Cerema

Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage

Critères de choix et recommandations d'implantation

Collection | Connaissances

Collection | Connaissances

Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage

Critères de choix et recommandations d'implantation

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Infrastructures de transport et matériaux - 110 rue de Paris - 77171 Sourdun
Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex

L'ouvrage est une œuvre collective réalisée sous la direction du Cerema.

Rédacteurs

- Jean CARSIGNOL (Cerema Est)
- Gérald TEKIELAK (Cerema Est)

Avec la contribution de :

- Caryl BUTON (X-AEQUO)
- Philippe CHAVAREN (ASF)
- Muriel FOURNIER (ARCELORMITTAL)
- Jacques GASPARD (Consultant)
- Aldric GUERNIGOU (PROFILAFROID)
- Philippe HUERTAS (ASF)
- Jonathan JUMEAU (CG67 / CNRS)
- Marine LE LAY (SNCF RESEAU)

Comment citer cet ouvrage :

Cerema. *Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage - Critères de choix et recommandations d'implantation* Bron : Cerema, 2019. Collection : Connaissances. ISBN : 978-2-37180-351-0

Sommaire

1 - Evolution des besoins de clôtures sur les infrastructures linéaires 4
1.1 - Un rôle en évolution 4
1.2 - Des obligations pour la sécurité des usagers liées à la jurisprudence 4
1.3 - La préservation de la biodiversité et les autres enjeux 5

2 - Quelles clôtures pour quelle faune ? 6
2.1 - Les critères faunistiques de décision 6
2.2 - Les différentes clôtures implantées sur les infrastructures linéaires 8
2.3 - Les dispositifs d'accompagnement 16

3 - Recommandations techniques 19
3.1 - Les conditions d'implantation 19
3.2 - Le choix des équipements 22
3.3 - L'entretien 24
3.4 - Les éléments de coût 25

Conclusion 25

Bibliographie 26

Annexes 27
Annexe 1 - Analyse de la jurisprudence sur les voies routières entre 1995 et 2013 27
Annexe 2 - Principales caractéristiques techniques des différents types de clôture 28
Annexe 3 - Principales caractéristiques techniques des clôtures et grillages pour chaque espèce / groupes d'espèces 29
Annexe 4 - Grillages souples à maille progressive à enterrer ou à poser au sol 30
Annexe 5 - Principe de construction d'une grille canadienne 31
Annexe 6 - Diamètre des fils selon les types de treillis et les usages 31
Annexe 7 - Caractéristiques des poteaux et recommandations techniques 32

1 - Evolution des besoins de clôtures sur les infrastructures linéaires

1.1 - Un rôle en évolution

Les clôtures à faune[1] ont d'abord été utilisées en milieu forestier, puis très rapidement en zones agricoles voire urbaines pour assurer la sécurité du trafic en limitant les accidents avec la grande faune (sanglier, chevreuil, cerf). Elles contribuaient ainsi à la protection des automobilistes et du grand gibier (intérêt cynégétique). Depuis les années 1980-90, le rôle des clôtures a évolué pour répondre à des objectifs nouveaux et complémentaires, notamment en termes de préservation de la biodiversité, si bien que la gamme des solutions disponibles s'est enrichie (*cf.* tableau 1).

Sur le réseau ferré national, les LGV sont entièrement clôturées de chaque côté alors que les lignes classiques ne le sont généralement pas. En 2015, près de 100 000 minutes de retard sont attribuables à la faune. Un incident peut impacter 1 à plus de 20 trains à la suite qui peuvent être retardés voir supprimés. Par ailleurs, le coût des dégâts matériels après une collision avec un sanglier s'élève en moyenne à 6200 € mais peut aller jusqu'à 70 000 €.

Type de clôture * / **Objectifs**	Herbagère, Type 1	Grande faune, type 2, 3, 4	Simple torsion, type 5	Petite faune, type 6	Panneaux rigides, type 8
Délimitation des emprises		X	X		
Sécurisation des chantiers	X			X	
Sécurité du trafic		X			
Protection des biens, sécurisation des locaux		X	X		X
Sécurisation des personnes *		X	X		X
Protection autour des bassins	X	X	X	X	X
Préservation de la biodiversité		X	X	X	

Tableau 1 : Principaux usages des clôtures autoroutières et ferroviaires

** les types de clôtures sont développés partie 2.2*
***gare, péages, aires de repos, de service, etc.*

Quant à la petite faune, plus particulièrement les fouisseurs, elle peut également être dommageable pour l'infrastructure ferroviaire. Les populations de blaireaux et lapins qui prolifèrent et creusent des galeries souterraines dans les emprises ferroviaires, y compris sous les voies, engendrent des dégâts pouvant aller jusqu'à des défauts de géométrie de la plateforme.

1.2 - Des obligations pour la sécurité des usagers liées à la jurisprudence

Aucun texte réglementaire n'impose aux gestionnaires de route de clôturer une voie de circulation. Toutefois, divers documents diffusés par le ministère en charge de l'environnement recommandent ou demandent que les clôtures soient posées en lien avec le type de la voie, les caractéristiques du lieu, les aménagements faunistiques et le caractère accidentogène de la zone [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Sur autoroute, l'absence d'aménagement dans les zones à risque connues constitue un défaut d'entretien normal de la voie [12].

[1] *Une clôture autoroutière ou ferroviaire se définit comme un ensemble de grillages posés sur des systèmes de support (poteaux). Certaines clôtures associent des éléments bas en plastique, acier ou béton pour faire écran à la petite faune et les guider vers les passages.*

Les principes généraux et règles fondamentales de conception contenus dans l'ICTAAL (Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison – édition 2015) [14] indiquent que "l'implantation et la nature des clôtures doivent être adaptées à la protection à assurer et ne pas nuire au traitement paysager de l'autoroute", et renvoie aux règles et recommandations de détail des documents spécialisés.

Concernant les voies rapides interurbaines, le guide technique « 2 x 1 voie – route à chaussées séparées » précise que « l'implantation et la nature des clôtures doivent être adaptées à la protection à assurer dans les zones de franchissement. Elles doivent tenir compte des contraintes d'accessibilité aux dépendances pour les taches d'entretien ». [15]

Il n'y a donc pas d'obligation de clôturer systématiquement les voies de type autoroutier quel que soit leur statut. **Néanmoins, la jurisprudence incite les gestionnaires à clôturer les voies rapides situées à proximité des massifs forestiers qui abritent de la grande faune et dans les zones de passage habituel.**

En effet, en cas de collision, la responsabilité juridique est souvent recherchée auprès de l'automobiliste, du gestionnaire de l'infrastructure, du propriétaire de l'animal (faune domestique), du "gestionnaire" de la faune sauvage (associations de chasse) ou même des maires.

La note d'information du Sétra n° 53 - "Collisions véhicules/grands mammifères sauvages : analyse jurisprudentielle des responsabilités" [4] et le rapport dont elle est issue [3] rappellent les notions de domanialité publique des routes, de responsabilité de la puissance publique, et de responsabilité des personnes de droit privé notamment en lien avec les actions de chasse (propriétaire du fonds et détenteurs du droit de chasse).

Une analyse (1995 à 2013) des tribunaux administratifs, des cours administratives d'appel, du conseil d'Etat confirme les éléments cités en référence [4,13] et précise une jurisprudence constante (*cf.* annexe 1).

Quant au réseau ferré national, la réglementation n'impose pas non plus de clôture. Au terme du décret n°2006-1279 du 19 octobre 2006 relatif à la sécurité des circulations ferroviaires et à l'interopérabilité du système en vigueur, la SNCF Réseau a l'obligation de prendre « des dispositions adaptées pour éviter l'accès ou les intrusions indésirables dans les installations ». En conséquence, dès lors qu'un risque est identifié, SNCF Réseau est tenu de prendre les mesures idoines, notamment la pose de clôtures. Pour cette raison, SNCF Réseau a décidé de clôturer l'ensemble des lignes circulées à plus de 260 km/h, c'est-à-dire les LGV.

1.3 - La préservation de la biodiversité et les autres enjeux

La pose d'une clôture (faune, herbagère, standard, etc.) reste un moyen efficace sur les routes et voies ferrées pour :

- délimiter clairement les emprises ;
- éviter les dégradations ;
- limiter le vagabondage des animaux domestiques sur les chaussées/emprises ;
- anticiper la colonisation de nouveaux espaces par le chevreuil et le sanglier (principe de précaution) et prévenir les accidents, même là où ces espèces ne sont pas signalées de manière habituelle ;
- adosser un grillage à petite maille pour protéger localement des espèces patrimoniales de la petite faune (amphibien, loutre, vison d'Europe, etc.) ;
- guider la faune vers les passages à faune destinés à assurer le rétablissement des connexions entre les habitats.

Il n'y a aucune obligation de mise en place de clôture à ces différents titres, seulement des recommandations.

En revanche, s'il n'existe pas d'obligation générale, des obligations strictes peuvent découler de l'étude d'impact, des dossiers de demande de dérogation liés aux espèces protégées ou des évaluations des incidences sur les sites Natura 2000. Dans ces procédures, la clôture est considérée comme une mesure de réduction de l'impact de l'infrastructure.

2 - Quelles clôtures pour quelle faune ?

La **mise en place d'une clôture faune** doit s'appuyer, qu'il s'agisse d'un projet de construction ou d'une infrastructure existante, sur une expertise de la faune. Cette dernière doit faire état du risque de collision[2] ou des besoins de protection, sur la base de l'analyse du fonctionnement écologique du territoire. Elle prend en compte le déplacement des espèces, les réseaux écologiques (Trame verte et bleue des SRCE[3]), les zones d'accueil (forêts notamment), les espèces protégées, les zones d'élevage agricole et l'accidentologie sur les routes situés à proximité ou sur la route à mettre à niveau.

L'ONCFS[4] et les fédérations de chasse sont des organismes à associer dans la réalisation des rapports d'expertises. Ce sont d'ailleurs souvent à eux que la DDT se réfère pour statuer sur les limites des massifs forestiers ou des zones giboyeuses.

Pour les projets neufs, la décision d'installer des clôtures pour la grande faune est prise par le maître d'ouvrage, sur proposition du rapport d'expertise faunistique qui appréciera globalement la situation en termes de risques de collision, de protection de la faune, de fragmentation, etc.

Les zones à risque ou à protéger doivent être identifiées et la voie de circulation doit être bordée par **une clôture (et un grillage) adaptée aux espèces susceptibles de la traverser**. Ultérieurement, si des traversées sont constatées sur des portions non clôturées, des aménagements complémentaires devront être envisagés. De manière à anticiper l'éventuelle extension de l'aire de répartition de la grande faune, certains gestionnaires choisissent d'adopter d'emblée des dimensions plus importantes (hauteur et linéaire).

Il est à noter que depuis les années 80, les effectifs des grands mammifères (cerf, chevreuil, sanglier) ont été multipliés par 5 selon l'ONCFS [2] et ces derniers ne sont plus toujours liés à des massifs boisés ou des zones giboyeuses bien identifiés. Les populations devenues très mobiles, les collisions surviennent souvent hors des massifs. Il est nécessaire de bien identifier les zones étant accidentogènes en milieu ouvert (cas du chevreuil de plaine) et les ruptures de corridor.

Photo 1 : Clôture grande faune, grillage de type 2 (maille régulière, soudée) (Source : Cerema)

Photo 2 : Clôture grande faune, grillage de type 3, associé à un grillage petite faune de type 6, en lien avec la mise en défense d'une zone protégée (Source : Cerema)

2.1 - Les critères faunistiques de décision

Les animaux sauvages, vivant à l'état libre et n'ayant ni maître ni gardien sont considérés en droit comme "*res nullius*" (la chose de personne) [3, 4] contrairement aux animaux domestiques qui peuvent être identifiés et leur propriétaire mise en cause en cas de collision.

Les collisions avec la faune domestique (bovins, équins, ovins, canins) représentent près de 50 % du total des collisions avec la faune. Leur maîtrise est plus simple, une clôture herbagère étant généralement suffisante.

---

[2] *Sur le réseau existant, une analyse des collisions est réalisée par le gestionnaire. Elle considère les animaux percutés et les animaux errants ou vus dans ou à proximité des emprises et permet d'identifier les zones de conflits (clôture absente, défectueuse ou inadaptée). Une approche multi espèce est recommandée pour appréhender le risque « grande faune » et l'impact de la circulation sur la faune patrimoniale.*

[3] *Schéma Régional de Cohérence Écologique.*

[4] *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage.*

L’efficacité des clôtures pour la faune sauvage dépend de quatre critères :

- la **hauteur** : il est très difficile de recommander des hauteurs standards pour chaque espèce. Dans ces conditions, on adoptera plutôt des classes de hauteurs tenant compte des situations courantes et des types de faune rencontrés ;
- les **dimensions de la maille** : elles sont déterminées par la taille et le comportement des animaux que l’on veut stopper : leur capacité à se faufiler dans les trous et les interstices. Les dimensions doivent tenir compte de la taille des animaux aux différents stades de développement ;
- l’**emplacement de la clôture** : la configuration du terrain à l'endroit où les animaux abordent l’obstacle est déterminante pour garantir son efficacité.
- l’**entretien** : il doit être régulier. Toutes les détériorations constatées doivent être régulièrement réparées au cours de l’entretien annuel. Les raccordements au terrain naturel, aux ouvrages, sont des points de fragilité sur lesquels il faut être particulièrement vigilant : un simple trou de lapin est rapidement exploité par un sanglier et un chevreuil qui peuvent se retrouver sur les voies et provoquer de graves dommages.

Photo 3 : RN59, Saint Clément – Azerailles (54). En phase chantier, la chevrette parvient à passer au travers d’une maille de 152 x 203 mm (grillage 250-20-15). L’animal se libère seul. Pour éviter ces situations la tendance va vers l’utilisation de maille progressive jusqu'à 0,50 - 0,80 m de hauteur (Source : DIR Est)

Photo 4 : Défaut d’entretien d’un échappatoire grande faune (cf. § 2.3.3) (Source : Cerema Est)

La capacité de franchissement d'un obstacle est très variable selon les animaux (*cf.* tableau 2) et selon les conditions de franchissement. Elle peut atteindre des valeurs exceptionnelles en cas de poursuite (action de chasse). Des espèces enfermées sont capables d’une grande agilité pour s’échapper. Ainsi, la tortue terrestre ou le vison en captivité sont capables d’escalader un grillage ; en liberté, ces mêmes espèces préféreront rechercher une brèche en longeant la clôture.

Les grillages jouent souvent un rôle de filtre pour la petite faune ; ce n'est que lorsqu'il y a nécessité pour la protection de l'espèce que ceux-ci doivent exercer le rôle de barrière. Ainsi, des grillages petite faune ou des murets se justifient dans les habitats d'espèces protégées ou bien lorsque la mortalité excessive risque de fragiliser une ou plusieurs espèces patrimoniales.

Animal / Comportement	Groupes d'espèces										
	Cerf (Ce) Daim	Chat sauvage (C) Lynx (L)	Chevreuil	Sanglier (S) Blaireau	Vison (V) Loutre Putois	Martre Fouine Renard (R)	Lièvre Lapin	Hamster	Hermine Belette	Amphibiens (A) Lézard (L) Tortue (T)	Hérisson
Sauteur	2,0-2,7 (Ce)*	1,4 (C)	2,0	1,4 (S)		2,0 (R)	0,6			0,75 (A)*	
Grimpeur		1,8 (C) 2,0 (L)			2,0 (V)	1,6 –2,0			1,6	5,0 et + (L) 0,5 (T)	2,0
Fouisseur				○		○	○	○		○	○

(*) : Capacité exceptionnelle de franchissement pour l'animal (en mètre)

*Tableau 2 : Différents comportements des animaux : capacité de franchissement **en mètres** d'un obstacle selon les espèces et groupes d'espèces (Source : Cerema Est)*

2.2 - Les différentes clôtures implantées sur les infrastructures linéaires

Une clôture délimite un espace (l'emprise routière, autoroutière et ferroviaire) et empêche – dans la mesure du possible – l'accès à l'infrastructure (barrière). Elle est constituée d'un ou plusieurs grillages (ou treillis), de fil de ronce, de poteaux et d'accessoires de pose (fil de tension et d'amarre, tendeur, crampillon, etc.).

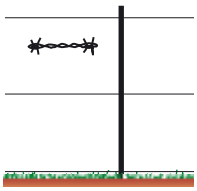
Il existe un grand nombre de types de grillages et de mailles, chacun répondant à un ou des usages précis. Il est essentiel de choisir le produit adapté à la faune, à son environnement et à l'organisation des territoires. **Différentes mailles peuvent aussi être utilisées en combinaison pour proposer une clôture répondant à différents usages ou adaptée à différentes espèces**.

La sélection d'un type de grillage doit être réfléchie et décidée en associant des spécialistes de ces questions (écologie routière, faunisticien) et les exploitants des infrastructures de transport pour leur connaissance spécifique des sujétions d'entretien, en évitant deux écueils :

- la force de l'habitude : chaque cas est unique et dans un même projet, les enjeux varient selon les sections ;
- des recommandations trop générales telles qu'on les trouve dans les études d'impacts qui abordent le sujet des clôtures avec trop de recul (nécessitée de redéfinir les types de clôtures et grillage, l'implantation, le type d'ancrage, les dispositifs échappatoires).

Les caractéristiques techniques des principales clôtures et grillages utilisées sur les infrastructures routières et ferroviaires sont présentées ci-après et synthétisées en annexe 2. La typologie utilisée est celle proposée dans le guide technique "Aménagements et mesures pour la petite faune" [11].

2.2.1 - La clôture herbagère (Type 1)



Les clôtures herbagères sont réservées aux chevaux et aux bovins. Elles sont formées de 2 à 5 fils de ronce (fil barbelé). Pour les ovins, le fil de ronce est souvent remplacé par une clôture nouée. Les clôtures herbagères sont également utilisées en clôture de chantier (provisoire) ; elles sont posées au début des travaux et peuvent perdurer dans les sections céréalières ou herbagères dépourvues d'enjeu faunique particulier.
Le fil de ronce peut être remplacé par un fil lisse.

Jusqu'à maintenant peu utilisé dans les domaines autoroutiers (sauf durant les chantiers), elles pourraient revenir comme élément de marquage des emprises dans les opérations de restauration des corridors écologiques (création d'une trame verte longitudinale à partir des dépendances vertes autoroutières (*cf.* chapitre 3.1).

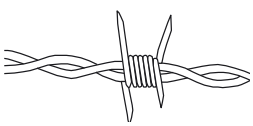


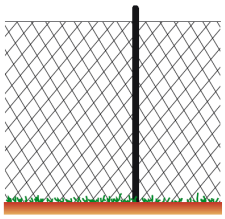
Figure 1 : Clôture herbagère : torsion inversée à 4 picots (Source : Cerema Est)

Figure 2 : Clôture herbagère : torsion continue à 4 picots (Source : Cerema Est)

2.2.2 - La clôture à grillage souple (Types 2 à 7)

Les clôtures à grillage souple sont disponibles sous 3 formes principales : les grillages simple torsion, triple torsion et les grillages soudés ou noués.

Le grillage simple torsion (Type 5)

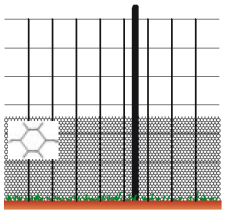


Le grillage simple torsion est surtout réservé :

- aux clôtures urbaines ;
- pour doubler les pieds de clôture grande faune en vue de renforcer la résistance aux animaux fouisseurs (sanglier) ;
- pour protéger la petite faune ;
- pour les raccordements des autres types de clôtures aux ouvrages.

Sa souplesse permet de mieux épouser les dénivelés.

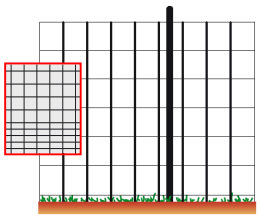
Le grillage triple torsion (Type 7)



Le grillage triple torsion, à maille hexagonale, aussi appelée "grillage à poule", trouve peu d'applications dans le domaine routier sauf pour les grandes mailles (60 x 80 mm, 80 x 100 mm et 100 x 120 mm). Il est utilisé en pare avalanche et pour lutter contre les chutes de pierres.

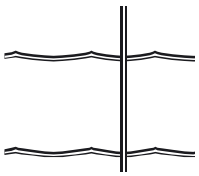
En petite dimension, il est disponible avec des fils de faible diamètre (grande fragilité) et n'est pas utilisé dans le domaine des ITT[5].

Les clôtures soudées et le grillage noué souple (Types 2, 3, 4, 6)



Ces clôtures soudées sont les plus couramment utilisées dans le domaine routier. La gamme de produits noués est plus limitée que celle des treillis soudés.

Les grillages noués sont utilisés pour le maintien des enclos ou en « clôture » provisoire (pour des raisons économiques et de rapidité de pose sur un poteau de bois le plus souvent).



Clôture "soudée" : existe en différentes mailles (de 6,5 x 6,5 à 300 x 300 mm) depuis 0,50 à 2,60 m de hauteur

Grillage "noué" à "Ursus" : fils fortement tendus reliés par un nœud facilitant la pose en terrain accidenté

Grillage "noué" en "spirale" : Peu utilisé dans le domaine routier car plus léger. Convient mieux aux clôtures petit bétail ou aux clôtures provisoires de chantier

Figure 3 : Clôture soudée et grillages noués (Source : Cerema Est)

[5] *Infrastructure de Transport Terrestre.*

Plusieurs types de mailles sont disponibles (*cf.* annexes 2 à 4).
Dans les aménagements routiers et ferroviaires, la largeur standard (écartement des fils verticaux) est de 152,4 mm, (les mailles de largeur inférieures à 152,4 mm étant réservées à des utilisations urbaines et les mailles de 254 mm étant peu utilisées).

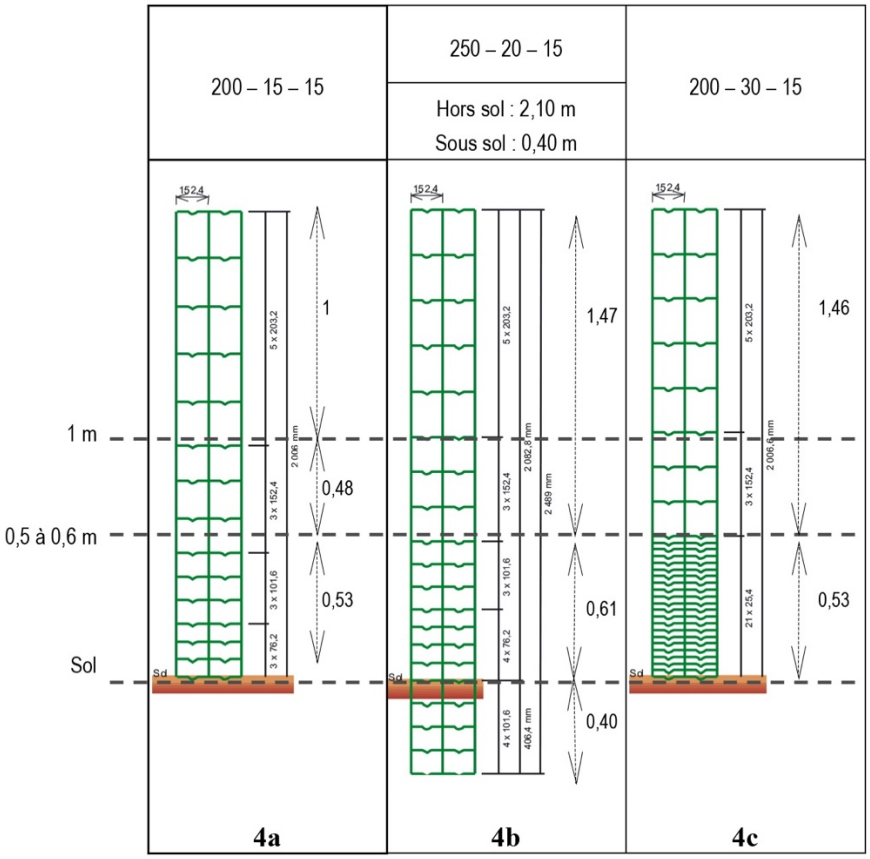
Explication de le références des clôtures (types 2,3,4,6)

"xxx-yy-zz"

[xxx = hauteur (cm)]

yy = nombre de fils horizontaux (fils)

zz = distance entre les fils verticaux (cm)



Recommandations

Partie enterrée ou pliée de 300 à 500 mm selon les prescriptions : maille ≤ 101,6 mm

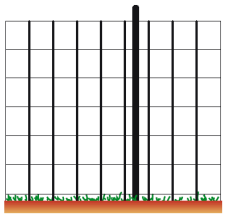
Au dessus du sol, en partie basse sur une hauteur de 0,50 m minimum : maille ≤ 101,6 mm

En partie médiane :

une hauteur de 0,80 m à 1 m : maille ≤ 152,4 mm

Figure 4 : Grillages standards les plus couramment utilisés en milieu autoroutier et en voie de développement sur LGV
4a : grillage posé au sol adapté pour la moyenne et grande faune
4b : grillage enterré souvent associé à un grillage petite faune et amphibien
4c : grillage posé au sol adapté à la petite, moyenne et grande faune (hors amphibiens et micromammifères)

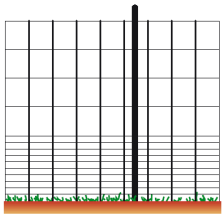
La clôture soudée ou à maille régulière (Type 2)



Elle se caractérise par une maille carrée ou rectangulaire d'égale dimension sur toute la hauteur du grillage. Ce type de treillis trouve 2 usages :

- clôture autoroutière et ferroviaire: utilisée en rase campagne, là où il n'y a pas d'enjeu particulier signalé ;
  A noter : la maille de 152,4 x 152,4 mm est perméable à la petite et à la moyenne faune. Pour arrêter la petite faune, on s'orientera vers des mailles progressives. Le treillis [140-12-15] à maille progressive est également utilisé pour ce type de clôture ; il n'empêche pas complètement le passage de la petite faune (lièvre) mais la limite (rôle de filtre plutôt que de barrière) ;
- clôture urbaine : le grillage soudé à maille rectangulaire (101,6 mm x 50,8 mm) se généralise en zone urbaine, en remplacement du treillis simple torsion. L'étroitesse de la maille empêche de glisser le pied dans le treillis et d'escalader.

La clôture soudée à maille progressive (Types 3 et 4)

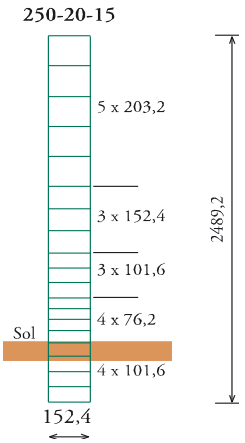


Cette gamme de clôture est largement utilisée dans le domaine autoroutier et ferroviaire (elle tend à devenir un standard). On trouve des produits plus spécifiques à la grande faune (largeur de maille 152,4 mm et hauteur de maille minimale à la base de 50,8 ou 76,2 mm - **type 3**) ou petite faune (largeur de maille 152,4 mm et hauteur minimale 25,4 mm à la base - **type 4**).

Elle offre deux types d'installations possibles :

La pose hors sol (*cf.* annexe 2 à 4) :

Exemple de type 3 (grande faune) :

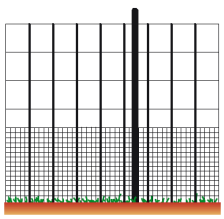


- la hauteur et le nombre de mailles permettent de différencier les produits. Celui offrant le moins de fils horizontaux [200-15-15] est le plus léger et le moins coûteux. En cas de présence de sanglier, ce type de clôture peut être broché au sol et doublé d'un fil de ronce ou fil lisse à la base[6] ;
- les grillages [245-32-15] ou [200-30-15] (*cf.* photo 5) sont des produits polyvalents. Ils peuvent stopper un cerf, un chevreuil, un sanglier et un blaireau (si broché au sol), un lièvre et un lapin, sous réserve que ces derniers ne passent pas sous la clôture. La mise en place d'un cordon de terre à l'extérieur de l'emprise peut permettre de réduire les possibilités d'intrusion du sanglier. En revanche, ce type de clôture reste perméable à la petite faune et ne fait que limiter la traversée des petits mammifères (renards, lapins, martres et fouines).

La pose avec partie enterrée (*cf.* annexes 2 à 4) :

- ce type de grillage diffère peu des précédents. La gamme de produits est toutefois plus limitée en terme de hauteurs de grillage (170 à 260 cm), soit des sections hors sol de 130 à 230 cm pour des sections enterrées de 30 à 50 cm ;
- la distance minimum entre deux fils horizontaux est de 25,4 mm pour les types 3 et 4.

Le grillage petite faune et amphibiens (Type 6)



Pour être efficace et arrêter l'ensemble de la faune, des amphibiens aux grands ongulés, l'association de différentes clôtures est une solution (*cf.* figure 5 et photos 6 et 7).

Pour les amphibiens, on privilégie une maille 6,5 x 6,5 mm qui est la maille la plus petite actuellement disponible sur le marché alors que pour la petite faune le treillis est plaqué sur la clôture grande faune à maille progressive de type 3 et 4.

Les deux grillages sont agrafés (ou noués) ensemble à l'aide d'un fil galvanisé. Le grillage petite faune est relativement fragile (diamètre du fil de 0,5 à 1,2 mm – conseillé 0,7 mm minimum). Il doit toujours être enterré sur 30 à 50 cm. La durée de vie de ces grillages est limitée, c'est pourquoi dans les zones à très fort enjeux de biodiversité, le grillage petite faune peut être remplacé par un muret en béton ou métallique.

Les grillages soudés 6,5 x 6,5 mm sont considérés comme le standard d'usage pour les amphibiens. Ils sont disponibles en rouleau de 1 m de hauteur avec possibilité de le placer 0,6 à 0,7 m hors sol et 0,30 à 0,40 m enterré. Sa fixation au grillage grande faune est réalisée de préférence à l'aide d'un fil d'acier galvanisé de 1,2 à 1,5 de diamètre (pas d'agrafe pour éviter le déchirement).

6 L'efficacité d'un fil de ronce au sol n'est pas confirmée, les animaux fouisseurs tels que le sanglier ou le blaireau prennent appui entre deux picots défensifs (en général distants de 10 cm) et soulèvent la clôture. Les broches sont plus appropriées. Fil de ronce et broche peuvent être associés, quelque soit la solution retenue (ronce ou lisse) la tension doit être suffisante pour empêcher les animaux fouisseurs de soulever le grillage.

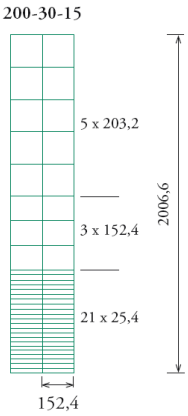


Photo 5 : Grillage soudé à mailles progressives [200-30-15], « posé au sol » inefficace pour la petite faune y compris les amphibiens, les reptiles (Source : Cerema Est)

Photo 6 : Triton escaladant un treillis de 6,5 x 6,5 mm plaqué sur un treillis noué ; l'ascension est stoppée par le rabat (partie supérieure recourbée). Cette disposition constructive est efficace pour les amphibiens et les reptiles. Elle s'avère délicate à mettre en œuvre et à pérenniser (Source : H. Bekker)

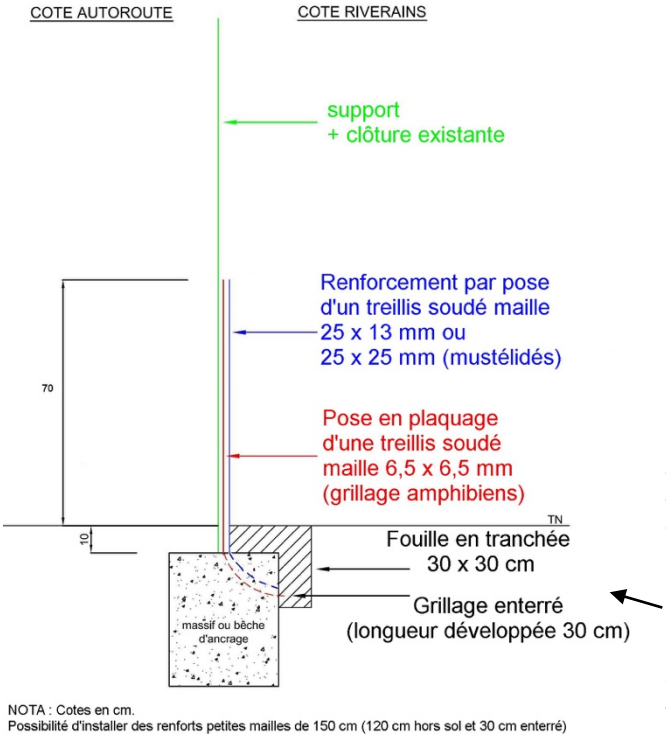


Photo 7 : Combinaison de trois clôtures posées au sol (LGV Est) :

- *une clôture à maille progressive de type 3*
- *une clôture petite faune*
- *une clôture 50 x 50 mm pliée et brochée au sol empêchant les animaux fouisseurs de soulever ce dispositif.*

(Source : Cerema Est)

Figure 5 : Combinaison de trois clôtures semi enterrées en requalification sur la voirie existante : la clôture en place (200-15-15) sert de support à la pose en plaquage d'un treillis soudé (6,5 × 6,5 mm) renforcé par un second treillis de protection à maille soudée de 25 × 13 mm ou 25 × 25 mm) le tout enterré (tranchée de 30 × 30 cm) et recourbé (longueur développée 30 cm) pour stopper les espèces fouisseuses. La ligature est assurée par agrafage des 2 treillis extérieurs qui bloque le treillis intérieur (ligature à l'aide de fil acier galvanisé tous les 50 cm) (Source : C. Heurtebise - ASF)

Clôture posée hors-sol ou enterrée ?

Pour la grande faune, dans le domaine autoroutier, les chantiers de pose de clôture recourent à des grillages posés au sol ou enterrés.

Dans le domaine ferroviaire, la tendance actuelle s'oriente vers des grillages enterrés (75 % du linéaire sur la LGV Sud Est Atlantique et Bretagne Pays de Loire).

Lorsque le grillage est posé au sol, il est systématiquement broché et associé à un fil de ronce pour empêcher les animaux fouisseurs de le soulever et de forcer le passage. Il existe différents types de broches, les plus simples étant constituées d'un fer à béton recourbé. Les broches doivent résister à l'arrachage vertical. C'est la nature du sol qui oriente le choix de la broche (par exemple dans du sable, le fer à béton n'offre aucune résistance) (figure 6).

Photo 8 : Passage creusé par des lapins sous le grillage puis agrandi par un sanglier ou un chevreuil (Source : Cerema Est)

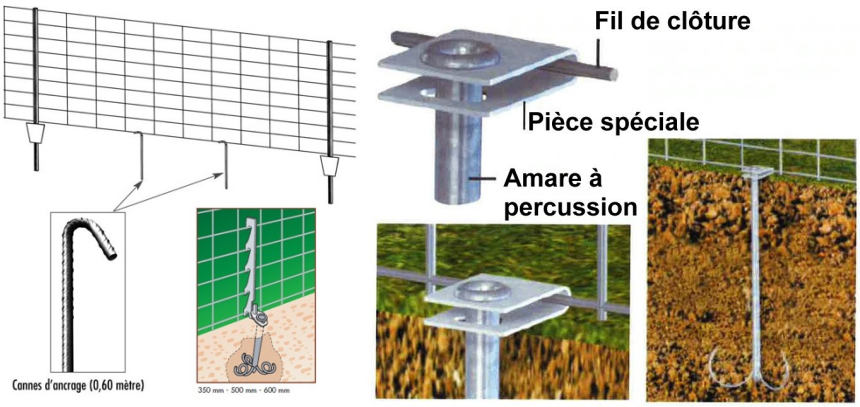


Figure 6 : Fixations de grillage posé au sol - prévoir au minimum un fil de tension (lisse ou de ronce) broché par une canne d'ancrage. L'attache grillage en « arrête de poisson » reprenant 3 à 5 fils horizontaux du grillage et asservie à une broche amarre assure une plus grande solidité (Source : Fenox - Accessoires végétaux)

Cependant, ce système n'est pas suffisant pour la petite faune (lapin, lièvre) qui peut creuser sous le grillage entre deux broches. De plus, la brèche pourra ensuite être agrandie jusqu'à servir de passages vers les emprises à de plus grands animaux (sanglier, chevreuil) (photo 8)

L'enfouissement de la clôture sur 30 à 50 cm, ce qui évite ces difficultés, est vivement recommandé. La pose d'un « bouclier » tel qu'en figure 5 peut être une alternative à l'enfouissement. Le brochage seul, quelle que soit sa qualité, n'est pas une alternative pleinement efficace.

Des observations montrent que des possibilités de passage pour la grande faune existent tous les 100 à 150 m linéaire. Plus les possibilités de franchissement sont importantes, plus les collisions sont potentiellement fréquentes. C'est prioritairement au pied de la clôture qu'il faut rechercher et prévenir les failles.

Pour la petite faune, l'enfouissement de la clôture est systématique.

Rabat anti-escalade sur treillis petite faune ?

Les rabats anti-escalade (*cf.* photos 6) sont efficaces et indispensables pour les amphibiens et les reptiles. La dextérité de certains mammifères leur permet de les franchir. Des mustélidés ont été vus courant sur le rabat pour se déplacer le long de la clôture.

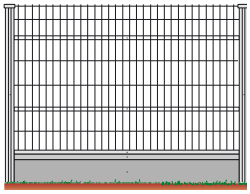
Les rabats peuvent être une technique efficace, à condition d'une mise en œuvre rigoureuse. Il faut les conforter en faisant reposer le grillage rabattu sur des bavolets a angle fermé, fixés à l'aide d'un collier sur le poteau de clôture. Le support est équipé de fixation. Ce dispositif anti-escalade peut être complété par deux fils de torsion continus pour rigidifier l'installation évitant ainsi l'effondrement du grillage petite faune sur le pliage du rabat.

Des solutions de remplacement sont utilisées sans véritable succès (cornière métallique). Difficiles à mettre en œuvre et considérant qu'il est plus efficace d'améliorer l'étanchéité au sol que d'engager des surcoûts sur la partie supérieure des clôtures, les rabats sont abandonnés par certains gestionnaires (ASF).

Bavolet

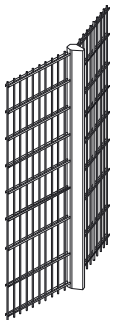
Rehausse (0,60 m) inclinée de la clôture, le bavolet peut parfois être installé sur les grillages grande faune, notamment dans les massifs où la population de cerfs est abondante. Cependant, les inconvénients de ce type d'accessoire réduisent fortement son utilisation. Outre un impact visuel fort, le bavolet peut affaiblir l'ensemble de la clôture lorsque que des dépôts de givre, neige ou végétation s'y accumulent. Pour ces raisons, certains exploitants évitent le recours aux bavolets et privilégient des clôtures hautes [260-13-15] et droites.

2.2.3 - Le grillage soudé à panneaux rigides (Type 8)

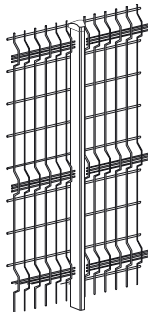


Ces grillages sont peu utilisés dans le domaine routier - mais plus fréquents le long des LGV, particulièrement en zones sensibles ou ayant subi des dégâts à plusieurs reprises (ex : zones agricoles) Leur coût élevé et le risque de vol limitent leur utilisation à des usages spécifiques (aires, traversée urbaine, abords des gares de péages autoroutiers et ferroviaires, protection périphériques des postes de signalisations).

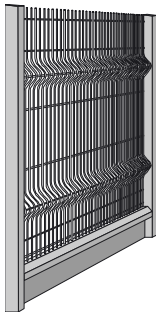
Il existe une gamme étendue de grillages rigides livrés en panneaux (1,10 à 2,60 m de long) indéformables, galvanisés ou plastifiés. Les panneaux se déclinent en différentes hauteurs et offrent une grande variété de formes, de coloris et de mailles (*cf.* figure 7). Les différents types de mailles sont disposés dans le sens vertical et rendent difficile le franchissement de la clôture. Les panneaux sont fixés sur des poteaux métalliques spéciaux à sceller dans le sol ou sur des platines chevillées. Un bavolet est adaptable sur certains modèles.



Panneau de grillage soudé à maille rectangulaire de 200x60 mm avec double fils horizontaux de 8 mm et fils verticaux de 6 mm



Panneau de grillage soudé à maille de 180x60 mm ; diamètre des fils 6 mm à l'horizontale, 4 mm à la verticale, renforcé par 3 ou 4 plis

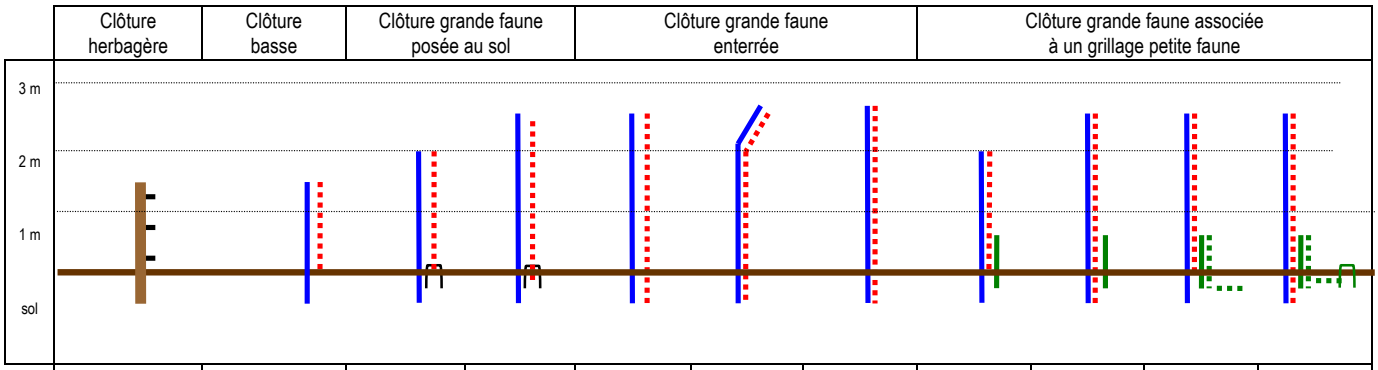


Panneau de grillage soudé à plis associé à une dalle béton de soubassement, 1/2 chaperonnée, hauteur de dalle 25, 35 et 50 cm

Figure 7 : Les différents types de clôtures soudées à panneaux rigides (Source : Cerema Est)

Synthèse sur la typologie des clôtures

Le choix du type de clôtures et de grillage se fait en fonction des espèces en présence (*cf.* figures 8 et 9). L'annexe 3 reprend les principales caractéristiques des clôtures recommandées par espèces ou groupes d'espèces.



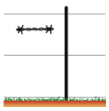
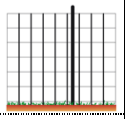
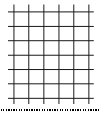
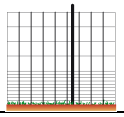
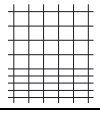
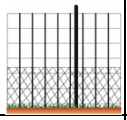
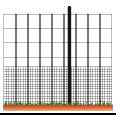
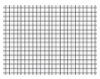
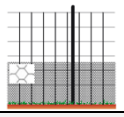
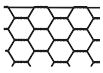
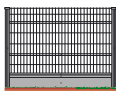
Clôture herbagère	Grillage 142-15-15	Grillage 203-15-15	Grillage 244-17-15	Grillage 250-20-15	Grillage 250-20-15 + bavolet	Grillage 260-30-15	Grillage 203-15-15	Grillage 244-17-15	Grillage 244-17-15	Grillage 244-17-15
Type 1	Type 2	Type 3	Type 3	Type 4	Type 4	Type 4	+ Type 3 + Type 6	+ Type 4 + Type 6	+ Type 4 + Type 2 + Type 6	+ Type 4 + Type 2 + Type 6

Légende

Broche — Poteau en bois — Poteau Métal — Grillage petite faune — Grillage de renfort — Grillage grande faune

Les renforts sont possibles soit en mailles carrées, soit en simple torsion, selon les sols et les régions

Figure 8 : Principales clôtures (et combinaisons de grillages) utilisés en section courantes (Source : Cerema Est)

Clôtures Et grillages	Caractéristiques		Groupes d'espèces									
	Vue de face	Treillis	Cerf Daim	Chat sauvage Lynx	Chevreuil	Sanglier Blaireau	Vison Loutre Putois	Martre Fouine Renard	Lièvre Lapin	Hamster	Hermine Belette	Amphibien Reptile
Clôture herbagère												
Herbagère **type 1**			(animaux domestiques, travaux, mise en défend des emprises ou zones sensibles)									
Clôture à treillis souple soudé ou noué												
Soudé ou Noué – Maille régulière **type 2**			●		●	●						
Soudé ou Noué – Maille progressive **types 3 - 4**			●[3]		●	●[2]		●	●	●	●	
Simple torsion **type 5**				●		●			●			
Soudé à petite section – **type 6** (appliqué sur treillis grande faune)							●	●	●	●	●	●
Triple torsion[1] **type 7**							●[4]	●[4]	●[4]	●[4]	●[4]	
Clôture soudée à panneaux rigides												
Panneau rigide - **type 8**												

1 : utilisation possible, mais rare (trop fragile) ; préférer le treillis de 6,5 x 6,5 mm
2 : avec fil de tension (= fil lisse ou fil de ronce) et brochée si posé au sol
3 : avec ou sans bavolet
4 : en desuetude

Figure 9 : Usages recommandés des différents types de clôtures et treillis en fonction du type de faune (Source : Cerema Est)

Typologie modifiée du guide technique "Aménagements et mesures pour la petite faune" [10]

Dispositifs récents de protection de la petite faune

La gamme des clôtures disponibles sur le marché offre une grande diversité de produits mais d'autres solutions techniques existent. Elles peuvent notamment assurer la durabilité de l'efficacité vis-à-vis de la petite faune.

- associer un muret à une clôture de type 3 ou 4 (photo 9) ;

Photo 9 : A gauche : grillage posé sur un muret en béton extrudé de 80 cm de hauteur. Le dispositif comprends une fondation, un muret et une cloture.
A droite : autre type de muret en béton extrudé de 40 à 60 cm de hauteur, pouvant recevoir une cloture sur le même principe que ci-avant (Source : Cerema Est)

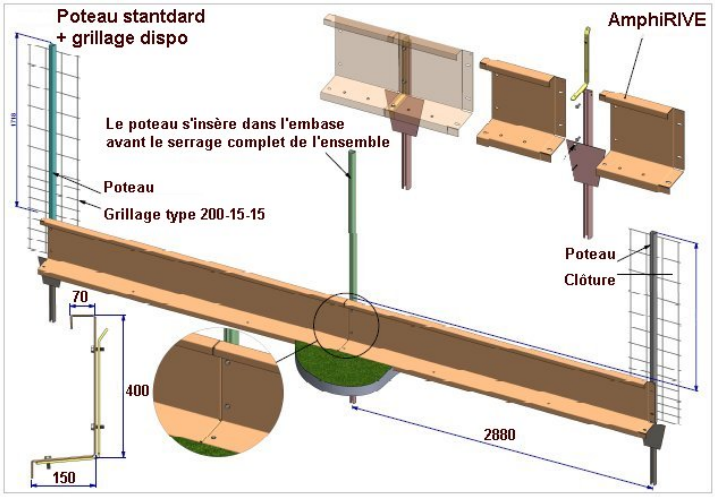


Figure 10 : Le dispositif combine un grillage (180-14-15) fixé sur poteaux métalliques à « l'écran guide »
(Source : Maxilor)

- fixer les poteaux sur la glissière béton (platine, ciment, résine). A la base de ce dispositif, la glissière béton est mise en œuvre par coffrage glissant sur un béton de propreté en fondation (*cf.* figure 10). Un tel dispositif constitue une barrière durable et infranchissable (à réserver en raison de son coût) à des sections à fort enjeux de biodiversité. Il est possible de modifier le moule du coffrage roulant pour l'adapter à la hauteur voulue, façonner une encoche anti-escalade ou réduire (par mesure d'économie) l'épaisseur du dispositif. **A condition que ce dispositif soit suffisamment éloigné de la chaussée il n'a pas d'incidence sur la sécurité des usagers.** Sur LGV c'est une alternative durable pour supprimer les heurts avec la faune.

Un autre exemple de dispositif mis en place consiste à associer à la base de la clôture un écran-guide en acier de 0,40 m de haut fixé aux poteaux métalliques de la clôture. Le dispositif est efficace sous réserve de ne pas exercer de pression (remblais) sur le dispositif (les piquets de clôture ne résisteraient pas).

2.3 - Les dispositifs d'accompagnement

2.3.1 - Les échappatoires et passes pour la grande faune

Photo 10 : échappatoire à sangliers « SANGLI-PASS® » sur l'A51 (Vaucluse).
Il peut être emprunté par d'autres espèces (blaireaux)
(Source : Cabinet EX-AEQUO [31])

La vocation première d'une clôture est d'empêcher la faune d'accéder aux chaussées. Malgré tout, des animaux parviennent parfois à s'introduire dans les emprises. Ils doivent alors pouvoir s'en échapper.

Une échappatoire à faune est un système de **trappe à ouverture unidirectionnelle** (photo 10) permettant aux animaux de quitter des emprises sans pouvoir y retourner. Il existe différents systèmes selon la faune visée et le contexte extérieur.

La localisation d'un échappatoire à faune doit tenir compte du contexte naturel et cynégétique local [31].

2.3.2 - Les rampes d'échappement, monts de terre et buttes sautoir

Les rampes d'échappement (photo 11), appelées aussi monts de terre ou buttes sautoir constituent des échappatoires efficaces pour la grande faune. Il est nécessaire d'avoir une pente faible et d'adapter le grillage à la pente.

Photo 11 : rampe d'échappement pour la faune (autoroute E341 Bruxelles / Limburg) (Source : Cerema Est)

Photos 12 : photos d'une butte « sautoir » sur l'autoroute A51 (Source : APRR - Escota (2011))

2.3.3 - Les dispositifs de franchissement des fossés

Les intersections entre fossés et clôtures sont autant de points singuliers que la faune peut exploiter pour pénétrer dans les emprises. Pour y remédier, plusieurs solutions son envisageables :

- pour la grande faune, des grilles à bascule (figure 11) empêchent les animaux de pénétrer dans les emprises (l'espacement des tiges de la grille ne doit pas excéder 15 cm). Les grilles fixes où a petites mailles sont à éviter (risque de formation d'embâcles à l'amont) ;
- pour la petite faune, les seuils et obturateurs (figure 12 et photo 13) sont des alternatives efficaces aux grilles lorsque, pour des enjeux de biodiversité, les clôtures doivent être totalement infranchissables par ces espèces.

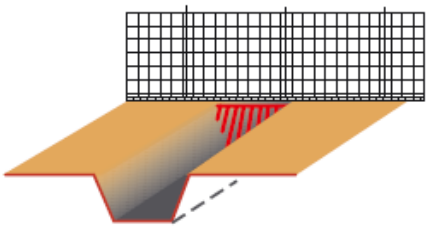


Figure 11 : grille à bascule sur fossé : dispositif efficace permettant de stopper la grande faune en basculant dans un seul sens (Source : Cerema Est)

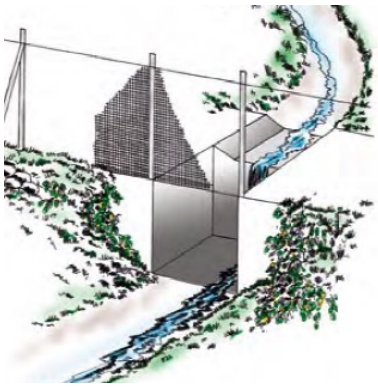


Figure 12 : Seuil : une descente d'eau de 60 à 80 cm est infranchissable pour la petite faune. Ce type de module peut être préfabriqué (Source : P. Thiévent - Scetauroute-GREGE (2003))

Photo 13 : Obturateur : ce dispositif étanche empêche la petite faune de passer sous la clôture (Source : C.Heurtebise - ASF)

2.3.4 - Les entrées (portail de service, portillon, passe américaine)

Chaque interruption de la clôture, pour aménager une entrée, crée des conditions favorables à la pénétration de la faune en général dans les emprises. La grande faune profite de ces points singuliers pour se glisser dans les espaces laissés libres au niveau des raccordements latéraux de la clôture avec les portails de service, portillons ou passes américaines (photo 14). Les raccordements au sol sont difficiles à traiter. On ne doit pas perdre de vue qu'un orifice supérieur à 15 cm peut être forcé par les animaux. La petite faune se faufile partout, un lézard agile, un triton passe dans un orifice de la taille d'une pièce de 1 centime.

Des précautions élémentaires sont recommandées pour limiter l'intrusion de la grande faune dans les emprises : choisir des portillons avec seuil métallique, placer au minimum une barre métallique au pied des passes américaines pour maintenir la clôture en tension au plus près du sol, implanter soit un seuil en béton, soit disposer une "jupe " en caoutchouc (photo 15) ou encore prévoir la création d'un raccord de la chaussée en grave bitume ou grave ciment.

Photo 14 : Passe américaine. L'étanchéité au sol est difficile à obtenir avec ce type de fermeture. Dans les secteurs à enjeux « petite faune », elle doit être remplacée par des portes ou portillons étanches (Source : Jacques GASPARD)

Photo 15 : Porte de service équipée de jupe en caoutchouc à sa base. Ce dispositif est efficace s'il est régulièrement remplacé (Source : Cerema Est)

2.3.5 - Les grilles canadiennes

Appelé aussi passage canadien, ce dispositif est constitué d'une fosse recouverte d'une grille réalisée à l'aide de rouleaux métalliques (ou barreaux fixes) espacés de 8 à 10 cm (*cf.* annexe 5 et photo 16). Ce dispositif autorise la circulation des véhicules et des piétons (si les barreaux sont fixes) tout en empêchant le passage des animaux (inconfort, peur du vide). Des passages canadiens peuvent être placés sur des chemins, des routes bi-directionnelles, des diffuseurs autoroutiers, au niveau de portes et portails de service y compris sur les portails d'accès au bassin de traitement lorsqu'on veut empêcher la pénétration des amphibiens.

La fosse est équipée d'une échappatoire pour la petite faune tombée accidentellement (ouvertures associées à des rampes) et d'une évacuation des eaux.

Photo 16 : Passage canadien sur une entrée de diffuseur. Transcanadienne Parc National de Banff (Source : Cerema Est)

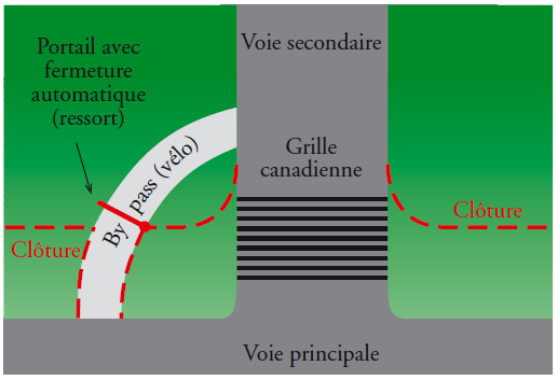


Figure 13 : By-pass et portillon pour les vélos et piétons (Source : D. Chevalier Cerema)

Les passages canadiens sont, en France, réservés à la voirie secondaire. Au Canada, les entrées / sorties des diffuseurs autoroutiers de la Trans Canada sont équipées de grilles à claire voie fixées à des poutres métalliques situées à 1 m du sol. L'aménagement interdit l'accès de la grande faune à l'autoroute (photo 16).

Les grilles canadiennes rendent la circulation des piétons et cyclistes inconfortable (voire parfois dangereuse). Il est possible de dévier ces circulations par des by-pass équipés de portillon avec fermeture automatique (figure 13).

De petites grilles canadiennes sont parfois placées sous le portail des bassins de traitement des eaux pour empêcher les amphibiens d'accéder aux bassins (eux-mêmes clôturés de grillage adapté aux enjeux en présence).

3 - Recommandations techniques

3.1 - Les conditions d'implantation

La pose d'une clôture n'est pas neutre. Il s'agit d'un aménagement délicat dont l'implantation doit concilier des questions techniques (pose, entretien, sécurité), d'intégration paysagère, de surveillance, d'efficacité biologique et de responsabilités juridiques.

Attention, l'implantation et la pose doivent être particulièrement soignées : bien tendre les fils, assurer les ancrages profondément dans le sol, bien vérifier la qualité du sol en place quand il est prévu d'enterrer, pour éviter d'avoir des trous dans les clôtures ou que la faune ne creuse sous la clôture et soulève celle-ci lorsqu'il s'agit d'un terrain rocheux.

Emplacement des clôtures

Par habitude et commodité, la clôture faune est placée de 0,50 à 1 m à l'intérieur de la limite des emprises. Cette disposition offre des avantages mais ne permet pas de valoriser les dépendances vertes. Désormais, dans les projets routiers neufs et lors de la requalification d'ITT existantes, l'implantation de la clôture près de la chaussée est admis (*cf*. figures 14 à 17) sous réserve de préserver un cheminement suffisant (au moins 2 m) entre la chaussée et le grillage. Ce principe rétablit les possibilités d'accès de la faune aux dépendances vertes et favorise les déplacements longitudinaux de la faune terrestre (l'infrastructure participe de manière positive au fonctionnement des réseaux écologiques).

L'application systématique d'un tel principe peut rencontrer des difficultés. Il est donc à privilégier en priorité au droit des passages (*cf*. figures 15 et 16) pour la faune et là où les dépendances offrent (par leur surface et/ou leur position) un potentiel biologique élevé.

Le remplacement des clôtures (durée de vie 30 à 40 ans), les Plans de Modernisation des Infrastructures, les contrats de plan (État-concessionnaire) offrent aussi des opportunités de repositionnement des clôtures afin de libérer des dépendances vertes anciennes devenues (par le biais de l'évolution de la végétation (espace boisé) ou des pratiques d'entretien (espace ouvert), des milieux de substitution pour la faune.

En définitive, sous certaines conditions, l'optimisation des clôtures est l'occasion de rétablir des corridors ou de créer des habitats de substitution.

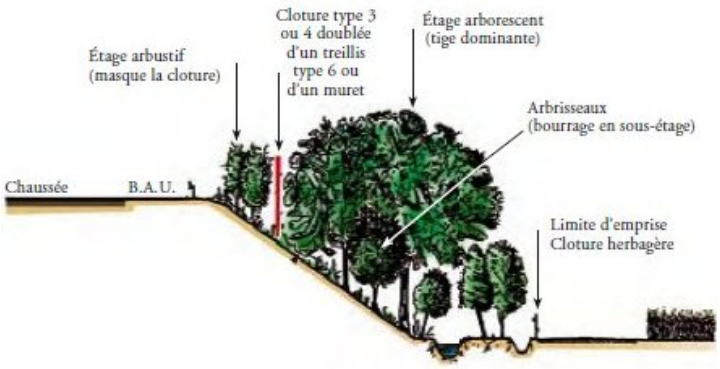
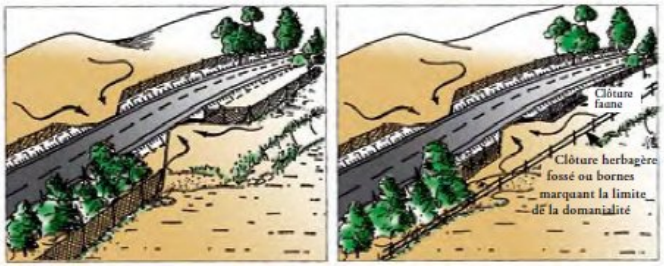
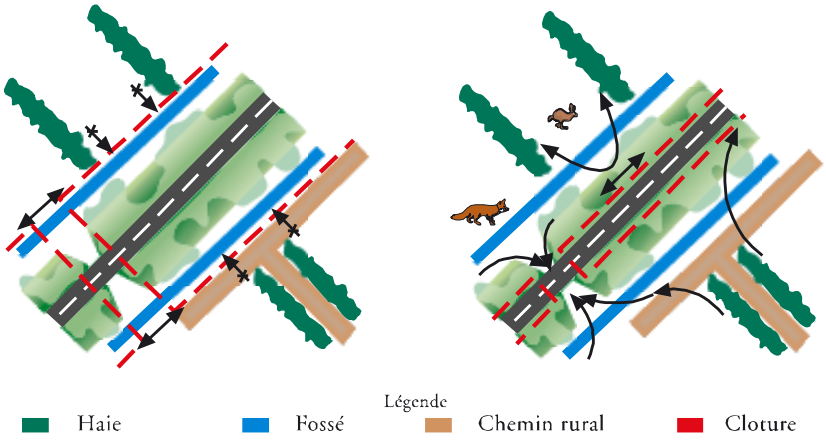


Figure 14 : Intégration des dépendances vertes dans l'espace vital de la faune sauvage. En plaçant les clôtures à proximité des chaussées, on rétablit des possibilités de déplacements longitudinaux (Source : Cerema [8])



A éviter A recommandé

Figure 15 : Principe de pose des clôtures à proximité des passages pour la faune. L'implantation des clôtures doit assurer à la faune le maximum d'espace libre le rétablissement des continuités écologiques et le libre accès aux emprises (Source : Cerema [8])



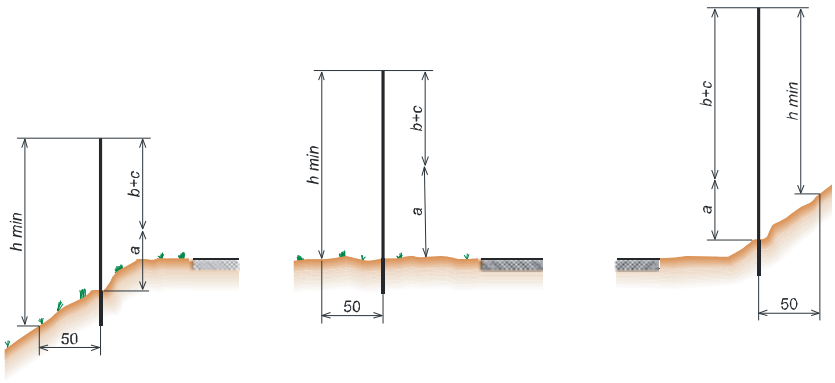
Les dépendances vertes, situées à l'intérieur des clôtures, sont inaccessibles pour la faune en cas de clôture étanche à la petite faune (pas de valorisation écologique)

Les clôtures proches des chaussées, libèrent les dépendances vertes qui jouent un rôle actif pour la faune sauvage

Figure 16 : Implantation des clôtures faune à proximité de la chaussée (Source : Guide Aménagements et mesures pour la petite faune [11])

Hauteur des clôtures

Il est souhaitable que la clôture soit de hauteur constante et adaptée à la configuration du terrain et à la faune du territoire. La hauteur de la clôture est choisie en fonction du type d'espèce animale rencontré, et d'autres facteurs comme la couche potentielle de neige, l'épaisseur du tapis d'herbe ou la pente (figure 17).



Zone a,b,c : écartement progressif entre les fils horizontaux
H est fonction du type de clôture (chevreuil, cerf, sanglier) et du côté d'où vient le gibier

Figure 17 : Détermination de la hauteur minimale de la clôture selon la configuration du terrain (Source : Norme SNV 640693 de l'Union des professionnels suisses de la route [18])

Les extrémités des linéaires clos sont à reporter largement au-delà des sections à risques (500 à 1 000 m pour la mésofaune et la grande faune, 300 m pour la petite faune). En limite de clôture, il est préférable de retourner la clôture aux extrémités (*cf.* figure 18).

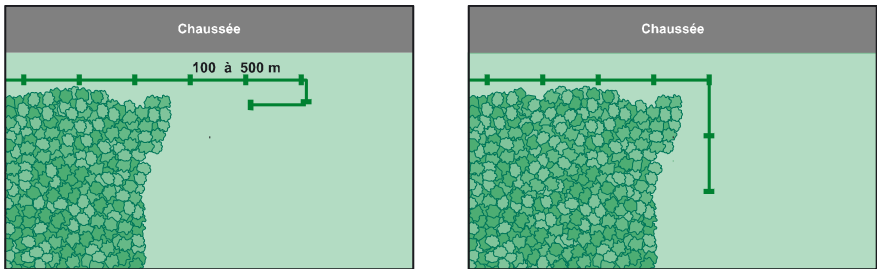


Figure. 18 : Retournement des clôtures aux extrémités des sections à protéger pour assurer l'efficacité du dispositif (Source : Cerema)

Les clôtures ne sont pas nécessairement posées au niveau du terrain naturel. Elles peuvent être placées sur un cordon de terre (1,20 à 1,50 m de haut, 2 m de large à la base) (photo 16 et figure 19). Cette configuration offre plusieurs avantages :

- la clôture est plus difficilement franchissable par la faune ;
- **le long de chemin ruraux**, la combinaison clôture + soubassement en terre empêche efficacement les véhicules de pénétrer dans les emprises et peut remplacer un dispositif de sécurité (glissière de sécurité) dans certaines conditions (hors autoroutes 2 x 3 voies, si la configuration des lieux le permet, si le merlon de terre ne forme pas d'obstacle trop « raide », etc.) ;
- la clôture en position haute est elle-même protégée contre les agressions accidentelles (matériel agricole).

Photo 16 : Clôture type 3 placée au sommet d'un cordon de terre (h=1,20 m), positionné pour protéger le chemin rural un profond déblai (LGV Est) (Source : Cerema Est)

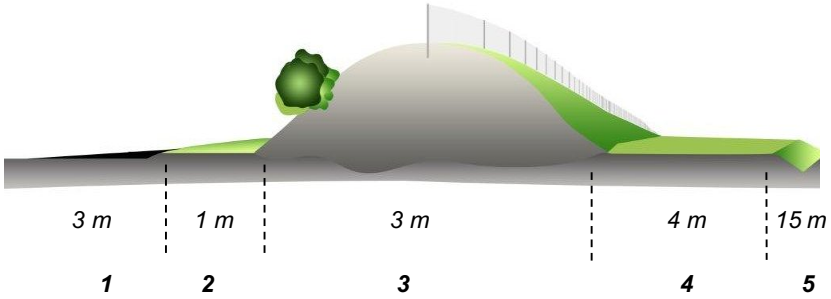


Figure 19 : Schéma d'une butte de protection en terre surmontée de la clôture bande enherbée grande faune (type 3). Le merlon est planté coté extérieur (arbustes sur 2 rangs + paillages plastiques. Coté emprise, une strate herbacée est maintenue pour faciliter l'entretien (Source : Cerema Est)

1 *chemin rural (agricole)*
2 *bande enherbée (1 m)*
3 *butte de terre avec arbustes*
4 *bande enherbée*
5 *déblais*

3.2 - Le choix des équipements

3.2.1 - La durabilité des clôtures grillages

Le traitement du grillage conditionne sa durabilité. La plupart des grillages (et fils) sont fabriqués en acier muni d'un revêtement plastifié ou galvanisé (alliage Zinc/Aluminium ou Zinc seul), y compris les triples torsions (norme EN10244-2) [20]. Les aciers de type "Corten" ne sont plus utilisés en treillis autoroutier.

L'intérêt technique des revêtements anti-corrosion Zinc (95 %) / Aluminium (5 %) est à souligner (norme EN10223-4) [21]. Pour un coût très proche, la durée de vie de ces revêtements est 3 à 4 fois supérieure à la galvanisation riche classe A (protection minimum : 240 g de zinc/m^2). La tendance est donc à l'abandon de la galvanisation classe A au profit du revêtement 95 % Zn + 5 % Al.

Les fabricants mettent en avant la plastification qui offre une bonne résistance à la corrosion et permet également un choix de couleur (le vert étant "naturellement" le plus utilisé). Les aciers plastifiés doivent toujours être galvanisés (130 g de zinc/m^2 au minimum). Ils ne sont pas utilisés en sections courantes. On les trouve en traversée de ville, dans ou à proximité des gares, etc.

3.2.2 - Le choix du diamètre des fils, la résistance à la traction, la charge de rupture

La pérennité d'un grillage est liée à sa composition (protection) et au diamètre des fils. La résistance à la traction et la charge de rupture dépendent du diamètre des fils. On recherchera des clôtures robustes, avec des fils de gros diamètre (ø > 3 mm), résistants aux chocs et à la poussée du gros gibier (*cf.* annexe 6).

Les fils des **grillages triple torsion** sont trop petits pour trouver une utilisation durable dans le domaine routier.

Les **grillages soudés de petite taille** (6,5 x 6,5 mm) utilisés en doublage pour la petite faune, doivent être choisis parmi les gros diamètres. Ces grillages sont moins résistants que ceux contre lesquels ils viennent s'adosser, dont le diamètre est deux fois plus important. C'est pourquoi, il est nécessaire de remplacer les grillages petite faune tous les 15 ans alors que le grillage grande faune peut durer 30 ans et plus.

La résistance à la traction recommandée pour les **treillis noués ou soudés** est de 40 kg/mm^2 pour les fils horizontaux.

3.2.3. Le choix des supports de clôture : les poteaux

Les clôtures sont fixées sur des poteaux (ou piquets) de nature diverses (*cf.* annexe 7). L'ancrage des poteaux peut s'envisager selon 2 modes :

- les poteaux sont scellés dans un massif en béton (figure 20 et 21) ;

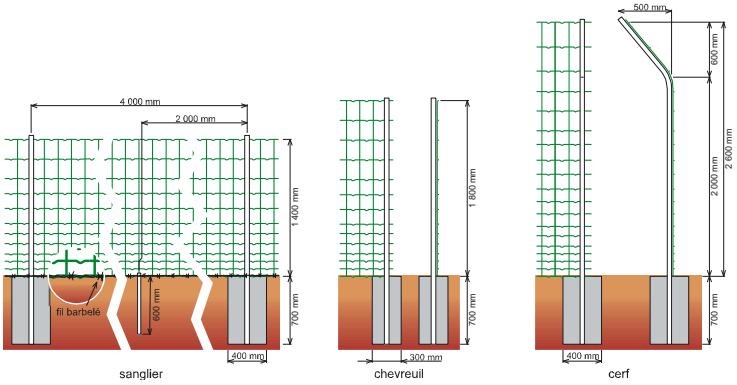


Figure 20 : Principe de pose des clôtures scellées (Source : modifié d'après CTGREF [22])

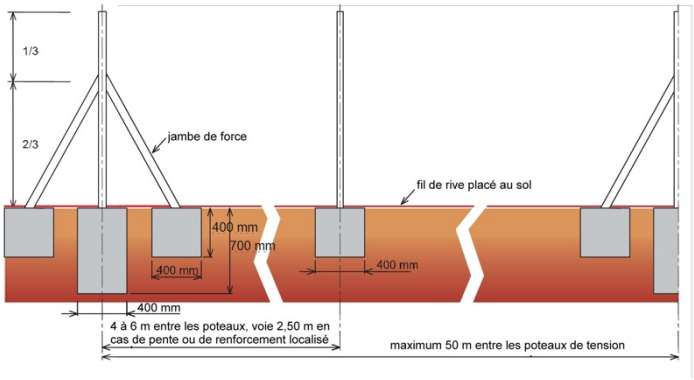


Figure 21 : Caractéristiques des poteaux et des fixations dans une solution de scellement au béton. (Source : modifié d'après ASF [23])

- les poteaux sont glissés dans une embase métallique à bêcher, équipée d'une ou deux « pelles » qui assurent la stabilité de l'ensemble. C'est un dispositif qui a fait ses preuves depuis plus de 30 ans et qui est proposé en France par plusieurs fabricants (figure 22). L'embase est simple (2 pelles) ou à croisillons (4 pelles) pour une utilisation dans les angles (figure 23), les extrémités, et éventuellement pour les poteaux de reprise de tension.

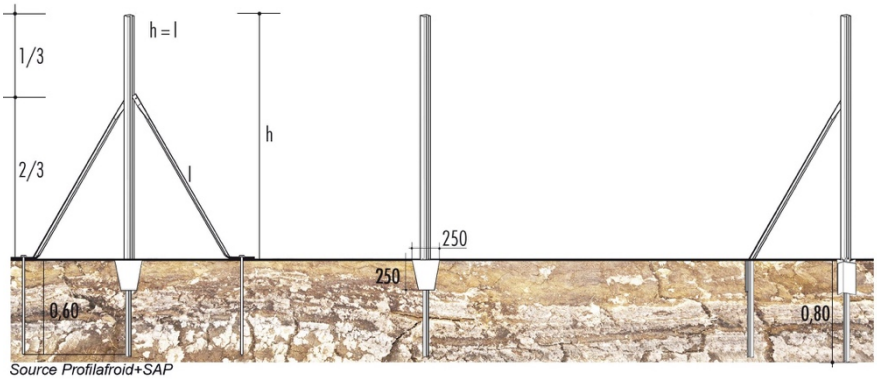


Figure 22 : Principe de pose de clôtures sur embase métallique (Source : modifié d'après Profilafroid)

Photo 17 : Fixation au marteau pneumatique des embases à bêcher (Source : Cerema Est)

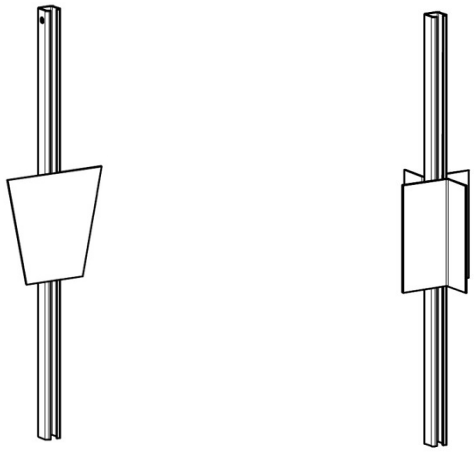


Figure 23 : Embase standard et embase d'angle (Source : Profilafroid)

Un cordon d'alignement est posé au sol. Les embases sont enfoncées avec un marteau pneumatique (*cf.* photo 17).

La bêche disparaît dans le sol, seul dépasse, de 40 cm, le tube sur lequel vient se positionner le poteau. Le grillage est placé contre les piquets, il est mis sous tension, les linguets sont fermés.

Si le terrain est constitué de roches, la mise en œuvre consiste alors à façonner dans le rocher, un avant-trou au brise roche hydraulique (BRH). L'embase est forcée dans l'avant-trou dont le diamètre est légèrement inférieur à la taille de l'embase qui se présente alors comme un simple poteau de 80 cm (pas de bêche). L'embase est enfoncée sur 40 cm dans l'avant-trou au marteau pneumatique. Le poteau vient coiffer l'embase qui dépasse de 40 cm.

3.3 - L'entretien

L'efficacité d'une clôture dépend de son entretien régulier. Ce dernier inclut le nettoyage et les réparations des dégradations naturelles ou volontaires. Il accroît la longévité du dispositif mais évite aussi que la responsabilité du gestionnaire de la voie ne soit engagée. Toute brèche observée doit être colmatée. Les grilles au droit des caniveaux et fossés sont également à nettoyer.

Il est recommandé au gestionnaire de bâtir un **plan d'entretien** dès la conception et la réalisation du chantier afin de planifier des visites périodiques (1 à 3 par an pouvant se réaliser selon les conditions à partir d'un quad ou à pied) et de porter les observations et réparations sur un cahier d'entretien lors des contrôles annuels des clôtures (en cas de contentieux ce document est important).

Le maintien et l'accès au dispositif de clôture doivent être facilités par un entretien de la végétation afin d'éviter que les ronciers ou les branches ne pèsent trop sur le haut de la clôture (*cf.* photo 18). Il est donc recommandé de s'orienter vers un entretien mécanique du pied de clôture : dégagement manuel sur 1 m à 1,50 m environ (débroussaillage à pied d'homme avec une débroussailleuse portée) ou mécanique sur 2 à 3 m. L'entretien de la clôture ou son remplacement ne doit toutefois pas être l'occasion de destruction massive de la végétation.

Le "chemin de visite" doit toujours être dégagé à l'intérieur de l'emprise tandis que la végétation peut se développer côté extérieur, rendant plus difficile le franchissement de la clôture par les grands mammifères.

Photo 18 : Un fauchage doit permettre de faciliter les visites de vérification de l'intégrité de la clôture (Source : ASF)

Certains maîtres d'ouvrages recommandent la technique de la "voûte végétale" qui consiste à conserver les arbres en bordure intérieure de clôture pour l'ombrager et limiter la pousse des ronciers et autres arbustes en pied de clôture.

Les arbres sont nécessairement élagués pour éviter que les branches basses n'endommagent le treillis et que des espèces grimpeuses (lynx, chat sauvage) ne profitent régulièrement de ces supports pour franchir les clôtures.

Les jambes de force sont généralement placées dans l'alignement de la clôture pour ne pas compliquer les tâches d'entretien. Dans ce même but, le treillis est fixé sur les poteaux soit du côté le plus accessible au service d'entretien (côté intérieur de l'emprise) soit coté extérieur pour offrir une résistance accrue en cas de poussée d'animaux, tels les sangliers.

La durée de vie d'une clôture de type 2, 3, 4, 6 ou 7 est d'une trentaine d'années (jusqu'à 40 ans pour certaines). Les poteaux en bois ont une longévité de 15 à 20 ans.

3.4 - Les éléments de coût

Les coûts de la mise en place de clôtures pour la faune sont très variables en fonction du type utilisé, de l'accessibilité de la zone, de la nature du sol, du linéaire, du prix des matières premières (acier), des équipements, etc. Il faut prévoir également un coût d'entretien qui est fonction des caractéristiques des clôtures, de la configuration terrain, de la végétation.

Dans le cadre de chantiers comportant de grands linéaires on peut estimer une fourchette de 15 à 20 € / ml pour une clôture grande faune avec des conditions normales de pose. Les niveaux des prix peuvent être augmentés dans le cas de réparations ou de faibles linéaires. D'autre part, on constate généralement que la part des fournitures (poteaux, grillage et accessoires) représente sensiblement 50% du montant total des fournitures et pose.

Les coûts donnés ci-dessous sont indicatifs :

- clôture standard grande faune 1,8 - 2,0 m : 35 à 50 € HT/ml (fourniture : 2 à 3 € HT / ml) ;
- clôture petite faune 1,40 m (maille soudée 25 x 25 ou 25 x 13 mm) : 10 à 20 € HT / ml ;
- clôture batracien (maille 6,5 x 6,5 mm) : 10 à 20 € HT/ml.

Conclusion

La mise en place d'une clôture le long des infrastructures linéaires doit répondre en priorité à la mise en sécurité des usagers dans les massifs forestiers et les zones giboyeuses, et à la protection de la biodiversité dans les zones à fort enjeu.

Il existe une large gamme de produits (matériaux, dimensions) utilisables pour limiter les collisions avec la faune sauvage. Chaque clôture peut ainsi faire l'objet d'une adaptation très fine selon les espèces concernées grâce à différentes combinaisons et nombreux modes d'implantations.

L'importance des sommes engagées et l'impact certain des clôtures doivent conduire à tout mettre en œuvre pour les intégrer, les rendre pérennes et accessibles à l'entretien, afin de garantir la fonction première des clôtures qui est l'anti-intrusion. L'entretien ne doit pas être négligé, ses modalités doivent être réfléchies dès la pose des clôtures.

Bibliographie

[1] APRR. 2009. Des passages à faune pour préserver la biodiversité, du Jura au Grésivaudan. Carnets d'autoroutes. 18 p.

[2] UFC - Que Choisir 2010. Collision avec du gibier. Retour de la franchise. http://www.quechoisir.org

[3] ONCFS. 2005. Réseau ongulés sauvages. Lettre d'information n°10. 11 p.

[4] Sétra / Cete Ouest 1997. Note d'information n°53 - Collisions véhicules / grands mammifères sauvages : Analyse jurisprudentielle de responsabilités. 6p.

[5] Sétra. 2003. Systèmes et mesures visant à réduire le nombre de collisions avec les grands ongulés. Note d'information Série EEC n°72, 8 p. Réf B0319.

[6] Sétra. 1987. Aménagements pour la faune sauvage. Note d'information Série EEC n°10. - 8 p. Réf B8773.

[7] Sétra/Ministère de l'équipement. 1992. Catalogue des types de route en milieu interurbain. Circulaire du 9 décembre 1991. 23p. Réf B9241

[8] Sétra/Ministère Environnement. 1993. Passages pour la grande faune. Guide technique. 121 p. Réf B9350.

[9] Sétra. 1998. L'équipement des Routes Interurbaines. Guide technique. 450 p. Réf E9851.

[10] Sétra - Cete de l'Ouest. 1999. Les clôtures autoroutières pour la grande faune sauvage. Rapport d'étude.

[11] Sétra/MEDD. 2005. Aménagements et mesures pour la petite faune. Guide technique. 263p. Réf 0527.

[12] Sétra. 2006. Passage à faune : 40 ans d'évolution. Rapport. Réf 0641w.

[13] BUTON Caryl, NOWAK Nathalie, LECIGNE Sylvain. 2013. Analyse réglementaire et technique : cadre juridique des traversées de voies routières par des animaux sauvages. 35 p., version pdf (en ligne) de l'étude X-AEQUO / AIRELE

[14] CEREMA (ancienne édition Sétra). ICTAAL (Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison). Édition 2015.

[15] Sétra. 2011. Guide 2 x 1 voie. Route à chaussées séparées.

[16] Arrêt de la Cour Administrative d'Appel de Marseille le 25 février 2013 (N°10MA04225)

[17] Sétra. 2002. Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomérations. 131p. Réf E0233

[18] Association Suisse de Normalisation. 1969. Norme SNV 640 693. Clôture à gibier. 6 p.

[19] Cabinet X-AEQUO®. 2013. Les échappatoires à sangliers Sangli-Pass®. 12 p.

[20] Le Saint-Hubert. 2012. Dossier Chasse ouverte, chasse fermée - Sanglier, sortie d'autoroute sans péage. 2 p.

[21] NF EN 10244-2 - Octobre 2001 - Fils et produits tréfilés en acier - Revêtements métalliques non ferreux sur fils d'acier - Partie 2 : revêtements de zinc ou d'alliage de zinc

[22] NF EN 10223-4 - Juillet 1998 - Fils et produits tréfilés en acier pour clôtures - Partie 4 : grillage en acier soudé.

[23] CTGREF. 1978. Autoroute et grand Gibier – Note technique 42 : 22-23.

[24] ASF. 1998. Rapport du groupe de travail "Clôtures", annexes, guide photographique. 72p + annexes.

[25] Berthoud G., Müller S. 1994. Sécurité Faune/Trafics. Manuel à l'usage des ingénieurs civils. EPFL. 127 p.

[26] Ministère des transports/DR. 1998. Grands animaux sauvages sur autoroute. Responsabilité pénale.

[27] Ministère des transports/DRCR. 1981. Protection de la faune et de la circulation routière. Note d'information. 119 p.

[28] Müller S. 1998. Efficacité des mesures destinées à empêcher la pénétration de la faune dans l'emprise des voies de circulation. 3ème rencontre "routes et faune sauvage". Strasbourg. p. 203-204.

[29] SN Normes Suisse VSS 1994 – Faune et trafics – clôtures à faune. 8p.

[30] ASF / DCM / DT Les corridors longitudinaux autoroutiers : la fonction corridor écologique appliquée aux dépendances vertes. 3p.

[31] Buton.C., Beroud.T (Cabinet X-Aequo), mars 2013. Les échappatoires à sangliers Sangli-Pass. 12p.

[32] Conseil de l'Europe, 1988. Dispositif de prévention des accidents de la route et des noyades chez les animaux vivant en liberté. 77p

Annexes

Annexe 1 - Analyse de la jurisprudence sur les voies routières entre 1995 et 2013

Voies de type autoroute

Sur ces voies rapides, compte tenu de l'intensité du trafic et de la vitesse élevée des véhicules, le juge retient une exigence de sécurité accrue et fait peser sur le gestionnaire des obligations plus importantes que sur un autre type de route. Ainsi, lors d'une collision avec la grande faune sur une autoroute, le juge administratif regarde les caractéristiques du territoire traversé, ses usages et également les bilans récents d'accidentologie.

Animaux domestiques et sauvages

"Considérant qu'eu égard aux conditions de la circulation sur les autoroutes, l'absence d'une clôture de protection pour empêcher l'accès des animaux sauvages ou domestiques aux autoroutes ne constitue, de la part du gestionnaire, un défaut d'entretien normal de ces voies que lorsque la situation des lieux, à proximité des zones de résidence ou de passage de ces animaux, est susceptible de créer un risque particulier pour les usagers".

Grande faune sauvage

"Considérant qu'eu égard aux conditions de la circulation sur les autoroutes, l'absence de tout aménagement particulier destiné à empêcher l'accès des grands animaux sauvages sur ces voies publiques ne constitue un défaut d'entretien normal que soit à proximité des massifs forestiers qui abritent le gros gibier, soit dans les zones où le passage de grand animaux est habituel ".

Selon les cas :

- collision en dehors des "zones giboyeuses et de passage de gros gibier habituel" : la responsabilité du gestionnaire n'est pas engagée à moins de prouver une recrudescence significative des accidents de ce type à cet endroit.
- collision dans des zones giboyeuses ou de passage habituel de gros gibier : le juge considère généralement deux situations :
  - la clôture existe : si la preuve d'un "**entretien normal**" est apportée par le gestionnaire, sa responsabilité n'est pas engagée. Par contre, "**le défaut d'entretien normal sera sanctionné**" C'est l'élément le plus fréquemment retenu lors des contentieux relatifs aux collisions entre véhicules et animaux sauvages ;
  - la clôture n'existe pas : la responsabilité du gestionnaire peut être retenue.

Notions de "massif forestier" et de "zone giboyeuse"

La notion de **"massif forestier"** est assez précise et les limites d'une forêt sont clairement identifiables.

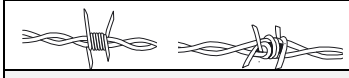
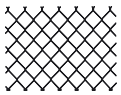
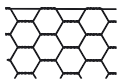
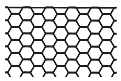
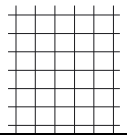
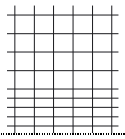
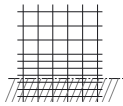
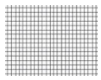
Les notions de **"zone giboyeuse"** ou de **"passage habituel"** sont plus floues ; leur localisation/délimitation n'est pas aussi aisée du fait de l'accroissement démographique des populations de cervidés et de sangliers et de l'extension géographique de leur territoire. Les documents Sétra [3, 14] indiquent que la notion de zones giboyeuse **n'est pas "clairement définie par la jurisprudence"** et souligne l'absence de définition légale entraînant des jugements au cas par cas. Les schémas départementaux de gestion cynégétique réalisés sous maîtrise d'ouvrage de la DDT peuvent dans certains cas aider à préciser ces limites.

Autres voies :

Sur les autres voies de transports publiques (RN, RD, RC) **la seule obligation est la signalisation de danger par un panneau de type A15b (pas de clôture obligatoire)** dans les "zones giboyeuses connues, c'est-à-dire les massifs forestiers qui abritent du gros gibier et les zones où le passage de grands animaux est habituel" [13]. La jurisprudence considère comme suffisante cette signalisation, adaptée selon lui à l'importance du danger. Dès lors, et sauf situations très particulières, la pose de clôture n'est pas systématique.

D'autres mesures, moins contraignantes, sont envisageables par le gestionnaire : elles sont décrites dans la Note d'information n° 72 - "Systèmes et mesures visant à réduire le nombre de collisions avec les grands ongulés " [4].

Annexe 2 - Principales caractéristiques techniques des différents types de clôture

Clôtures		Grillage	Type	Caractéristiques techniques							
				Usages habituels	Positionnement			Dimensions			
					Enfoncement poteaux (m)	Espacement poteaux (m)	Jambe de force (tous les x m)	Hauteur (m)	Fils* (Ø mm)	Mailles (mm)	
Clôture herbagère											
			1	Clôture agricole Clôture chantier	0,50	2,50	60	1,40-1,50	3 à 5 rangées 1,7 à 2,7	-	
Grillage souple											
Simple torsion	Grande maille		5a	Clôture urbaine Raccordement d'ouvrage	0,50	2,50 à 4,00	40	0,50-2,70-4,00	2,70-3,00-3,90 (2,1 mini)	30-50-60	
	Petite maille		5b	Petite faune (en doublage de treillis grande faune)	-	-	-	0,50-1,20-1,50	1,60-2,20-2,70	30	
Triple torsion	Grande maille		7a	Pare avalanche Contre chutes de pierres	-	-	-	0,50-3,00	2,70-3,00	30-40-50-60-80-100	
	Petite maille		7b	Petite faune (en doublage de treillis grande faune), peu utilisé	-	-	-	0,50-3,00	0,50 à 0,90	10 à 25	
Soudé où Noué	Maille régulière		2	Clôture autoroutière standard	0,40 à 0,70	4,00 à 6,00	50	1,40-1,50	2,50-3	l. 76,2-101,6-152,4	
				Clôture urbaine	0,70	4,00	40	1,50-2,00-2,50	2,70-2,50	l. 50,8-76,2 H. 101,6	
	Maille progressive		3/4	Clôture autoroutière et ferroviaire standard	0,40 à 0,70	4,00	50	1,40-2-2,50	1,60-2-2,50-2,69	H. 25,4-76,2-(bas) 203,2 (haut) l. 152,4	
	Maille progressive à enterrer		3/4	Clôture autoroutière et ferroviaire standard				1,70-2,60	1,60-2-2,50-2,69		
Soudé à petite section			6	Amphibien	-	-	-	0,50-1,02-1,20	0,70-1,40-1,80	6,5 x 6,5	
				Petite faune	-	-	-	0,50-1,02-1,20	0,70-1,40-1,80	25 x 13 25 x 25	
Grillage à panneaux rigides											
			8	Clôture urbaine (aires, gare de péage, zones urbanisées, gare SNCF)	0,50 (à sceller)	1,10 à 2,50	-	0,30-4,00 (panneau)	3,00 à 8,00	Carré : 30 x 30 150 x 150 Rectangulaire : H. 150-200 l. 50-60	

(-) : rubrique sans objet
(*) : fil vertical ou horizontal du treillis. Les fils de rive (ou de lisière), les fils de tension ou d'amarre vont de 2 à 3 mm de diamètre

(Source : J. CARSIGNOL - Cerema Est)

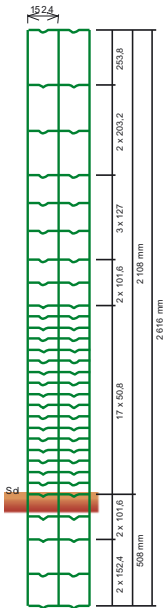
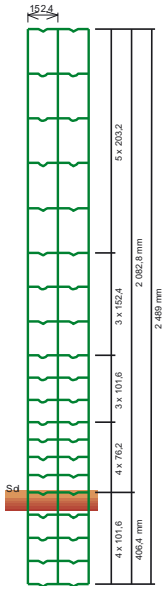
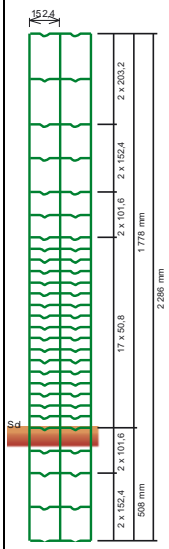
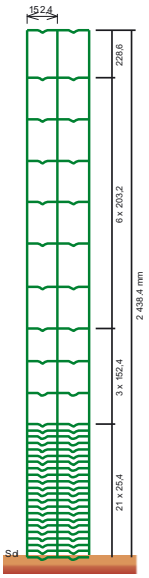
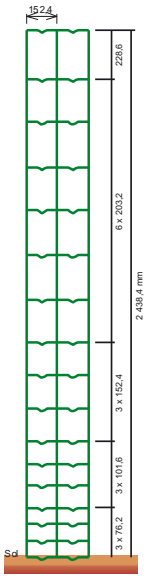
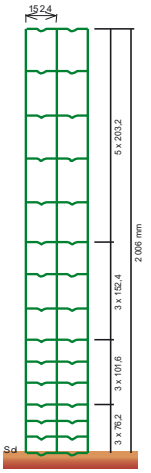
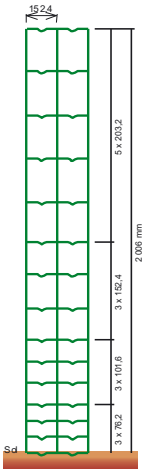
Annexe 3 - Principales caractéristiques techniques des clôtures et grillages pour chaque espèce / groupes d'espèces

Espèces animales	Grillages recommandés		Caractéristiques recherchées				Exemple
			Maille (mm)		Hauteur du grillage (m)	Accessoires	
	Détail	Type	Hauteur	Largeur			
Cerf, Daims	Grillage hors sol ou enterré avec ou sans bavolet (préférable à hauteur égale)	2, 3, 4	203,2-152,4-127-101,2	152,4	2,80	Bavolet 40-60 cm (contraignant à l'entretien) Sans bavolet	245-17-15 ~~(B)~~ 200-15-15 (B) 260-19-15
Chat sauvage	Grillage simple torsion avec rabat	5	30	30	1,80	Rabat de 10 cm	
Lynx	Grillage simple torsion avec rabat	5	30	30	1,80 - 2,00	Rabat de 30 cm	
Chevreuil	Grillage hors sol ou enterré	2, 3, 4	50,8-101,2-127-152,4	152,4	2,00 - 1,80		180-14-15 200-15-15 230-28-15 (1)
Sanglier, Blaireau	Grillage hors sol ou enterré	2, 3, 4	50 – 50,8	152,4	1,40 (HS) 1,7 à 1,9 (total)	Brochage du grillage Fil de tension (fil de ronce ou fil lisse) si hors sol	140-12-15 (2)
Vison, Loutre, Putois	Doublage de clôture grande faune par un grillage soudé ou noué petite faune	6	13 à 50 selon espèces		1,0	Grillage soudé et enterré sur 50 cm	Grillage en plaquage
Marte, Fouine, Renard	Doublage de clôture grande faune par un grillage soudé	3, 4, 6	6,5 x 6,5		1,0	Grillage de fils Ø 7mm plié à angle droit en appui sur le grillage grande faune, au sol, et solidement fixé à la clôture Grillage soudé de 6,5 x 6,5 mm	245-32-15 200-30-15
			6,5 x 6,5		1,0		180-26-5 (4) 180-25-15 230-28-15 260-30-15
Lièvre , Lapin	Grillage composite à enterrer	3, 4, 5, 6	25,4	152,4	0,50 (HS)		180-26-5 (4) 200-30-15
Hamster	Grillage composite à enterrer	3, 4, 6	6,5 x 6,5		1,00		Grillage en plaquage
Hermine, Belette	Grillage filtrant à faible maillage Effet barrière difficile	3, 4, 6	25,4 x 25,4 6,5 x 6,5		1,00		Grillage en plaquage
Amphibiens, Reptiles, micro-mammifères	Grillage en plaquage sur autre clôture (urbaine, grande faune)	6	6,5 x 6,5		0,60		Grillage en plaquage

(B) avec bavolet ; (HS) hors sol ;
(1) grillage enterré avec 1,80 m hors sol ; (2) avec fil de ronce ou fil de lisse + broches ; (3) grillage enterré avec 1,40 hors sol ; (4) grillage enterré avec 1,30 hors sol

(Source : Cerema Est)

Annexe 4 - Grillages souples à maille progressive à enterrer ou à poser au sol

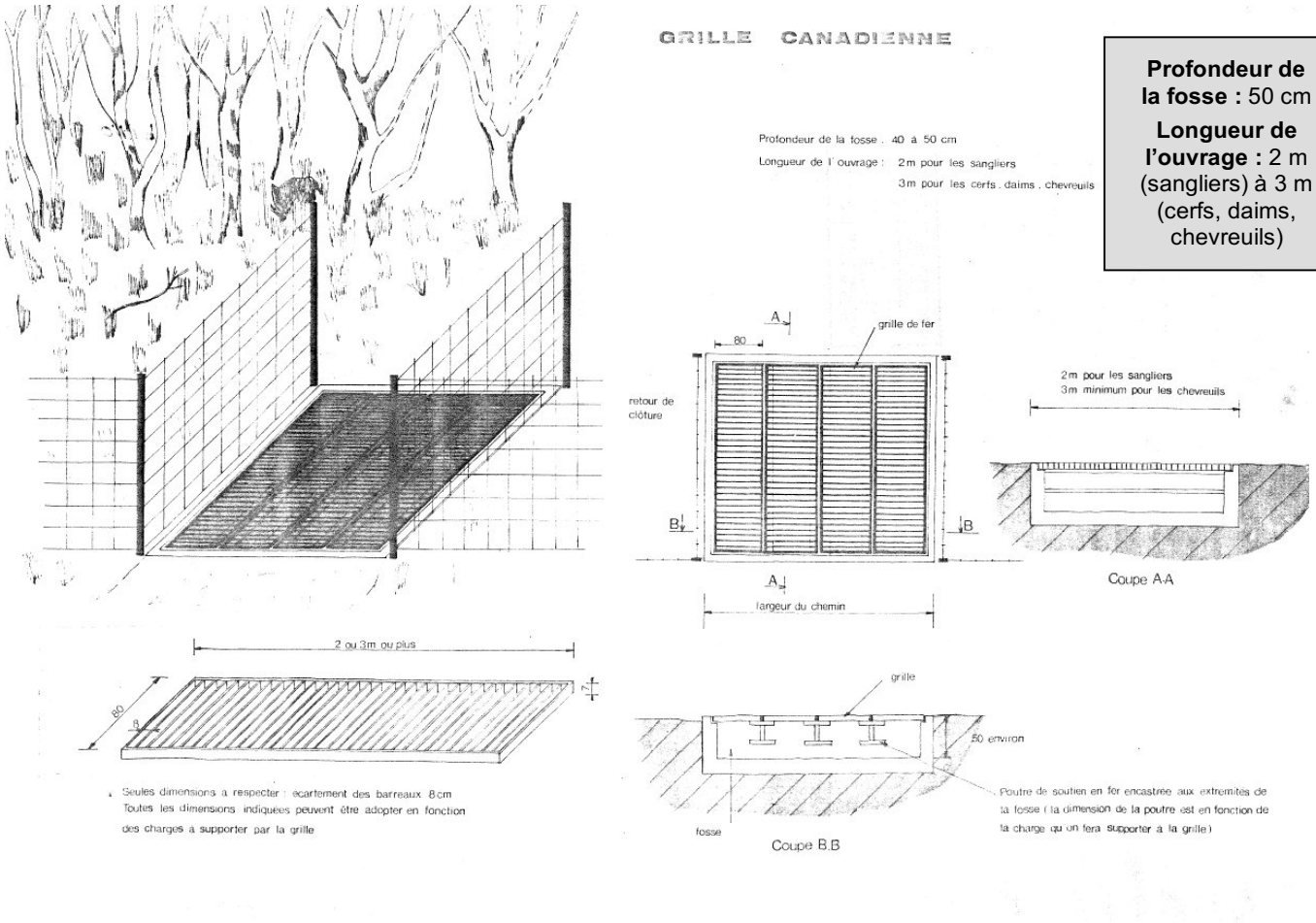
Espèces animales		Treillis souples à enterrer			Treillis souples à poser au sol			
	Référence	260 – 30 – 15	250 – 20 – 15	230 – 28 – 15	245 – 32 – 15	245 – 17 – 15	200 – 15 – 15	200 – 30 – 15
	Hauteurs	HS : 2,10 m ss : 0,50 m	HS : 2,10 m ss : 0,40 m	HS : 1,80 m ss : 0,50 m				
	Types							
Cerf, Daims		●*0,5	●*0,5		●*0,4	●~~*0,4~~	●*0,6	●*0,6
Lynx, Chat sauvage								
Chevreuil		●	●	●	●	●	●	●
Sanglier		●	●	●	●**	●**	●	●**
Blaireau		●	●	●	●**	●**	●	●**
Vison, Loutre, Putois								
Marte, Fouine, Renard		●		○	○		○	
Lièvre , Lapin		●	○	●	●	○	○	●
Hamster								
Hermine, Belette		●			○		○	
Amphibien, Reptile, micro-mammifères								

Différentes hauteurs et mailles à privilégier en fonction chaque espèce/groupe d'espèces.
Effet attendu (- ● - effet "barrière" ou - ○ - effet "filtre")

** : avec bavolet + longueur (m)*
*** : avec fil de ronce au sol + broche de fixation*

(Source : J. CARSIGNOL - Cerema Est)

Annexe 5 - Principe de construction d'une grille canadienne



Profondeur de la fosse : 50 cm

Longueur de l'ouvrage : 2 m (sangliers) à 3 m (cerfs, daims, chevreuils)

(Source : ONCFS)

Annexe 6 - Diamètre des fils selon les types de treillis et les usages

Types de fils	Diamètre (mm)		Usages
	Ø Fil vertical / Horizontal	Ø Fil de lisière (ou de rive)	
Fil de ronce	1,5 – 1,7 – 2,5		Clôture de chantier et agricole (dite provisoire) + renfort pied grillage
Grillage à panneaux rigides	3 à 8		Clôture urbaine
Grillage simple torsion	2,2 – 2,7 – 3		Raccordement aux ouvrages d'art Doublage petite faune
Grillage triple torsion	0,7 – 0,9		Pas utilisé dans le domaine routier en raison de sa faible résistance
Grillage noués "léger" et "moyen"	1,6 à 2	2 – 2,5	Usage agricole
Grillage noués "lourd"	2,5	3	Grillage autoroutier standard et grande faune
Grillage soudé	2,5 – 3	3 – 3,4	Grillage autoroutier standard et grande faune
Grillage soudé petite section	~~0.5~~ - 0,7 – 1,4 – 1,8 – 2 – 2,5		Grillage doublage petite faune / renfort sanglier
Tendeur et fil d'amarre	1,4 – 2 – 2,4 – 2,7 – 3 – 3,4 – 4		Grillage petite et grande faune

(Source : Cerema Est)

Annexe 7 - Caractéristiques des poteaux et recommandations techniques

Eléments techniques	Caractéristiques		Commentaires
Nature des matériaux	Acier dur galvanisé		Le plus courant hors zone urbaine
	Bois refendu (acacia, châtaignier)		Clôture provisoire, herbagère
	Bois tourné et traité classe III		Peu utilisé malgré ses qualités paysagères
	Béton avec ou sans bavolet (possibilité de le teinter dans la masse)		Peu utilisé, inesthétique
Traitement de protection	Plastification		Réservé éventuellement aux zones urbaines, aires de repos
	Galvanisation riche classe A		Protection minimum
	Alliage 95 % zinc + 5 % aluminium		Protection recommandée
	Bois traité classe III		Peu utilisé
Profil	En T, en creux, à section carrée, rectangulaire (fermée par soudure ou ouverte) ou tubulaire (fermée)		Le choix est guidé par le mode de fixation et d'ancrage au sol
Dimension de la section	En T : 46 x 46 x 2 mm pour H = 2,50 m maximum 50 x 50 x 6 mm pour H = 1,40 m 60 x 60 x 2 mm pour 2 m < H < 2,5 m 80 x 80 x 9 mm pour H = 1,40 m En creux : Ø 48 mm, épaisseur = 1,5 mm pour H = 1,40 m Ø 60 mm, épaisseur = 2 mm pour H = 1,40 m Bois tourné Ø 16 cm ou Bois refendu Ø 8 à 12 cm Béton : 7x7, 8x8, 10x10		Obturer par un capuchon (métal ou plastique résistant aux UV) Obturateur inutile si section ouverte
Distance entre 2 poteaux intermédiaires	4 à 6 m : chevreuil, cerf, daim 4 m : sanglier (+ broche tous les 2 m)		
Distance entre 2 poteaux de tension	50 m maxi : sanglier, chevreuil, cerf, daim		L'entraxe dépend de la topographie (raccourcir l'entraxe en terrain accidenté) et de la hauteur (4 m pour H = 2,5 m et 5 m pour H=1,4 m)
Hauteur	1,40 m standard "autoroute"		Recommandé en absence d'enjeux identifiés
	1,40 m sanglier		Clôture standard + fil de ronce en pied + broche tous les 2 m
	1,60 à 2,00 m chevreuil 2,45 à 2,80 m cerf (avec ou sans bavolet)		Clôture anti-gibier
Jambe de force	2 par poteau de tension, dans le plan du treillis (jambe de force cloutée ou sur embase)		La disposition perpendiculaire est très contraignante pour l'entretien
Fixation au sol*	Scellement au béton, dosé à 300 kg/m³ en pleine fouille (profondeur : 0,40 à 0,70 m selon la nature du terrain)		Solide, pose contraignante (confection d'une fosse, acheminement du béton)
	Sur embase métallique (bêche) mise en place par battage		Efficace en sol meuble et pose linéaire Rapidité de pose, économique, recyclable
Fixation du grillage	Par fil de tension	Nombre : 5 fils (pour H = 1,40 m) Ø : 2,5 mm à 2,7 m	Généralement réservé aux clôtures simples torsion
	Par languette à rabattre	Nombre : minimum 7 languettes rabattues. (H = 1,40 m)	Associé à des supports à section carrée placée sous fourreau
	A l'aide d'agrafe	Nombre : minimum 7 agrafes. (H = 1,40 m)	Associé à des supports tubulaires
	A l'aide de clou « crampon »	Nombre : minimum 7 clous (H = 1,40 m)	Sur poteau bois
	A l'aide de fil d'attache	Nombre : minimum 7 fils (H = 1,40 m)	

* : une douille prise dans le socle en béton peut dans certains cas faciliter le remplacement d'un poteau endommagé.

(Source : Cerema Est)

© 2019 - Cerema

Le Cerema, l'expertise publique pour le développement et la cohésion des territoires.

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au cœur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que se soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination et suivi d'édition › Cerema Infrastructures de transport et matériaux, Département de la valorisation technique, Pôle édition multimédia.

Mise en page › **Cerema Infrastructures de transport et matériaux**

Illustration couverture › © **Gérald TEKIELAK** - Cerema

ISBN : **978-2-37180-351-0**
ISSN : **2417-9701**
Gratuit

Éditions du Cerema
Cité des mobilités
25 avenue François Mitterrand
CS 92803
69674 Bron Cedex

Pour commander nos ouvrages › **www.cerema.fr**
Pour toute correspondance › Cerema - Bureau de vente - 2 rue Antoine Charial - CS 33927 - 69426 Lyon Cedex 03
ou par mail › bventes@cerema.fr

www.cerema.fr › Nos publications

La collection « Connaissances » du Cerema

Cette collection présente l'état des connaissances à un moment donné et délivre de l'information sur un sujet, sans pour autant prétendre à l'exhaustivité. Elle offre une mise à jour des savoirs et pratiques professionnelles incluant de nouvelles approches techniques ou méthodologiques. Elle s'adresse à des professionnels souhaitant maintenir et approfondir leurs connaissances sur des domaines techniques en évolution constante. Les éléments présentés peuvent être considérés comme des préconisations, sans avoir le statut de références validées.

Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage

Critères de choix et recommandations d'implantation

L'installation de clôtures le long des infrastructures routières répond à des enjeux de mise en sécurité des usagers vis à vis des collisions avec la grande faune, mais aussi de protection de la biodiversité pour certaines espèces, notamment les plus menacées de disparition. Aux abords des passages à faune, elles ont également pour objectif d'orienter la faune vers ces ouvrages.

Quatre critères sont à prendre en compte pour la mise en place efficace d'une clôture à faune : la hauteur, la dimension de la maille, l'emplacement et l'entretien. En effet, un même panneau de clôture peut avoir différentes dimensions de mailles, plus serrées sur le bas (pour prendre en compte la moyenne et petite faune). Il est également possible de superposer par agrafage plusieurs grillages à maillages différents afin de cibler la grande, moyenne et petite faune (amphibiens notamment).

Après un rappel des enjeux de sécurité et de biodiversité et des spécificités liées à la faune, cet ouvrage a pour objectif de présenter les caractéristiques et les usages des clôtures, les conditions de leur pose et de leur entretien.

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

Gratuit
ISSN : 2417-9701
ISBN : 978-2-37180-351-0

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - www.cerema.fr
Infrastructures de transport et matériaux - 110 rue de Paris - 77171 Sourdun - Tél. +33 (0)1 60 52 31 31
Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30