseaux avec les fils des lignes à haute tension existantes peut être évité en installant des déviateurs d'oiseaux (disques ou petits drapeaux) pour rendre les lignes plus visibles. L'électrocution peut être évitée en prolongeant les isolateurs. En Allemagne, par exemple, des isolateurs peuvent être utilisés sur les lignes aériennes d'une longueur de 600 mm pour éviter d'électrocuter les animaux [58]. Une autre stratégie d'évitement consiste à couvrir les parties électriques critiques avec des matériaux plastiques non conducteurs (jusqu'à présent principalement utilisés sur les lignes électriques à haute tension) (Figure 20). Chez ÖBB en Autriche, ceux-ci mesurent 1510 mm de long et comprennent des protections pour empêcher les animaux de grimper sur l'isolateur (voir en annexe - Limitations techniques pour l'entretien de la végétation sur les voies ferrées). À côté de ces technologies éprouvées et opérationnelles, d'autres sont à l'étude, notamment l'utilisation de grilles électrostatiques ou mécaniques sur les isolateurs (c.-à-d. des déviateurs d'oiseaux) pour prévenir l'électrocution. De même, l'adoption de technologies de propulsion alternatives pour les trains (par exemple, hydrogène, batterie, etc.) peut contribuer à réduire le besoin de lignes supplémentaires à haute puissance dans les zones où les trains diesel sont encore utilisés et où l'électrification est coûteuse.

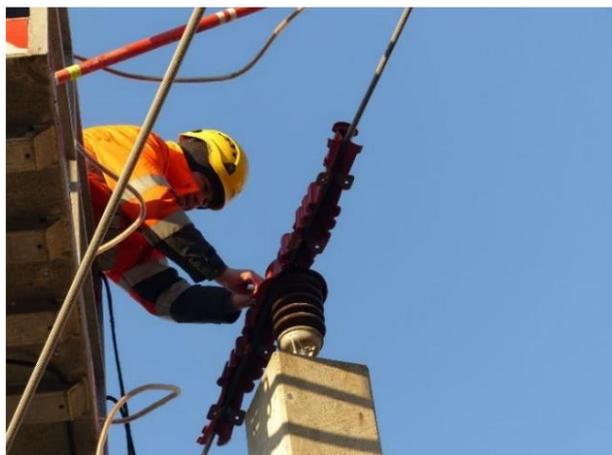


Figure 20 : Bouchons de protection contre les oiseaux sur les mâts de ligne aérienne © Renate Wunder, ÖBB-Infrastruktur, Autriche

Les travaux d'entretien régulier doivent être entrepris en dehors de la saison de reproduction des oiseaux pour éviter de perturber les nids sur les structures de support des lignes aériennes ou à haute tension. Si des travaux pendant la saison de reproduction sont inévitables pour des raisons de sécurité, il convient de demander l'avis d'un spécialiste auprès de l'administration de la protection de la nature.

### Restaurer

Pour des travaux d'inspection ou d'entretien, l'installation de nouveaux équipements ou la gestion de risques opérationnels, il peut s'avérer nécessaire de déplacer un nid d'oiseau placé sur un poteau, ce qui inclut de le déplacer vers un autre endroit à proximité. Au sens le plus strict, cela peut être considéré comme une compensation écologique et l'administration locale de conservation de la nature doit être contactée et, si nécessaire, un avis d'expert recherché.

### Compensation écologique

Les mesures potentielles pour compenser l'impact de l'entretien des lignes aériennes comprennent la construction de nids artificiels ou de lieux de repos en dehors de la zone de danger en combinaison avec l'amélioration de l'habitat dans les environs pour le rendre plus attrayant pour les espèces transférées.

### Contrôle et évaluation

Un suivi régulier est nécessaire pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation de l'impact sur la biodiversité de l'installation et de l'entretien des lignes aériennes. Le suivi et l'évaluation peuvent être effectués par des experts utilisant de nouvelles technologies, telles que des caméras de la faune et des enquêtes par drone en combinaison avec une intelligence artificielle (IA) pour estimer le développement de la population de la faune affectée (voir l'étude de cas 8 de la stratégie et des actions de l'UIC pour la Biodiversité).



Figure 21 : Nid de cigogne blanche (Ciconia ciconia) sur poteau de chemin de fer © Adobe Stock

## 4.6. CANAUX DE COMMUNICATION ET DE CÂBLE

### Caractérisation

Les canaux de câbles acheminent les câbles électriques et de communication, qui sont vitaux pour le fonctionnement sûr et efficace du réseau ferroviaire. En général, ceux-ci peuvent être divisés en 2 constructions différentes. Le premier est au sol (goulottes), principalement en béton ou en matière plastique (Figure 22). Les constructions ont un couvercle facile à enlever pour les inspections ou les travaux d'entretien, et les caniveaux de câbles sont généralement situés à l'intérieur ou à proximité de la zone de voie elle-même - principalement dans la zone de transition (c'est-à-dire la zone d'espacement ou les passerelles latérales, comme décrit dans [1]). Les constructions surélevées, en revanche, consistent en une combinaison de poteaux en acier et de gouttières avec un couvercle en plastique, qui peuvent aller de quelques centimètres à environ un mètre de hauteur. Ces constructions sont majoritairement implantées dans des zones de remblai ou des habitats riverains.



Figure 22 : Un chemin de câbles fermé. © Deutsche Bahn AG Volker Emersleben

### L'effet et l'impact sur la biodiversité

Pendant l'exploitation ferroviaire de routine, les canaux de communication et de signalisation sont couverts, avec peu d'impact sur la faune en raison de leur inaccessibilité générale. Cependant, les inspections et l'entretien ou d'autres travaux sur les caniveaux de câbles au sol peuvent nécessiter le retrait des couvercles sur une période prolongée ou sur une longue distance, ou ils peuvent être mal remis en place. Cela peut permettre l'accès à de petits animaux comme des lézards, des serpents ou des amphibiens, ce qui peut conduire à ce que les abreuvoirs servent d'habitats temporaires à certaines espèces ou à ce que d'autres soient piégés [48].

#### Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Maintenir des couvertures sécurisées aux canaux de câble.

Surveiller les canaux ouverts pour l'entretien et le sauvetage des animaux piégés.

### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées à la communication et aux chaînes câblées. Toute autre mesure suggérée pour les zones latérales est décrite à la section 4.9.

### Évitement et réduction

Les mesures d'évitement et de réduction sont identiques, c'est pourquoi les deux volets ont été regroupés. Remplacer correctement les couvercles des canaux ouverts immédiatement après la fin des travaux est le meilleur moyen d'éviter de piéger les animaux. Si cela n'est pas possible, des pièces de couverture simples doivent être placées sous forme de rampes tous les quelques mètres, afin que les animaux aient une sortie. De plus, les canaux doivent être vérifiés pour la faune piégée qui doit ensuite être secourue dans le cadre de la supervision régulière de la construction.

### Restaurer

Comme les canaux câblés existants et bien entretenus ne sont pas un habitat artificiel, il n'est pas nécessaire de les restaurer s'ils sont supprimés ou modifiés.

### Compensation écologique

Comme pour la section précédente, la compensation écologique n'est pas nécessaire. Les canaux de communication et de câble existants ne sont pas des habitats artificiels (s'ils sont correctement fermés) et il n'y a donc rien à détruire pour les inspections ou les travaux de maintenance.

### Contrôle et évaluation

La surveillance par comptage et sauvetage des espèces piégées dans le cadre de la supervision régulière de la construction peut être utilisée pour vérifier l'efficacité des mesures d'atténuation mises en œuvre.

## 4.7. CLÔTURES ET LIMITES

### Caractérisation

La catégorie «clôtures et délimitations» couvre un large éventail de systèmes et de constructions différents, y compris les clôtures de sécurité le long des voies ferrées, les clôtures à mailles losangées, les clôtures à poteaux et grillages pour le bétail, les haies de plantes ornementales et indigènes et les murs en pierre et en brique. Il comprend également des barrières antibruit (voir section 4.1).

### L'effet et l'impact sur la biodiversité

Ces actifs sont conçus pour empêcher les personnes et les animaux de s'égarer accidentellement ou délibérément dans les zones interdites, les écrans antibruit ayant pour fonction supplémentaire de réduire les perturbations du trafic ferroviaire pour les personnes et la faune. D'autre part, les clôtures peuvent former une barrière qui empêche les plus gros animaux de traverser la voie ferrée, ce qui pourrait causer des problèmes majeurs, et son impact sur la biodiversité est actuellement mal compris. Néanmoins, le fait que les clôtures provoquent ou non une fragmentation de l'habitat dépend fortement de l'espèce et/ou du type de clôture/limite. Par exemple, les haies ne sont généralement pas considérées comme une barrière, car elles sont plus ou moins praticables et ne sont donc pas incluses ci-dessous.

Il est utile de classer les différents types de clôtures/limites en fonction de leur caractère praticable :

À Barrières antibruit en tant que construction spéciale pour maximiser l'atténuation du bruit et réduire les nuisances – généralement pas praticable (Figure 23).



Figure 23 : Installation d'un mur antibruit. © Deutsche Bahn AG Oliver Lang

Clôtures grillagées et grillagées – le passage possible des animaux dépend de la taille des mailles et des espèces animales. Laisser pousser des plantes grimpantes telles que des clématites sauvages ou des liserons peut fournir des ressources aux pollinisateurs [59] (voir Figure 24), bien qu'un entretien et des soins nécessaires soient nécessaires pour qu'ils ne deviennent pas trop lourds.

À Murs de pierre, de brique et de béton – le passage possible des animaux dépend du matériau, de la hauteur du mur et de l'espèce animale. Les murs traditionnels en pierre ou en brique peuvent également fournir des habitats pour de petites espèces, telles que les abeilles minières et les reptiles.



Figure 24 : Les clôtures en treillis métallique permettent à des plantes telles que le liseron de pousser en maillon de chaîne (à gauche : © Network Rail, à droite : © Jeff Ollerton)

#### Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Tenez compte des exigences écologiques dans la conception et sélectionnez le système de clôture le plus approprié.

Installez des clôtures aux points chauds pour les collisions de trains avec de grands mammifères.

Installez des ouvertures et des barrières pour empêcher les animaux de se coincer dans le couloir ferroviaire clôturé.

Permettre à la végétation grimpante de coloniser les clôtures pour fournir des ressources de recherche de nourriture aux insectes pollinisateurs, si cela est permis pour des raisons de sécurité et si la clôture est suffisamment solide.

#### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées aux clôtures et aux délimitations. Toute autre mesure suggérée pour les zones latérales est décrite à la section 4.9.

#### Évitement

##### a) Conception et emplacement

Lors de la planification de la conception et de l'emplacement des clôtures ferroviaires, il convient de tenir compte de la nécessité d'éviter les collisions entre la faune et les trains, sans que les clôtures agissent comme des barrières physiques au mouvement des animaux, ce qui entraîne la fragmentation des habitats.

Les stratégies d'évitement spécifiques comprennent l'installation de clôtures étanches à la lumière et insonorisantes pour protéger les sites de nidification et de repos sensibles du bruit des trains qui passent et de la pollution lumineuse éventuelle.

Dans les zones où une atténuation du bruit plus élevée n'est pas requise et où la restriction du passage va à l'encontre des exigences de sécurité, telles que les entrées de tunnel et les ponts, lorsque cela est possible, des solutions naturelles peuvent être appliquées, notamment des remblais, des bermes, des arbustes, des haies, etc.

En général, les clôtures recouvertes de plastique ne doivent pas être utilisées, car le revêtement peut se décomposer avec le temps, provoquant la lixiviation des microplastiques dans l'environnement, ce qui aura un impact négatif sur certaines espèces. De même, l'utilisation de poteaux de clôture en bois traités avec des conservateurs nocifs pour l'environnement, tels que la créosote, doit être évitée.

Les clôtures artificielles doivent être rendues visibles pour les grands mammifères et les oiseaux afin d'éviter les risques de collision et de blessure. La base des écrans antibruit peut également être dotée d'ouvertures au niveau du sol pour permettre le passage de petits animaux comme les hérissons (voir la figure 25) à moins qu'il n'y ait une bonne raison de ne pas le faire, par exemple lorsqu'une atténuation maximale du bruit est requise. Des clôtures appropriées doivent être installées le long des tronçons de piste qui sont connus pour être des points de passage d'animaux sauvages (voir Suivi et évaluation, ci-dessous). La conception doit prévoir des trous d'entrée et de sortie pour les petits animaux [60] et des portes plus larges pour permettre aux grands mammifères (par exemple, les cerfs et les sangliers) de sortir du côté de la ligne et de ne pas se retrouver piégés dans la zone clôturée, en tenant compte des réglementations nationales sur des facteurs tels que la tenir compte de la distance entre la végétation et les clôtures.



Figure 25 : Panneaux de bois à Muirend, Hedgehog Highway Plan sur une voie des chemins de fer écossais  
© Réseau ferroviaire [61]

#### b) Construction et entretien

En général, si les relevés initiaux des zones où de nouvelles clôtures doivent être installées, identifient des habitats importants et/ou des espèces rares, ces zones doivent être évitées dans la mesure du possible. Les vieux murs de pierre et de brique peuvent parfois contenir des gîtes de chauves-souris et des hibernacles pour les reptiles et les amphibiens, ce qui signifie que ces sites doivent être inspectés par des écologistes professionnels en consultation avec l'autorité responsable de la conservation de la nature avant tout travail d'entretien. En fonction du statut de protection des espèces trouvées, les travaux doivent être déplacés vers une période non critique pour les animaux, ou d'autres solutions à moindre impact (voir section Restauration, ci-dessous) doivent être discutées avec l'autorité de conservation de la nature.

Enfin, des travaux d'entretien peuvent nécessiter l'enlèvement de la végétation des clôtures, qui doivent être effectués en dehors de la saison de reproduction. En cas d'incertitude, des écologistes professionnels et les autorités de protection de la nature doivent être contactés.

## Réduction

Bon nombre des mesures décrites dans l'évitement serviront également à réduire les impacts sur la biodiversité.

Les principales mesures comprennent :

- À En utilisant des clôtures appropriées le long des tronçons de piste qui sont des points de passage connus pour les animaux sauvages (voir Suivi et évaluation, ci-dessous).
- À L'installation de barrières à chevreuils permettra aux grands mammifères de sortir du côté de la ligne et de ne pas être piégés à l'intérieur la zone clôturée.
- À Se concentrer sur les points de migration connus des grands mammifères, y compris l'installation de systèmes automatisés d'alerte/dissuasion [62].

## Restaurer

Si des clôtures artificielles doivent être érigées ou si un entretien majeur doit être entrepris, il peut être nécessaire de déplacer de petits animaux, tels que des reptiles et des amphibiens, pendant la phase de construction. Il peut y avoir des cas où la présence de gravier et de béton nouvellement ajoutés rend le sol plus sec que la zone environnante, ce qui peut altérer la végétation d'origine, en particulier à la base des poteaux de clôture. Cependant, les plantes à fleurs ont une grande valeur en tant que sources de pollen et de nectar pour les abeilles et autres pollinisateurs et peuvent être soutenues par la création d'« hôtels à abeilles » pour les abeilles solitaires. De plus, des nichoirs pour oiseaux peuvent être installés pour combler le temps jusqu'à ce que la végétation soit entièrement restaurée. Cependant, pour éviter les nuisances, il est préférable de les placer loin des zones de passage régulier.

## Compensation écologique

Si des habitats importants sont définitivement détruits pendant les opérations de clôture, des mesures doivent être prises pour compenser les dommages et la perte d'habitat aussi près que possible du site d'origine. Des habitats vastes ou particulièrement importants sur le plan écologique peuvent être donnés à des organismes de conservation régionaux, ou d'autres accords négociés, pour la gestion à long terme du site.

## Contrôle et évaluation

La surveillance des zones où les trains entrent en collision avec de gros animaux devrait être utilisée pour identifier les points chauds de passage des animaux et où il serait prudent d'installer des clôtures. Une surveillance devrait également être effectuée là où des clôtures sont érigées, afin d'évaluer leur efficacité. L'utilisation de caméras à distance pour surveiller le nombre d'animaux piégés à l'intérieur de la ligne clôturée est également utile pour déterminer si des barrières doivent être installées. Comme pour les autres activités de restauration ou de compensation associées aux actifs ferroviaires, il est important de surveiller et d'évaluer tous les habitats compensés pour s'assurer qu'ils répondent aux exigences de type et d'état de végétation nécessaires (voir l'étude de cas 4 dans l'UIC INVERSE rapport [1]).

## 4.8. GARES ET BÂTIMENTS BORD DE LIGNE

### Caractérisation

Les gares et les bâtiments en bordure de voie couvrent une très grande variété d'actifs avec une large gamme d'utilisations, des bâtiments qui vendent des billets de train et fournissent des informations sur les horaires, aux cabines de signalisation, sous-stations électriques qui sont placées le long des tronçons de voies électrifiées, à l'entretien des moteurs et des autocars hangars, avec la similitude étant qu'ils sont généralement composés d'au moins trois, et généralement de quatre, murs avec un support de toit. Les nouvelles gares ferroviaires sont également souvent construites en acier avec des surfaces recouvertes de verre. Pratiquement tous les bâtiments ferroviaires offrent une certaine forme d'habitat à la faune, certains souhaitables et d'autres moins.

### L'effet et l'impact sur la biodiversité

1. Bâtiments : Les bâtiments ferroviaires et les infrastructures associées, telles que l'éclairage ou les surfaces vitrées verticales, qui peuvent provoquer des collisions, peuvent avoir un impact négatif majeur sur la biodiversité. Cependant, des mesures peuvent être prises pour les réduire, et les bâtiments peuvent être conçus pour fournir des aires essentielles d'alimentation, de nidification et de reproduction pour la faune. En plus de cela, pour minimiser les collisions d'oiseaux dans les zones et les bâtiments où du verre ou des panneaux transparents sont utilisés, tels que les plates-formes et les halls d'attente, les mesures préventives nécessaires doivent être prises en compte. Comme le montre la figure 26, les autocollants d'oiseaux noirs sur le verre peuvent ne pas être une mesure visible suffisante. Par exemple, l'ajout de lignes noires horizontales sur les surfaces transparentes en Autriche a été considéré comme une solution beaucoup plus efficace pour éviter les collisions. Les lignes ont une largeur de 4 mm et sont placées à une distance de 48 mm les unes des autres, conformément à la réglementation interne spécifique en Autriche pour rendre les façades en verre visibles pour les personnes et la faune.



Figure 26 : Rendre les façades vitrées visibles pour les personnes et la faune © ÖBB-Infrastruktur AG

2. Murs : Les conseils de gestion de la biodiversité pour les murs similaires à ceux fournis pour les murs en pierre et en brique dans la section 4.7 ne seront pas répétés. Le lierre est une partie écologiquement vitale des forêts indigènes et des habitats associés et lorsqu'il est sur les murs, il ne doit être enlevé qu'en cas d'absolue nécessité. Ses fleurs fournissent du nectar aux pollinisateurs, les baies sont mangées par les oiseaux et le feuillage persistant offre un habitat aux oiseaux et autres animaux, ainsi qu'une isolation des bâtiments et une protection des murs contre les intempéries.
3. Toits : les toits et les combles nécessitent une attention particulière car ils offrent des possibilités d'ajouter de la valeur de biodiversité aux bâtiments, soit délibérément (par exemple en installant des toits verts), soit parce que les chauves-souris et les oiseaux nichant dans des cavités comme les martinets exploitent les combles. D'autre part, des mesures peuvent être nécessaires pour empêcher les espèces nuisibles d'accéder aux bâtiments, par exemple les rats, les écureuils gris et les pigeons. Il est donc important que les mesures soient aussi sélectives que possible envers les espèces indésirables et évitent d'avoir un impact négatif sur les espèces désirables (c'est-à-dire en utilisant des systèmes de dissuasion pour la faune). Les inspections et les travaux d'entretien des toitures et des combles peuvent également avoir un impact négatif sur la biodiversité, par exemple en dérangeant les chauves-souris.

Les mesures décrites peuvent être vues dans la figure ci-dessous.

(un)



(b)



Figure 27 : Exemples montrant comment les bâtiments ferroviaires peuvent avoir un effet sur la biodiversité, ainsi que des opportunités pour concevoir des infrastructures plus respectueuses de la biodiversité a) toit artificiel pour fournir aux hirondelles de nouveaux sites de nidification, b) exemple pour un toit vert en Autriche © ÖBB-Infra

#### Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Concevoir de nouveaux bâtiments et rénover d'anciens bâtiments afin d'inclure des éléments favorisant la biodiversité, notamment des toits verts et bruns avec des espèces de plantes indigènes pour les insectes et les oiseaux, des nichoirs pour chauves-souris et martinets, des hôtels pour abeilles, des systèmes contrôlés pour réduire la pollution lumineuse, des dispositifs de dissuasion des oiseaux aux fenêtres et des plantation.

### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées aux gares et aux bâtiments en bord de voie. Toute autre mesure suggérée pour les zones latérales est décrite à la section 4.9.

#### Évitement

En règle générale, les habitats écologiques importants contenant des espèces rares ou une grande diversité de plantes et d'animaux doivent être évités lors de la construction de nouveaux bâtiments/domaines. Dans la mesure du possible, ils doivent être construits dans des zones déjà modifiées par l'homme, comme dans la zone d'un bâtiment récemment démoli. Cependant, les sites qui ont été débarrassés des bâtiments il y a longtemps peuvent avoir une valeur écologique importante (voir les commentaires sur les friches industrielles dans la section 4.9 ci-dessous).

Si des travaux d'entretien sont prévus sur les toits des bâtiments, même mineurs, des inspections appropriées doivent être effectuées par un écologiste professionnel pour déterminer si des chauves-souris ou des martinets utilisent les combles. Ensuite, pour éviter de les déplacer, les travaux d'entretien doivent être déplacés vers des périodes où les animaux ne sont pas présents. Si cela n'est pas possible, d'autres solutions doivent être trouvées en concertation avec l'autorité locale de protection de la nature.

#### Réduction

L'impact sur la biodiversité de la construction d'un nouveau bâtiment peut être considérablement réduit en installant des toits verts et/ou des murs végétaux. Dans les deux cas, il est important d'utiliser des espèces végétales indigènes appropriées, en particulier celles qui fournissent du nectar et du pollen pour les abeilles et d'autres insectes, et des fruits ou des graines pour les oiseaux. Les toits dits « bruns » (toits auto-ensemencés) sont également une option [64].

Le risque que des oiseaux entrent en collision avec des fenêtres en verre peut être réduit en mettant en œuvre des développements récents tels que des films réfléchissant les ultraviolets [65], lors de la planification de rénovations de bâtiments et de nouveaux bâtiments. Cependant, l'expérience pratique suggère que l'utilisation d'autres méthodes, telles que des silhouettes de prédateurs sur la fenêtre, semblent avoir peu d'effet sauf si elles couvrent la moitié de la vitre. Il est également important d'installer des lumières à détecteur de mouvement, tout en considérant le type et l'emplacement de cet éclairage extérieur pour réduire la pollution lumineuse.

#### Restaurer

Si les combles doivent être entièrement rénovés, des box à martinets et à chauves-souris permettant la reproduction de ces espèces peuvent être installés. De même, des « hôtels à abeilles/insectes » peuvent être fixés sur des murs chauds et abrités selon les cas. Si la conception ne permet pas de réduire l'impact, des barrières antibruit perméables et un éclairage adapté aux insectes (par exemple, LED) doivent être utilisés à la place. Par exemple, la figure 28 montre la lampe à coupure complète, qui dirige la lumière vers le bas et vers l'extérieur, plutôt que vers le haut vers le ciel et aide à réduire la pollution lumineuse dans les plates-formes à LED.



Figure 28 : Réduisez la pollution lumineuse avec des luminaires adaptés aux insectes © ÖBB-Infra et verdissez les gares © Réseau ferroviaire

Particulièrement pour les stations, la plantation d'espaces verts avec une végétation indigène favorable à la faune (par exemple des plantes attrayantes pour les insectes pollinisateurs - voir l'étude de cas 3 dans le rapport Stratégie et actions pour la biodiversité [1]) est particulièrement efficace et esthétique pour le public voyageur [59].

### Compensation écologique

Si des habitats importants sur le plan écologique sont définitivement détruits lors de la construction ou de la modernisation de bâtiments en bordure de ligne, ils doivent être remplacés par des habitats équivalents aussi proches que possible du site d'origine. Lorsque des bâtiments ont été construits sur d'anciennes friches industrielles établies, la translocation de l'habitat par des « toits bruns » [64] qui utilisent une partie du substrat du site d'origine peut constituer une compensation partielle de leur destruction. Si des habitats importants sont définitivement détruits ou s'il y a un impact négatif résiduel, des mesures doivent être prises pour compenser les dommages et la perte d'habitat aussi près que possible du site d'origine, conformément aux réglementations locales et aux programmes et stratégies européens. Des habitats vastes ou particulièrement importants sur le plan écologique peuvent être donnés à des organismes de conservation régionaux, ou d'autres accords négociés, pour la gestion à long terme du site.

### Contrôle et évaluation

L'utilisation des boîtes à chauves-souris et à martinets doit être étroitement surveillée pour s'assurer qu'elles ont été correctement installées et qu'elles sont habitées. Les toits verts et bruns doivent être vérifiés chaque année pour éliminer les arbres et arbustes indésirables de la croissance, y compris les espèces exotiques envahissantes, telles que le buddleia ( voir les études de cas A6 et A7 dans le rapport UIC REVERSE [1]).

Comme pour les autres activités de restauration ou de compensation associées aux actifs ferroviaires, il est important de surveiller et d'évaluer tous les habitats compensés pour s'assurer qu'ils répondent aux exigences de type et d'état de végétation nécessaires (voir l'étude de cas 4 dans le rapport UIC REVERSE [1]). Par exemple, seule une bande étroite près de la plate-forme doit être fauchée régulièrement et le reste du remblai ne peut être fauché qu'une fois par an, avant la nidification - voir Figure 29.



Figure 29 : Gare respectueuse des insectes avec espaces verts à Rankweil/Vorarlberg OBB

## 4.9. HABITATS EN BORD DE LIGNE

### Caractérisation

Le terrain adjacent au bord de la ligne représente le plus grand actif ferroviaire dont une entreprise ferroviaire est responsable et, en raison de sa grande superficie, a le potentiel d'avoir le plus grand impact positif sur la biodiversité. Le bord de ligne abrite différents habitats et végétations de différentes tailles (Figure 1) et un bon point de départ pour les comprendre est le Railway Sustainability Design Guide de Network Rail [8] qui comprend des conseils pratiques et des études de cas gérant de nombreux types différents d'habitats en bord de ligne.

### L'effet et l'impact sur la biodiversité

Les habitats en bordure de ligne reflètent souvent les communautés végétales, animales et fongiques naturelles et semi-naturelles, qui se trouvent juste au-delà des terrains appartenant aux compagnies ferroviaires, ce qui signifie qu'ils doivent être traités comme des extensions d'habitats potentiellement précieux pour la biodiversité. La nature étendue du réseau ferroviaire signifie que le bord de la ligne peut jouer un rôle supplémentaire important dans la reconnexion des habitats et de la biodiversité dans des paysages autrement fragmentés.

Les habitats riverains en Europe sont incroyablement diversifiés car le réseau traverse différents biomes, tels que la toundra boréale et les forêts de conifères dans l'extrême nord, les arbustes et autres habitats méditerranéens dans le sud et tout le reste. De plus, les lignes urbaines peuvent avoir une flore particulière associée aux friches industrielles, qui sont souvent les vestiges de la construction de voies (voir la figure 1 pour un résumé).

En plus de soutenir une gamme variée d'habitats qui abritent de nombreuses plantes indigènes, le bord de la ligne peut abriter des espèces envahissantes indésirables, en particulier sur les accotements adjacents aux voies ferrées, tandis que les voies navigables jouent un rôle important dans la propagation de ces espèces végétales exotiques. Le problème est souvent exacerbé par un manque de clarté entre les opérateurs ferroviaires et leurs voisins quant à la responsabilité du contrôle des espèces exotiques. Une sensibilisation conjointe sur cette question est donc nécessaire pour apporter des changements positifs.

La flore à proximité des voies doit être équilibrée entre les exigences de sécurité et la volonté de conserver et de soutenir la biodiversité, d'autant que certaines de ces plantes jouent un rôle direct dans les habitats associés à d'autres actifs, notamment le drainage (section 4.3) et les clôtures et délimitations (section 4.7). Par conséquent, les décisions concernant la gestion doivent en tenir compte.

#### Principales caractéristiques de conception sélectionnées

Les terrains adjacents à la voie ferrée, qui sont gérés par les opérateurs ferroviaires, ont le plus grand potentiel d'impact positif sur la biodiversité. La restauration ciblée des habitats en bordure de voie peut maximiser le rôle des chemins de fer dans la fourniture et l'amélioration de la connectivité du paysage.

Avoir des habitats boisés indigènes comprenant des peuplements d'âge mixte avec du bois mort debout et tombé, et planter des espèces indigènes appropriées est une contribution particulièrement précieuse.

La lande composée d'une mosaïque ouverte et diversifiée de mousses, de lichens, d'herbes et d'arbustes nains est un habitat en déclin mais écologiquement important.

Les prairies comprenant des habitats secs et ouverts abritant diverses communautés de plantes à fleurs, d'insectes, de reptiles, de petits mammifères et d'oiseaux sont également importantes.

Les anciens sites industriels et résidentiels (friches industrielles) comprenant des habitats secs et ouverts peuvent contenir des collections uniques de plantes et d'animaux.

Les habitats des zones humides comprenant des étangs et des fossés avec une végétation marginale indigène, des roselières et des marécages fournissent des habitats à de nombreuses espèces aquatiques.

Les marais salants et les zones humides côtières avec des vasières, des lagunes et des dunes de sable fournissent des habitats à de nombreux invertébrés marins, poissons et espèces d'oiseaux.

Les écosystèmes montagnards avec des falaises, des rebords rocheux, des pentes d'éboulis et des forêts arboricoles offrent des habitats à de nombreuses espèces rares et spécialisées qui ont maintenant disparu dans les basses terres.

#### Des mesures pour protéger la biodiversité

Cette section se concentre sur les mesures liées aux habitats riverains et aux abords des gares et peut être liée aux mesures des sections 4.2 à 4.8. Les principales caractéristiques des principaux habitats riverains et leur valeur associée pour la biodiversité sont décrites dans l'encadré ci-dessus et dans la figure 1.

#### Évitement

Il convient d'éviter les travaux le long de la ligne qui peuvent entraîner le déplacement de l'habitat et des animaux pendant les périodes critiques pour la biodiversité, comme pendant les saisons de reproduction des oiseaux et la migration des amphibiens [48].

Les habitats de friches industrielles riches en biodiversité qui se sont développés en bordure de ligne doivent être particulièrement conservés en raison de leur importance pour les abeilles nichant au sol et d'autres insectes, de sorte que des enquêtes entomologiques complètes doivent être effectuées avant tout travail. Aucun arbre indigène ne peut être abattu à moins qu'il ne pose un problème de sécurité direct, car non seulement il fournit un abri aux oiseaux et à d'autres animaux, mais il constitue également un réservoir de carbone important pour compenser l'impact du changement climatique (voir Figure 30).

La survenue d'incendies de forêt peut être évitée grâce à une gestion appropriée de la végétation [3], qui doit trouver un équilibre entre les préoccupations de sécurité incendie et la conservation des espèces. En raison principalement de cette gestion de la végétation, ces écosystèmes ne doivent pas être perturbés et les travaux prévus doivent être décalés sur des périodes où les espèces protégées ne seront pas déplacées (en évitant les périodes de migration et les périodes de reproduction). Les écosystèmes ne doivent pas non plus être modifiés d'une manière qui entraîne la destruction de populations protégées. Par exemple, dans certains pays, les animaux tels que les blaireaux sont protégés par la loi et le fait de déranger leurs animaux peut entraîner des poursuites [66].



Figure 30 : Panneau indiquant la nidification des oiseaux - ne coupez pas ! © Network Rail et © Adobe Stock

## Réduction

Dans les zones riveraines où il est sûr et approprié de le faire, l'intensité de sa gestion, telle que la coupe de la végétation, devrait être réduite dans le but de créer une végétation hétérogène et des écotones. Avec des plantes de différentes hauteurs, y compris la flore du sol, des arbustes, des arbres et des plantes grimpantes, les animaux sauvages ont plus de possibilités de trouver de la nourriture et des sites de nidification. Par conséquent, une approche « légère » devrait être adoptée en ce qui concerne la gestion de l'habitat le long des lignes, par exemple en limitant la coupe des herbes à une fois tous les deux ans, lorsque cela est possible. La végétation le long des pistes peut être une source vitale de nectar et de pollen pour les abeilles et autres pollinisateurs (Figure 31). Par conséquent, l'utilisation d'herbicides chimiques conventionnels doit être évitée dans la mesure du possible et des moyens alternatifs pour lutter contre les espèces indésirables doivent être envisagés.



Figure 31 : La végétation en bordure de voie peut fournir des fleurs riches en nectar et en pollen pour les abeilles et autres pollinisateurs  
© Adobe Stock, © SNCF Réseau

### Restaurer

De nombreux habitats semi-naturels en bordure de ligne se sont dégradés (par exemple, la carrière d'argile sèche qui ne convient pas aux hirondelles – voir la figure 32) en raison d'un manque de gestion appropriée. Là où autrefois les habitats ouverts et riches en biodiversité, tels que les zones humides, les prairies et les landes, ne sont pas gérés, la succession naturelle conduit à la domination de quelques espèces d'arbres et d'arbustes compétitifs, y compris des espèces non indigènes.



Figure 32 : Garder la carrière d'argile humide, ne convient pas aux hirondelles © ÖBB-Infrastruktur AG

Les communautés végétales qui en résultent ont généralement une structure et une composition simples qui supportent relativement peu d'espèces végétales et animales associées. Une gestion appropriée peut être appliquée pour restaurer ces habitats riverains dégradés et améliorer leur valeur pour la biodiversité. Ces actions impliquent de réduire les espèces compétitives et, si possible, de faire paître la végétation en communautés végétales plus ouvertes et structurellement complexes à une gamme de stades de succession allant de l'herbe ouverte et de la bruyère aux gradations (écotones) de broussailles et de bois indigènes. Celles-ci nécessitent l'application ciblée de pratiques traditionnelles de gestion de la végétation (voir le Railway Sustainability Design Guide [8] de Network Rail pour plus de détails) et peuvent être résumées comme suit :

#### Bois [67]

- À Abattage sélectif pour éliminer les arbres présentant un risque pour la sécurité ferroviaire (par exemple à proximité des caténaires, arbres malades) et les arbres non indigènes concurrents.
- À Abattage ciblé pour créer une structure de canopée variée avec des clairières ouvertes.
- À Laisser le bois mort là où le risque d'incendie est faible et créer des tas de bûches comme habitats pour les champignons, insectes et mammifères spécialisés.
- À Replanter les forêts existantes et planter de nouvelles forêts avec des espèces d'arbres indigènes appropriées loin des lignes aériennes et sur des habitats à faible valeur de biodiversité existante, par exemple des prairies fertiles et pauvres en espèces (voir Figure 33).



Figure 33 : Création de tas de bûches d'habitat et de nouvelles plantations boisées dans des zones qui ne constituent pas une menace pour la sécurité de l'exploitation ferroviaire à Wick - Scotland's Railway © Network Rail

#### Prairies et broussailles [68]

- À Enlevez les fourrés denses de broussailles pour ouvrir la prairie, en visant à laisser des buissons épars fournir des perchoirs et un abri pour les oiseaux.
- À Éliminer les espèces compétitives et non indigènes en les abattant ou en utilisant des herbicides sélectifs où il est sécuritaire de le faire.
- À Couper la prairie à l'automne ou au début du printemps tous les 1 à 2 ans pour permettre aux espèces de plantes herbacées indigènes de déposer leurs graines. Des précautions doivent être prises pour éviter de déranger les oiseaux nichant au sol ou les fourmilières.
- À Varier le moment et l'emplacement de la coupe (rotation) pour laisser certaines zones non coupées pendant l'hiver des habitats pour les insectes et pour fournir des graines aux oiseaux.
- À Idéalement, retirez l'herbe coupée car cela réduit l'impact du dépôt d'azote atmosphérique et l'eutrophisation qui en résulte.

À Si possible, clôturez le site et faites paître abondamment avec le bétail pour maintenir une structure et une composition florale diversifiées. Les excréments du bétail fourniront un environnement supplémentaire pour les communautés d'insectes spécialisés.

#### Landes [69]

À Supprimer les fourrés denses de broussailles pour ouvrir la lande, en visant à laisser des buissons épars à fournir des perchoirs et un abri pour les oiseaux.

À Éliminer les espèces compétitives et non indigènes en les abattant ou en utilisant des herbicides sélectifs où il est sécuritaire de le faire.

À Sur les sites très dégradés, envisager de réensemencer les zones dénudées avec des espèces indigènes de landes pour accélérer la restauration.

À Lorsque cela est possible en toute sécurité, faites paître la lande avec du bétail à très faible densité pour créer une structure végétale diversifiée. Les excréments du bétail fourniront un environnement supplémentaire pour les communautés d'insectes spécialisés.

À Alternativement, coupez des peuplements d'arbustes nains équiennes selon une rotation de 5 à 10 ans pour créer une mosaïque de différentes communautés végétales âgées.

À Créer de petites zones de sol nu comme habitats pour les reptiles et les insectes.

#### Zones humides et côtières [70]

À Là où les étangs et les fossés se sont asséchés et remplis de limon, retirez périodiquement ce (dessablage) et la végétation dense pour créer de l'eau libre et peu profonde, à l'aide d'une excavatrice ou à la main.

À Revégétaliser les berges dénudées et érodées avec des espèces indigènes appropriées par ensemencement ou plantation en mottes pour assurer la protection contre les inondations et empêcher l'excès de sédiments de se déverser dans l'eau.

À Contrôler les algues bleu-vert en utilisant de la paille d'orge et en empêchant l'excès de nutriments de pénétrer dans l'eau. Ce dernier peut nécessiter des mesures supplémentaires de lutte contre la pollution.

À Éliminer les espèces aquatiques non indigènes à l'aide de techniques de contrôle mécaniques, biologiques ou autres.

À Manipuler les systèmes de drainage, là où cela peut être fait en toute sécurité, afin de s'assurer qu'il y a un approvisionnement de l'eau toute l'année.



Figure 34 : Chemin de fer et pont de la zone côtière, © Network Rail

Friche industrielle [71]

- À Enlever les fourrés denses de broussailles pour ouvrir la végétation, en visant à laisser des buissons épars fournir des perchoirs et un abri pour les oiseaux.
- À Éliminer les espèces non indigènes envahissantes en utilisant les méthodes prescrites, y compris mécaniques, biologiques, et contrôle mécanique.
- À Retirez et éliminez en toute sécurité les substrats toxiques et les matériaux dangereux, par ex. ordures ménagères.
- À Si nécessaire, clôturez le site pour empêcher les décharges sauvages et l'accumulation continue de matériaux.
- À Reconcevoir les substrats inertes (par exemple, béton concassé, briques et ballast) pour créer des topographie, y compris des monticules doux et des éraflures peu profondes.
- À Sur les friches industrielles très récentes, envisager de réensemencer certaines zones dénudées avec des espèces indigènes appropriées (par exemple des annuelles de champs de maïs et des espèces de prairies sèches) pour accélérer la restauration.

### Compensation écologique

Si des habitats importants sont définitivement détruits, des mesures doivent être prises pour compenser les dommages et la perte d'habitat aussi près que possible du site d'origine. Il existe un large éventail d'approches bien documentées et efficaces pour la création d'habitats semi-naturels appropriés pour un lieu et un site donnés, dans le but d'accélérer le processus naturel de colonisation par des espèces végétales indigènes et de surmonter la limitation localisée des semences. Ceux-ci inclus:

- je. semer des mélanges de graines d'espèces indigènes, idéalement récoltées dans des habitats semi-naturels proches
- ii. épandage de matériel coupé riche en graines (foin vert)
- iii. planter des espèces herbacées, des arbustes et des arbres indigènes cultivés en conteneurs
- iv. déplacer la couche arable ou le gazon riche en propagules de la zone détruite

Fournir des lits de semence de bonne qualité (p. ex., une terre fine exempte d'espèces de mauvaises herbes compétitives) pour encourager l'établissement des plantes est d'une importance cruciale pour le succès de la création d'habitats. La gestion du suivi est également importante pour faire face à la concurrence des espèces indésirables au cours des premiers stades de la succession.

Si des espèces ou des habitats rares ou protégés sont présents en bordure de ligne et sont menacés par des travaux de construction ou d'entretien planifiés, leur translocation peut être une obligation légale (y compris en utilisant une approche « Ecosystem Hotel » [72]). Il est également possible de déplacer des écosystèmes de plantes entières, y compris le sol, dans certaines circonstances (voir l'étude de cas 4 dans le rapport UIC REVERSE [1]), en notant les conseils sur les « toits bruns » dans la section 4.8. Des habitats vastes ou particulièrement importants sur le plan écologique peuvent être donnés à des organismes de conservation régionaux, ou d'autres accords négociés, pour la gestion à long terme du site.

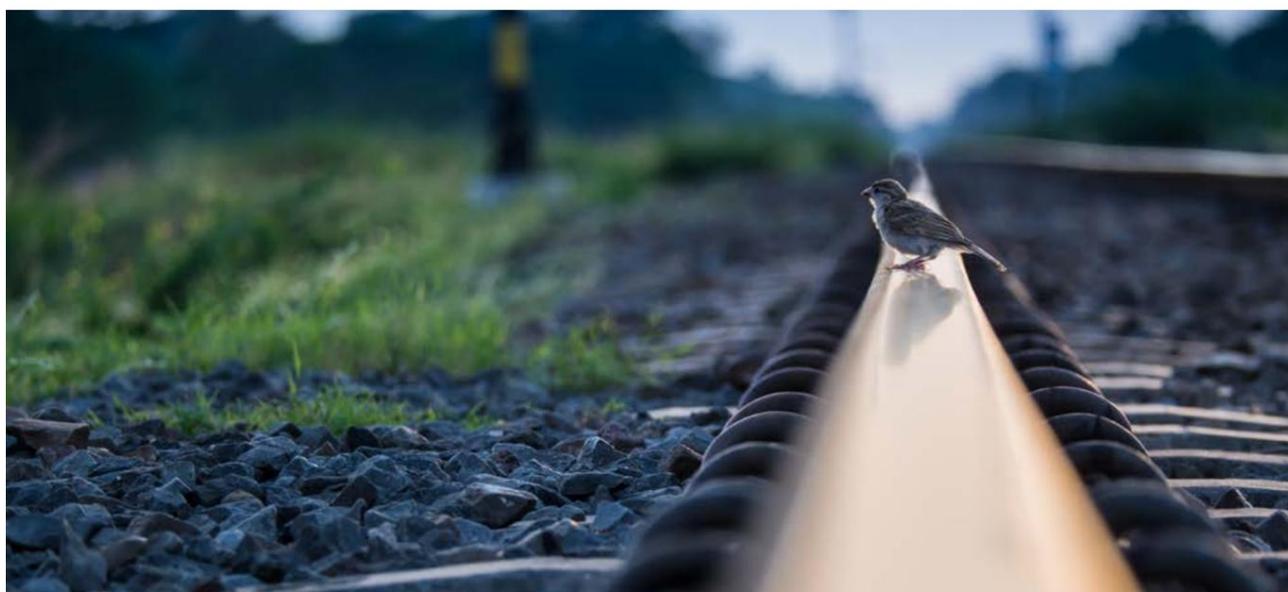
### Contrôle et évaluation

Il est important de surveiller régulièrement les effets de la gestion et de la restauration en bordure de ligne sur la qualité de l'habitat et les espèces ciblées afin de réviser et d'améliorer activement les plans de gestion. Il est également important de surveiller la survie de toute espèce ou habitat transféré. Il existe une large gamme de

techniques et technologies disponibles pour ce faire (voir chapitre 5 de European Railways: Strategy and Actions for Biodiversity [1]). Il s'agit notamment de l'observation de la Terre à l'aide de capteurs multispectraux à haute résolution spatiale sur satellites et de plates-formes aéroportées et de drones (Figure 35). Des relevés répétés à l'aide de ces capteurs peuvent détecter des changements dans le type et l'étendue des habitats présents sur un site, et comment ils réagissent aux mesures de gestion. Les capteurs de détection et de télémétrie de la lumière (LIDAR) peuvent fournir des informations supplémentaires sur la structure des habitats et de la végétation. De même, les nouvelles technologies de capteurs utilisant la vision par ordinateur et la détection audio, ainsi que l'IA, peuvent identifier les espèces végétales et animales, et comment elles peuvent réagir à la gestion et à la restauration en bordure de ligne. Enfin, lorsqu'il est sécuritaire d'accéder au bord de la ligne, des relevés de terrain traditionnels effectués par des écologistes qualifiés peuvent fournir des données détaillées sur les habitats et les espèces. Enfin, les habitats en bordure de ligne peuvent offrir de nombreuses occasions d'impliquer le personnel dans des projets de «science citoyenne» pour surveiller les plantes, les papillons, les oiseaux, etc., à condition que cela soit sûr (voir l'étude de cas A8 dans le rapport UIC REVERSE [1] ).



Figure 35 : Cartographie des populations d'arbres le long de la ligne à l'aide de données satellitaires et de l'intelligence artificielle pour identifier les arbres potentiellement dangereux à proximité de la ligne, © Deutsche Bahn AG / LiveEO



## 5. CONCLUSION

Les chemins de fer doivent jouer un rôle clé dans la promotion des synergies entre les priorités du secteur des transports et les environnements écologiques qu'ils possèdent et gèrent, compte tenu du besoin urgent de transports verts pour minimiser les émissions nocives et soutenir notre patrimoine naturel. Le rapport Stratégie et actions pour la biodiversité de l'UIC a calculé que le réseau ferroviaire traverse déjà plus de 2 500 des quelque 14 000 zones protégées à haute valeur de conservation en Europe [1]. Par conséquent, il existe un énorme potentiel pour les projets d'amélioration de la biodiversité et pour être un précurseur dans la fourniture d'espace pour que la faune puisse prospérer.

Plusieurs compagnies ferroviaires européennes représentées dans le projet REVERSE intègrent déjà la protection et la conservation de la biodiversité dans leurs opérations de réseau et leurs plans de gestion.

Ces lignes directrices rassemblent les enseignements tirés des meilleures pratiques sur les moyens les plus efficaces de gérer les actifs ferroviaires pour la biodiversité. De plus, les lignes directrices visent à fournir des orientations pour chaque actif ferroviaire clé et à encourager d'autres experts à travailler sur l'amélioration de la biodiversité. Les points clés de ces lignes directrices peuvent être résumés comme suit :



### Améliorer la connectivité et créer des opportunités en appliquant la hiérarchie d'atténuation

L'application de la hiérarchie d'atténuation aux actifs ferroviaires importants, au fur et à mesure qu'ils sont entretenus, modernisés et reconstruits, intègre une conservation efficace de la biodiversité dans tous les éléments de l'activité ferroviaire tout en garantissant le fonctionnement sûr et fiable du réseau. Il fournit également aux gestionnaires techniques ferroviaires une meilleure compréhension de la manière dont leur travail peut soutenir et atténuer l'impact négatif sur la biodiversité.



### Acquérir des connaissances internationales de haute qualité en partageant les meilleures pratiques

Ces lignes directrices démontrent l'efficacité de l'effort de collaboration internationale entre les gestionnaires d'infrastructures et les parties prenantes dans le développement et le partage des connaissances et des meilleures pratiques pour atténuer l'impact négatif et maximiser les avantages des chemins de fer sur la biodiversité.



### Surveiller l'efficacité des mesures d'atténuation

L'efficacité des mesures d'atténuation des effets néfastes sur la biodiversité doit être surveillée à l'aide d'approches fiables et reproductibles, d'une surveillance systématique détaillée de l'habitat et d'une évaluation. Le cas échéant, cela devrait être fait à l'aide de systèmes de surveillance intelligents et à distance, et les informations devraient être partagées ouvertement entre les gestionnaires de l'infrastructure ferroviaire afin d'élargir et d'améliorer les approches et pratiques futures.



### Suivre les cadres réglementaires

Ces lignes directrices ne remplacent pas les exigences légales en matière d'évaluations d'impact environnemental appropriées, les réglementations nationales d'aménagement appropriées et la directive Habitats de l'UE. Les experts doivent connaître le cadre réglementaire local et national sur la gestion de l'habitat.



### Demander conseil à un spécialiste

L'avis d'experts auprès d'écologistes professionnels et des autorités compétentes en matière de conservation de la nature doit être recherché à toutes les étapes de la gestion des actifs ferroviaires - conception, installation, maintenance, mise à niveau et démantèlement. En plus d'employer des écologistes, les entreprises ferroviaires devraient investir dans la formation et le perfectionnement de la main-d'œuvre sur l'importance de la biodiversité et des services écosystémiques qu'elle fournit.



### Considérez le cadre plus large

L'impact indirect sur la biodiversité au-delà du réseau ferroviaire lui-même ne peut être négligé. L'extraction de quantités excessives d'agrégats peut entraîner la destruction permanente de l'habitat, et l'utilisation de traverses en bois dur européen ou tropical peut contribuer à la déforestation. L'approvisionnement en matériaux tels que l'acier, l'aluminium et le béton et l'utilisation d'énergie (renouvelable et fossile) ont également un impact environnemental.

Bien que le champ d'application de ces orientations ne prenne pas en compte l'impact indirect du réseau ferroviaire sur la biodiversité, les experts doivent en tenir compte dans les stratégies et la planification de durabilité plus larges.



### Continuer à explorer les opportunités et les tendances futures

Dans la continuité de ces orientations, l'UIC entend poursuivre ses travaux sur la gestion ferroviaire durable en lançant le [projet Ecosystem Valuation for Railways \(ECOVR\)](#). Le projet se concentrera sur l'évaluation des services écosystémiques fournis par les habitats et la faune autour du réseau ferroviaire et démontrera comment ils contribuent à nos vies et à nos économies. L'UIC, en collaboration avec ses membres, développera également des orientations techniques complémentaires sur la planification et la construction de nouvelles lignes, qui ne sont pas incluses dans ce document, dans le but de garantir que l'impact sur la biodiversité est minimisé.



## 6. ANNEXE - LIMITATIONS TECHNIQUES POUR LE MAINTIEN DE LA VÉGÉTATION SUR LES VOIES FERROVIAIRES

Un dessin technique détaillé concernant les limitations de la végétation utilisé par ÖBB-Infra AG pour une ligne à double voie nouvellement construite, y compris les barrières de protection contre le bruit, les remblais et la gestion de la végétation. Il décrit les différentes zones de voie et les tampons de sécurité des caténaires. Les dessins suivants sont partagés à titre informatif uniquement et toute utilisation active doit être convenue avec ÖBB.

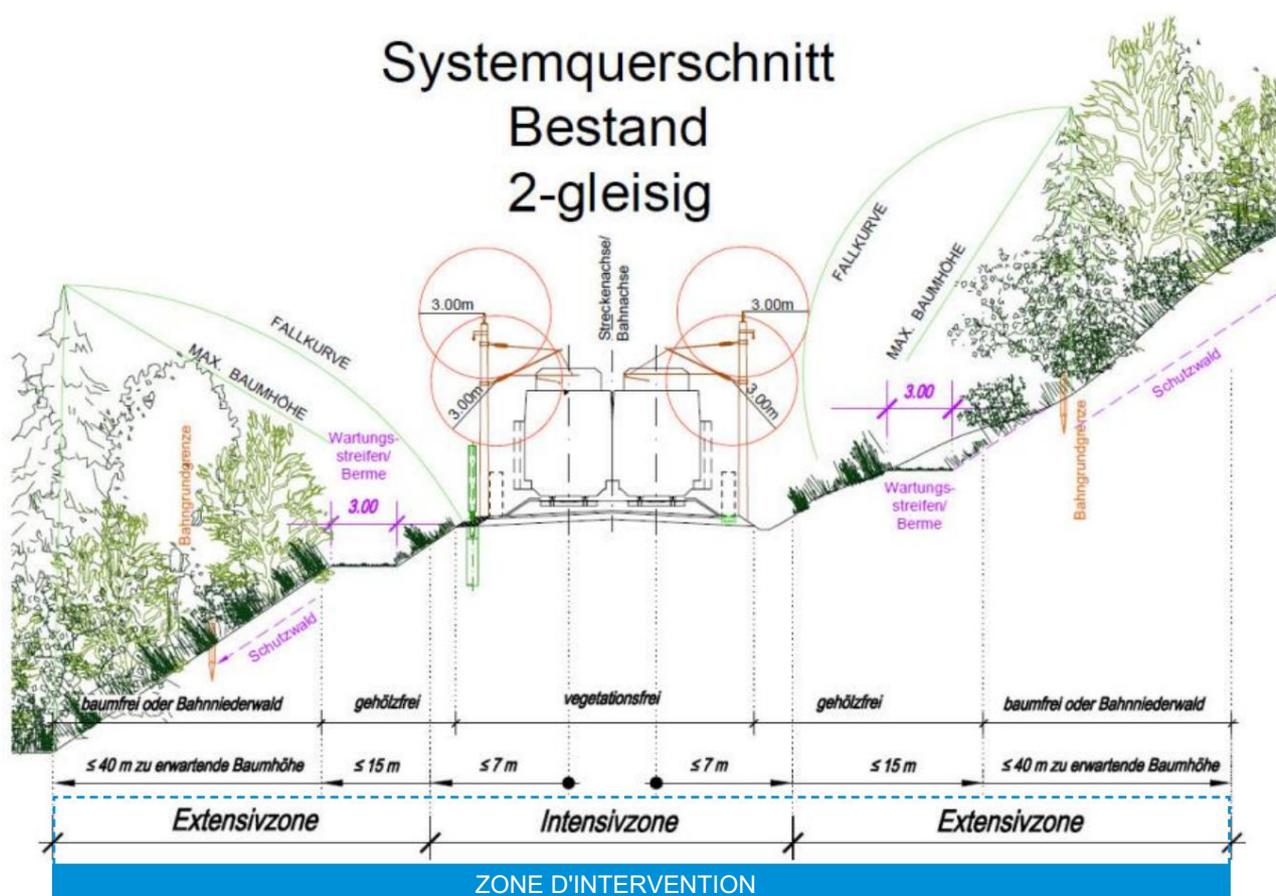


Figure 36 : Coupe latérale de la voie ferrée ÖBB – nouvelle ligne à double voie construite, avec remblai de protection contre le bruit

## Systemquerschnitt Neubau mit Lärmschuttdamm 2-gleisig

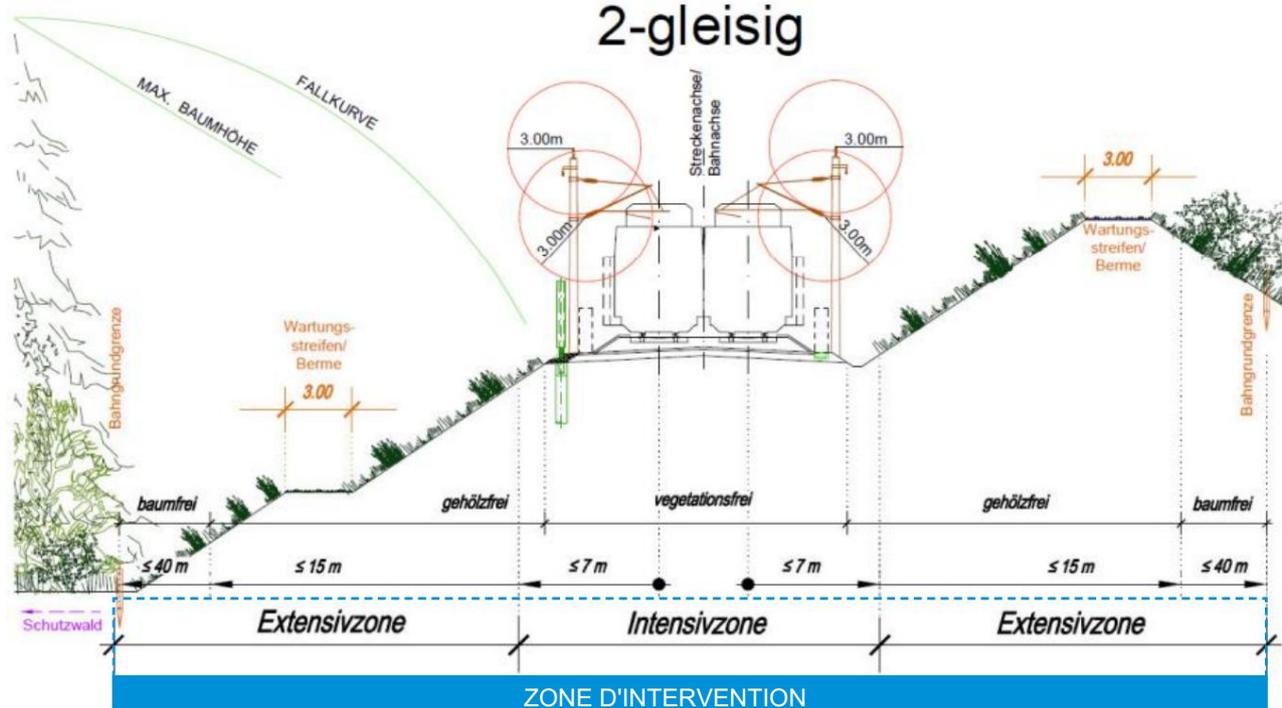


Figure 37 : Coupe latérale de la voie ferrée ÖBB – nouvelle ligne à double voie construite, avec remblai de protection contre le bruit

Terminologie ÖBB	Traduction anglaise
Systemquerschnitt Bestand 2-gleisig	Section transversale du système de corridor ferroviaire : double voie
Courbe d'automne	Courbe d'automne des arbres
Max. Baumhöhe	Max. Hauteur des arbres
Schutzwald	Forêt protectrice
Wartungsstreifen/Berme	Berme de maintenance
Bahngrundgrenze	Limite du domaine ferroviaire
Baumfrei ou Bahnniederwald	Arbres ou taillis autorisés
Gehölzfrei	Pas d'arbres ni de taillis
Végétationsfrei	Pas de végétation
≤40m avant erwartende Baumhöhe	Hauteur prévue des arbres inférieure à 40 m
Streckenachse/Bahnachse	Axe de route/Axe ferroviaire
Systemquerschnitt Neubau mit Lärmschuttdamm 2-gleisig	Coupe transversale du système : nouvelle construction avec bruit Barrière, double voie

## 7. FIGURES ET TABLEAUX

Tableau 1 : Structure et couverture des lignes directrices .....	4
Tableau 2 : Description du corridor ferroviaire et description des habitats associés .....	5
Figure 1 : Les principaux habitats associés au réseau ferroviaire européen ainsi que leurs principaux avantages pour la biodiversité .....	5
Figure 2 : Hiérarchie des mesures d'atténuation pour gérer le risque pour la biodiversité – adapté de © UICN [15].....	8
Figure 3 : À gauche : Une voie ballastée avec des traverses en béton. © Deutsche Bahn AG Daniel Sarrebourg, À droite : Une prévision record au Royaume-Uni Température de la voie de 53 °C © Network Rail .....	9
Figure 4 : Différentes compagnies ferroviaires autorisent différentes quantités de végétation sur et à proximité des voies. ©Adobe Stock.....	dix
Figure 5 : À gauche : deux cerfs sauvages traversant la voie ferrée au sud de l'Espagne à Malaga © Adobe Stock, À droite : lézard vert femelle sur une voie ferrée © Adobe Stock .....	dix
Figure 6 : Impacts possibles sur la biodiversité dus aux travaux d'entretien et à l'exploitation d'une ligne de chemin de fer.....	11
Figure 7 : Un environnement de plate-forme avec des mesures idéales pour enrichir la biodiversité, bien qu'une adaptation et une validation soient nécessaires car les conditions varient dans chaque entreprise/pays.....	12
Figure 8 : Améliorer un pont de voie navigable près de Cannock pour protéger la ligne Chase dans le Staffordshire © Réseau ferroviaire [31] .....	13
Figure 9 : Système de dissuasion des animaux (gauche : Ligne E20 Varsovie, droite : Chemins de fer lituaniens), © NEEL, Pologne .....	14
Figure 10 : Fossé de drainage bordé de béton et de pierre. Gauche : Structure de guidage des amphibiens © ÖBB Infra Droite : Sous les tuyaux de drainage ferroviaire © Adobe Stock. ....	16
Figure 11 : Exemples de caniveaux passant sous les rails et permettant le passage à la fois de l'eau et des animaux © Jeff Ollerton & Adobe Stock.....	18
Figure 12 : Gestion de la végétation le long des lignes à l'aide de grattoirs mécaniques © Deutsche Bahn AG Volker Emersleben .....	19
Figure 13 : Exemples de bassins hydrographiques naturels en Autriche © ÖBB-Infra AG.....	19
Figure 14 : a) Habitat des zones humides associé au système de drainage en bordure de ligne © Deutsche Bahn AG Mantel, b) Pont ferroviaire en treillis métallique en Pologne, au-dessus du déversoir d'une petite rivière © Adobe Stock .....	20
Figure 15 : Restauration d'étangs en Autriche © ÖBB-Infra .....	20
Figure 16 : Exemple de conception d'un tunnel moderne ainsi que d'un viaduc en voûte en maçonnerie a) © Deutsche Bahn AG / Wolfgang Klee, b) © ÖBB Infra AG.....	21
Figure 17 : Pont avec construction fermée. Gauche : © Deutsche Bahn AG Frank Kniestedt., Droite : © ÖBB Rail Cargo, David Payr .....	21
Figure 18 : Un exemple de tunnel à voûte en maçonnerie avec une construction en pierre et en brique. Gauche : © Deutsche Bahn AG Volker Emersleben, Droite : © Network Rail depuis Honiton Tunnel .....	22

Figure 19 : a) Lignes aériennes rendues visibles pour les oiseaux d'eau afin d'éviter les collisions dans une zone sensible (zone humide de la ville de Vienne © ÖBB-Infra, b) Taille de la végétation le long du Hann. Munden, © Deutsche Bahn AG Oliver Lang.....	25
Figure 20 : Bouchons de protection contre les oiseaux sur les mâts de ligne aérienne © Renate Wunder, ÖBB-Infrastruktur, Autriche .....	27
Figure 21 : Nid de cigogne blanche (Ciconia ciconia) sur poteau de voie ferrée © Adobe Stock .....	27
Figure 22 : Un chemin de câbles fermé. © Deutsche Bahn AG Volker Emersleben .....	28
Figure 23 : Installation d'un mur antibruit. © Deutsche Bahn AG Oliver Lang.....	30
Figure 24 : Les clôtures en treillis métallique permettent à des plantes telles que le liseron de pousser en maillon de chaîne (à gauche : © Network Rail, à droite : © Jeff Ollerton) .....	30
Figure 25 : Panneaux de bois à Muirend, Hedgehog Highway Plan sur une voie des chemins de fer écossais © Réseau Ferroviaire [61] .....	32
Figure 26 : Rendre les façades vitrées visibles pour les personnes et la faune © ÖBB-Infrastruktur AG .....	34
Figure 27 : Exemples montrant comment les bâtiments ferroviaires peuvent avoir un effet sur la biodiversité, ainsi que des opportunités pour concevoir des infrastructures plus respectueuses de la biodiversité a) toit artificiel pour fournir aux hirondelles de nouveaux sites de nidification, b) exemple pour un toit vert en Autriche © ÖBB-Infra .....	35
Figure 28 : Réduisez la pollution lumineuse avec des luminaires adaptés aux insectes © ÖBB-Infra et verdissez les gares © Réseau Ferroviaire .....	37
Figure 29 : Gare respectueuse des insectes avec espaces verts à Rankweil/Vorarlberg OBB .....	38
Figure 30 : Panneau indiquant la nidification des oiseaux - ne coupez pas ! © Network Rail et © Adobe Stock .....	40
Figure 31 : La végétation en bordure de voie peut fournir des fleurs riches en nectar et en pollen pour les abeilles et autres pollinisateurs © Adobe Stock, © SNCF Réseau.....	41
Figure 32 : Garder la carrière d'argile humide, ne convient pas aux hirondelles © ÖBB-Infrastruktur AG .....	41
Figure 33 : Création de tas de grumes d'habitat et de nouvelles plantations boisées dans des zones qui ne constituent pas une menace pour la sécurité de l'exploitation ferroviaire à Wick - Scotland's Railway © Network Rail.....	42
Figure 34 : Chemin de fer et pont de la zone côtière, © Network Rail.....	43
Figure 35 : Cartographie des populations d'arbres le long de la ligne à l'aide de données satellitaires et de l'intelligence artificielle pour identifier les arbres potentiellement dangereux à proximité de la ligne, © Deutsche Bahn AG / LiveEO.....	45
Figure 36 : Coupe latérale de la voie ferrée ÖBB – nouvelle ligne à double voie construite, avec remblai de protection contre le bruit.....	48
Figure 37 : Coupe latérale de la voie ferrée ÖBB – nouvelle ligne à double voie construite, avec remblai de protection contre le bruit.....	49

## 8. GLOSSAIRE

Arboricole – fait référence aux animaux qui vivent la totalité ou la majeure partie de leur vie dans les arbres.

Biodiversité – contraction de « diversité biologique » qui fait référence à la multiplicité de la vie sur Terre à tous ses niveaux, de la variation des gènes au sein d'une population, au nombre d'espèces végétales, animales et fongiques et d'autres organismes vivants dans un habitat, et la gamme d'écosystèmes dans une région.

Biome – un ensemble d'écosystèmes naturels et d'habitats qui forment une unité biogéographique distincte dans un climat régional similaire. Les exemples en Europe comprennent les prairies, la toundra, les forêts de feuillus et de conifères et les broussailles sèches.

Habitats de friches industrielles - populations semi-naturelles de plantes et d'animaux qui sont apparues spontanément sur des terres précédemment développées.

Communauté – au sens écologique, une communauté est un groupe de deux espèces ou plus coexistant et interagissant dans la même zone en même temps.

Écotone - une transition entre deux communautés végétales ou plus, par exemple les prairies, les broussailles et les bois.

Corridor écologique - une étendue continue d'habitat qui permet le mouvement des espèces entre les zones et augmente ainsi la connectivité des habitats.

Écosystème – tous les organismes d'une zone (c.-à-d. la « communauté » écologique) plus l'environnement physique (eau, géologie, climat) avec lequel ils interagissent.

Services écosystémiques - les aspects et les fonctions des écosystèmes qui profitent directement aux humains en améliorant le bien-être ou en aidant les économies.

Écotone - une zone de transition entre deux communautés écologiques différentes, par exemple des prairies et des bois, où ces deux communautés ont des espèces en commun.

Fragmentation – processus par lequel des habitats écologiques contigus se divisent en parcelles séparées plus petites.

Habitat - un endroit dans lequel les besoins immédiats d'une espèce sont satisfaits, par exemple une forêt où les arbres abritent une gamme d'animaux sauvages. Voir aussi « Habitats semi-naturels ».

Restauration de l'habitat - le processus d'aide au rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé ou endommagé, généralement par des activités humaines mais parfois par des catastrophes naturelles.

Création d'habitat - le processus de formation d'un habitat nouveau et différent qui remplace un habitat existant gravement dégradé ou un substrat nu.

Translocation d'habitat - le mouvement physique d'un habitat d'une zone à une autre, par exemple en enlevant le gazon et le sous-sol d'une prairie et en le déplaçant vers un nouvel emplacement.

Espèce exotique envahissante – une espèce qui a été déplacée dans un habitat où elle ne se trouverait pas naturellement et qui cause des dommages écologiques importants ou qui a un impact économique.

Banque d'atténuation - un système hautement réglementé utilisé pour s'assurer que la perte d'habitat due à la construction et à d'autres développements est compensée par la préservation et/ou la restauration d'habitats dans d'autres domaines.

Hiérarchie d'atténuation - une approche des meilleures pratiques pour éviter, minimiser et compenser les impacts négatifs des développements prévus.

Habitats semi-naturels – communautés écologiques qui semblent naturelles mais qui ont été modifiées par les activités humaines.

Succession - changements naturels d'une communauté végétale ou animale qui se produisent au fil du temps, par exemple la transformation d'une prairie en forêt ou la colonisation d'une terre nue.

Tilth - l'état d'agrégation d'un sol, en particulier en ce qui concerne son aptitude à la croissance des plantes.

Translocation – déplacement d'espèces ou d'habitats entiers d'un lieu où ils seront détruits vers un nouvel emplacement approprié.

## 9. AUTEURS ET REMERCIEMENTS

Ces lignes directrices ont été élaborées dans le cadre de l'UIC Sustainable Land Use Sector, au sein de l'UIC Sustainability, rédigées par Pinar Yilmazer et Lorenzo Franzoni (UIC Sustainability), Michael Below (Deutsche Bahn AG, UIC Sustainable Land Use Sector Chair), Thomas Schuh (Österreichische Bundesbahnen Infrastruktur AG, UIC Sustainable Land Use Sector Chair), Richard Pywell et Jeff Ollerton (Royaume-Uni Centre d'Ecologie et d'Hydrologie sous contrat UIC Union Internationale des Chemins de fer)

Les auteurs remercient les partenaires du projet REVERSE pour leurs commentaires sur ce document et pour avoir donné accès à un certain nombre de rapports et d'études sur l'écologie ferroviaire. Le document a été préparé avec les précieuses contributions et suggestions des membres du Secteur SLU de l'UIC (par ordre alphabétique des pays) : Susanna Koivujarvi (Finlande : Agence finlandaise des infrastructures de transport), Loic Pianfetti (France : Société Nationale des Chemins de fer Français), Jayne Ryan (Irlande : Irish Transport Company), Flavia Demarinis, Romana Paglino, Ylenia Abruzzo et Almona Tani (Italie : Ferrovie dello Stato Italiane), Jeff Diks (Pays-Bas : ProRail), Anders Sjolund (Suède : Swedish Transport Administration), Neil Strong ( Royaume-Uni : Network Rail Infrastructure Limited), Lucie Anderton (UIC Sustainability).

Les personnes et organisations suivantes ont aimablement accepté d'être consultées sur la rédaction des lignes directrices. L'UIC remercie pour leurs suggestions et pour les améliorations apportées : Ethem Pekin (Community of European Railway and Infrastructure Companies), Christophe Janz et Hildegard Meyer (World Wide Fund for Nature CEE).



## LES RÉFÉRENCES

- [1] Union internationale des chemins de fer (UIC) Durabilité, UKCEH, « European Railways : Strategy and Action for Biodiversity, rEVERsE Final Report », mai 2022. [En ligne]. Disponible : [https://uic.org/IMG/pdf/uic\\_reverse\\_strategy\\_and\\_actions\\_for\\_biodiversity.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/uic_reverse_strategy_and_actions_for_biodiversity.pdf). [Consulté en août 2022].
- [2] ÖBB-Holding AG, « Rapport de durabilité 2021 », 2021. [En ligne]. Disponible : [https://presse.oebb.at/dam/jcr:ad02e265-2c7c-420c-84fc-4da17d7abe75/OEBB\\_CSR2021\\_EN\\_2608\\_mail.pdf](https://presse.oebb.at/dam/jcr:ad02e265-2c7c-420c-84fc-4da17d7abe75/OEBB_CSR2021_EN_2608_mail.pdf). [Consulté en décembre 2022].
- [3] Deutsche Bahn, « Rapport intégré 2021 », 2021. [En ligne]. Disponible : [https://ibir.deutschebahn.com/2021/fileadmin/pdf/DBK\\_e\\_IB21\\_web.pdf](https://ibir.deutschebahn.com/2021/fileadmin/pdf/DBK_e_IB21_web.pdf). [Consulté en décembre 2022].
- [4] Commission européenne (UE), « Taxonomie de l'UE pour les activités durables », [En ligne]. Disponible : <https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities-en>. [Consulté en décembre 2022].
- [5] Trafikverket, « Normes suédoises du patrimoine écologique et culturel pour la route et le rail », 2019. [En ligne]. Disponible : [https://handbookwildlifetraffic.info/wp-content/uploads/2018/01/STA\\_2015-Normes-du-patrimoine-ecologique-et-culturel.pdf](https://handbookwildlifetraffic.info/wp-content/uploads/2018/01/STA_2015-Normes-du-patrimoine-ecologique-et-culturel.pdf).
- [6] Interreg, « Faune et trafic dans les Carpates », 2019. [En ligne]. Disponible : [https://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved\\_project\\_output/0001/35/02caafe3c1c1365f76574e754ddbdc4e1af4a7a.pdf](https://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/35/02caafe3c1c1365f76574e754ddbdc4e1af4a7a.pdf).
- [7] IENE, "Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions », 2003. [En ligne]. Disponible : <https://handbookwildlifetraffic.info/>.
- [8] Network Rail, « Railway Sustainability Design Guide », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://safety.networkrail.co.uk/home-2/environnement-et-developpement-durable/ecologie-biodiversite/guide-de-conception-durable-ferroviaire/>.
- [9] HS2, « Informations sur les travaux sous contrat des systèmes ferroviaires : Systèmes électriques à haute tension : Spécification technique WI3000 », 2021. [En ligne]. Disponible : <https://assets.hs2.org.uk/wp-content/uploads/2021/11/WI3000-HV-Power-Systems-1.pdf>.
- [10] HS2, « Informations sur les travaux du contrat de systèmes ferroviaires : Track Open Route Central Phase 1 : WI3000 – Exigences techniques des travaux », [En ligne]. Disponible : <https://assets.hs2.org.uk/wp-content/uploads/2021/11/WI3000-Track-Open-Route-Central-Phase-1.pdf>.
- [11] "BugLife Brownfield Hub", [En ligne]. Disponible : <https://www.buglife.org.uk/resources/habitat-hub/brownfield-hub/>.
- [12] IENE, "Wildlife & Traffic : A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions : 7 Solutions to reduce transport infrastructure impacts on Wildlife", 2022. [En ligne]. Disponible : <https://handbookwildlifetraffic.info/ch-7-solutions-to-reduce-transport-infrastructure-impacts-on-wildlife/7-2-reducing-wildlife-mortality/>.
- [13] Ministère des Transports, « Manuel de conception des ponts et chaussées : LD 118 - Conception de la biodiversité », 2020. [En ligne]. Disponible : [https://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/search/9317652b\\_4cb8-4aaf-be57-b96d324c8965](https://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/search/9317652b_4cb8-4aaf-be57-b96d324c8965).
- [14] TB Consultancy, « Mitigation Hierarchy », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://www.thebiodiversityconsultancy.com/our-work/our-expertise/strategy/mitigation-hierarchy/>.
- [15] Pacte mondial des Nations Unies et UICN, « A Framework for Corporate Action on Biodiversity and Ecosystem Services », 2012. [En ligne]. Disponible : <https://unglobalcompact.org/library/139>. [Consulté en février 2023].

- [16] Union internationale des chemins de fer (UIC), « Application ferroviaire - Classification des lignes aux fins de l'entretien des voies (IRS 70714) », 2020. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-efc.com/en/railway-application-classification-of-lines-for-the-purpose-of-track-maintenance>.
- [17] Union internationale des chemins de fer (UIC), "Track Super structure decision-making (IRS 70727)", 2021. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-efc.com/en/railway-application-track-superstructure-decision-making>.
- [18] Union Internationale des Chemins de fer (UIC), ""Earthworks and track bed plates for railway lines" Principes de conception et de construction (IRS 70719) », 2020. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-efc.com/en/track-structure-earthworks-and-track-bed-layers-for-railway-lines-design-and-construction-principles>.
- [19] Union internationale des chemins de fer (UIC), IZT, « UIC Strategy on the Future of Vegetation control », Avril 2021. [En ligne]. Disponible : <https://uic.org/IMG/pdf/uic-strategy-on-the-future-of-vegetation-control.pdf>.
- [20] UIC Sustainability, "Herbie - State of the Art Report of Weed Control and Management for Railways (Part ABC) (incluant les lignes directrices et l'évaluation intégrée)", décembre 2018. [En ligne]. Disponible : <https://shop.uic.org/en/other-documents/9428-herbie-guidelines-state-of-the-art-and-integrated-assessment-of-weed-control-and-management-for-railways.html>. [Consulté en décembre 2022].
- [21] Union internationale des chemins de fer (UIC), "Futur contrôle de la végétation des chemins de fer européens - Rapport sur l'état de l'art - (TRISTRAM Final Report)", mars 2021. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-efc.com/en/future-vegetation-control-of-european-railways-state-of-the-art-report-tristram-final-report>. [Consulté en avril 2021].
- [22] Union internationale des chemins de fer (UIC), « Aspects techniques du contrôle de la végétation et de la gestion des risques liés aux arbres - Orientations et recommandations », juillet 2020. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-efc.com/fr/aspects-techniques-du-contrôle-de-la-vegetation-et-de-la-gestion-des-risques-des-arbres-orientations-et-recommandations>. [Consulté en août 2022].
- [23] ProRail, "Dwarsligger FaunaPassage," [En ligne]. Disponible : <https://uic.org/IMG/pdf/reverse-mitigation-for-impacts-of-operation-on-species-collision-electrocution-others-prorail.pdf>. [Consulté en décembre 2022].
- [24] Network Rail - Scotland's Railway, "Les blaireaux s'apprêtent à garder leurs maisons pendant que le chemin de fer travaille autour," 09 janvier 2020. [En ligne]. Disponible : <https://www.networkrailmediacentre.co.uk/news/badgers-sett-to-keep-their-homes-as-railway-works-around>. [Consulté en février 2023].
- [25] World Today News, « ProRail cherche un castor qui a bouleversé les horaires avec un tunnel », 9 octobre 2021. [En ligne]. Disponible : <https://www.world-today-news.com/prorail-is-looking-for-a-beaver-who-turned-the-timetable-upside-down-with-a-tunnel/>. [Consulté en février 2023].
- [26] Deutsche Bahn, Prise en compte des exigences de protection des espèces lors de la réalisation de mesures de maintenance sur la voie DB Netz AG [en allemand], Deutsche Bahn, 2018.
- [27] Union internationale des chemins de fer (UIC), « State of art report on alternatives to creosoted wood sleepers », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-efc.com/en/state-of-art-report-on-alternatives-to-creosoted-wooden-sleepers>.
- [28] CCE, « Prise de position : Utilisation de la créosote dans les chemins de fer », 2021. [En ligne]. Disponible : [https://www.cer.be/sites/default/files/publication/210320\\_CER\\_PositionPaper\\_creosote.pdf](https://www.cer.be/sites/default/files/publication/210320_CER_PositionPaper_creosote.pdf).

- [29] Ontsnippering, « Défragmentation des habitats par le rail et la route », [En ligne]. Disponible : <https://ontsnippering.nl/ontsnippering/english/>.
- [30] Animex, "Animex Arboreal Bridges", 2022. [En ligne]. Disponible : <https://animexbridge.com/>.
- [31] Network Rail, « Écrevisses en voie de disparition sauvées lors de la mise à niveau du chemin de fer de la ligne Chase à Cannock », 24 août 2022. [En ligne]. Disponible : <https://www.networkrailmediacentre.co.uk/news/endangered-crayfish-saved-during-west-coast-main-line-flood-protection>. [Consulté en janvier 2023].
- [32] Prescriptions techniques du ministère espagnol de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Environnement pour la conception des passages et des clôtures fauniques (deuxième édition, révisée et augmentée), Madrid : ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de l'Environnement, 2016.
- [33] KWJK-GD & WM Jasińska, « Dispositifs de dissuasion soniques UOZ-1 comme outil pour limiter les collisions avec les animaux le long des voies ferrées », Sylwan, vol. 158, p. 143-150, 2014.
- [34] STRAIL, "STRAILgrid - empêche l'accès aux pistes", 2022. [En ligne]. Disponible : <https://www.strail.de/en/level-crossing-systems/>.
- [35] Réseau, SNCF, « Faune et réseau ferroviaire : des évolutions concrètes pour améliorer la sécurité et la régularité des trains », SNCF Réseau, 2022.
- [36] Deutsche Bahn, Planifier, construire et entretenir les terrassements et autres structures géotechniques manuel [en allemand], 2022.
- [37] Deutsche Bahn, Manuel 882 : Aménagement du paysage et contrôle de la végétation [en allemand], Deutsche Bahn, 2019.
- [38] Network Rail, Osborne, "Brockenhurst Embankment Stabilization - Case Study for Badgers," Osborne, [En ligne]. Disponible : <https://www.osborne.co.uk/wp-content/uploads/2017/10/Ecology-Case-Study-Artificial-Badger-Sett-reduces-risk-to-rail-embankment-at-Brockenhurst.pdf>. [Consulté en février 2023].
- [39] ICDBTMTKAA d. SFGLJCBRM & ZTF Franceschi, « Surveillance de l'utilisation d'un pont couvert et de passages souterrains par des mammifères arboricoles sur une route côtière brésilienne », Folia Primatologica, vol. (sous presse), 2022.
- [40] UC f. E. a. Hydrologie, « La station de surveillance autonome soutient la recherche sur le site des zones humides », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://www.ceh.ac.uk/news-and-media/news/autonomous-monitoring-station-supports-research-wetlands-site>.
- [41] SWCMEM & KH Kahl, "BirdNET : une solution d'apprentissage en profondeur pour la surveillance de la diversité aviaire." Informatique écologique, vol. 61, non. 101236, 2021.
- [42] « Electro Acoustique », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://www.wildlifeacoustics.com/>.
- [43] ANGCI & T.-SA Román, "Données multispectrales UAV à haute résolution spatiale complétant l'imagerie satellite pour caractériser un écosystème de colonies de manchots à jugulaire sur l'île de la déception (Antarctique)", GIScience & Remote Sensing, vol. 59, non. 1, p. 1159-1176, 2022.
- [44] « Application PI@ntNet », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://plantnet.org/en/>.
- [45] Centre britannique d'écologie et d'hydrologie, "E-Surveyor - supporting habitat monitoring," [En ligne]. Disponible : <https://www.ceh.ac.uk/e-surveyor>.
- [46] Gouvernement NSW, «Track Drainage Standards», 2019. [En ligne]. Disponible : [https://www.transport.nsw.gov.au/system/files?file=media/asa\\_standards/2019/t-hr-ci-12130-st-v2.0.pdf](https://www.transport.nsw.gov.au/system/files?file=media/asa_standards/2019/t-hr-ci-12130-st-v2.0.pdf).

- [47] Australian Rail Track Corporation Ltd, Track Drainage – Inspection and Maintenance, Nouvelle-Galles du Sud : Australian Rail Track Corporation Ltd, 2006.
- [48] FSV, « Amphibian Protection for Transport Infrastructure », 2019. [En ligne]. Disponible : <http://www.fsv.at/shop/produktdetail.aspx?IDProdukt=382e88b4-7d82-4c40-a18e-dfc6601643f7>. [Consulté en décembre 2022].
- [49] R. Baltica, « Directives de conception : infrastructure ferroviaire, partie 2 : hydraulique, drainage et ponceaux », 2022. [En ligne]. Disponible : [https://www.railbaltica.org/wp-content/uploads/2022/07/RBDG-MAN-016-0109\\_RailwaySubstructurePart2-HydraulicDrainageAndCulvert.pdf](https://www.railbaltica.org/wp-content/uploads/2022/07/RBDG-MAN-016-0109_RailwaySubstructurePart2-HydraulicDrainageAndCulvert.pdf).
- [50] ÖBB-Infrastruktur AG, « OEBO-Suedstrecke-Folder », ÖBB-Werbung GmbH, 2017. [En ligne]. Disponible : <https://suedstrecke.oebb.at/de/dam/jcr:8f5ec6d6-59e4-4cb3-b550-85dfb2a1964e/OEBO-Suedstrecke-Folder-EN.pdf>. [Consulté en février 2023].
- [51] Union internationale des chemins de fer (UIC), « Guide d'exécution et de contrôle des réparations - Entretien et remplacement des maçonneries existantes (5-20005E) », 2020. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-ef.com/fr/guide-pour-l-execution-et-le-contrôle-des-reparations-entretien-et-remplacement-de-la-maçonnerie-existante>.
- [52] Union internationale des chemins de fer (UIC), « Principes de gestion et de maintenance des actifs des tunnels (IRS 70779-10) », 2020. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-ef.com/en/tunnel-asset-management-and-maintenance-principles>.
- [53] Union internationale des chemins de fer (UIC), « Recommandations pour l'inspection, l'évaluation et l'entretien des ponts en arc en maçonnerie (IRS 70778-3) », 2020. [En ligne]. Disponible : Recommandations pour l'inspection, l'évaluation et l'entretien des ponts en arc en maçonnerie.
- [54] R. Baltica, „Rail Baltica“ geležinkelio tiltas per Nerį, [En ligne]. Disponible : <https://www.youtube.com/watch?v=hLVsU3DcFbg>.
- [55] Network Rail, « Les chauves-souris : les navetteurs volants », [En ligne]. Disponible : <https://www.networkrail.co.uk/histoires/bats-the-flying-navetteurs/>.
- [56] Union internationale des chemins de fer (UIC), « Overhead Conductor Rail (OCR) requirements (IRS 70791-7) », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://www.shop-ef.com/en/railway-application-overhead-conductor-rail-ocr-requirements>.
- [57] Deutsche Bahn, Protection des oiseaux sur les systèmes caténares [en allemand], Deutsche Bahn, 2022.
- [58] DB Netz AG, « Richtlinie 997.9114 | Vogelschutz an Oberleitungsanlagen », 2022.
- [59] Trafikverket, Railway Stations - Design Profile Manual [version anglaise], Borlänge : suédois Administration des transports, 2018.
- [60] Animex, Guide des clôtures fauniques : amphibiens, reptiles et petits mammifères, Animex International, 2021.
- [61] Chemin de fer écossais, « HEDGEHOG HIGHWAY PLAN ON TRACK IN GLASGOW'S SOUTHSIDE », 23 septembre 2022. [En ligne]. Disponible : <https://scotlandsrailway.com/news/hedgehog-highway-plan-on-track-in-glasgows-southside>. [Consulté en janvier 2023].
- [62] BaneNor, « Substructure : Design and construction : Fencing », [En ligne]. Disponible : <https://trv.banenor.no/PDF/Translations/Technical%20regulations/Substructure/Design%20and%20construction/13%20Ecrime.pdf>. [Consulté en décembre 2022].

- [63] E. Heritage, « Ivy on Walls Seminar Report », 2010. [En ligne]. Disponible : <https://www.geog.ox.ac.uk/research/landscape/rubble/ivy/ivy-report.pdf>.
- [64] D. Gedge, « Laban – l'histoire du toit original en gravats/brun », 2022. [En ligne]. Disponible : <https://dustygedge.co.uk/index.php/green-roofs/labn-the-story-of-the-original-rubble-brown-roof/>.
- [65] ELTRBT Swaddle JP, "Un film réfléchissant les ultraviolets appliqué sur les fenêtres réduit la probabilité des collisions pour deux espèces d'oiseaux chanteurs », PeerJ, vol. 8:, p. e9926, 2020.
- [66] Network Rail, « Badgers - Learning from Events Week 2020 », 2020. [En ligne]. Disponible : <https://safety.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2020/06/Badgers-June-2020.pdf>.
- [67] Network Rail, « <https://safety.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2021/07/4-Woodland-Design-and-Management-Guidance-Note.pdf> », 2021.
- [68] Network Rail, « Orientations sur la conception et la gestion des prairies », 2021.
- [69] Network Rail, « Conception et gestion des landes et des arbustes », Network Rail, Londres, 2021.
- [70] Network Rail, « Wetland Design and Management Guidance », Network Rail, Londres, 2021.
- [71] Network Rail, « Urban and Brownfield Design and Management », Network Rail, Londres, 2021.
- [72] Union internationale des chemins de fer (UIC), « The Ecosystem Hotel », 2022. [En ligne]. Disponible : [https://uic.org/IMG/pdf/reverse\\_proactive\\_management\\_of\\_habitat\\_for\\_rare\\_or-protected-species](https://uic.org/IMG/pdf/reverse_proactive_management_of_habitat_for_rare_or-protected-species)





UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER

16, rue Jean Rey - 75015 Paris - France Tél. +33

(0)1 44 49 20 20 Fax +33 (0)1

44 49 20 29 E-mail : [info@uic.org](mailto:info@uic.org)

Publié par : UIC Développement Durable

Directeurs de la publication : Pinar Yilmazer, Lorenzo Franzoni

Couverture et mise en page : Ludovic Wattignies

Crédits photos : Adobe Stock, Deutsche Bahn AG : Daniel Saarbourg - Frank Kniestedt - Mantel - Oliver Lang - Uwe Mieth

Volker Emersleben - Wolfgang Klee, Jeff Ollerton, LiveEO, NEEL, Network Rail, ÖBB-Infrastruktur AG, ÖBB Rail Cargo :

David Payr, SNCF Réseau

Impression : UIC

ISBN 978-2-7461-3283-2

Dépôt des droits d'auteur : mai 2023

[www.uic.org](http://www.uic.org)



#UICrail

