

MARCHE PUBLIC DE TRAVAUX

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

(CCTP)

Maître de l'ouvrage : État - Ministère des armées

Conducteur d'opération : Service d'infrastructure de la défense

Objet du marché : NICE (06) – PEILLE - MONT AGEL - Route de MONT AGEL - Réfection des accotements et murs de soutènement de la route de Mont -Agel



Table des matières

Article 1 : Objet des Travaux – Réfection de la Route d'Accès au Site de Mont Agel (06).....	3
Article 2 : Contrôle des Accès, Identification des Personnels et Véhicules, et Obligations Documentaires.....	11
Article 3 : Autorisation de Circulation pour Véhicules Hors Gabarit sur la Commune de La Turbie (06)	19
Article 4 : Études Supplémentaires en Phase Travaux – Responsabilités du Titulaire	25
Article 5 : Élagage, Débroussaillage et Abattage des Arbres.....	29
Article 6 : Purge des Déblais Liés à l'Érosion et aux Éboulis.....	36
Article 7 : Dépose et Évacuation de la Clôture Grillagée sur le Mur de Soutènement N°5.....	48
Article 8 : Dépose et Évacuation du Portail et de ses Poteaux à l'Entrée du Fort du Mont Agel	56
Article 9 : Réparation des Murs de Soutènement en Béton	64
Article 10 : Réparation des Murs de Soutènement en Pierre	78
Article 11 : Réalisation de Barrières Bois Démontables	92
Article 12 : Contrôle, Vérification et Maintenance des Barrières Bois Démontables	102
Article 13 : Mise en Œuvre de Grillages de Protection contre les Chutes de Pierres	108
Article 14 : Nettoyage des Glissières de Sécurité	121
Article 15 : Remise en peinture des Glissières de Sécurité (Couleur Blanche)	131
Article 16 : Mise en Place de Dispositifs Réfléchissants, Signalisation Montagne et Remplacement des Panneaux de Signalisation Routière	139
Article 17 : Mise en Place de Dispositifs de Numérotation sur les Ouvrages	152
Article 18 : Optimisation du Système Solaire et Remise en État des Équipements	160
Article 19 : Annexes	172

Article 1 : Objet des Travaux – Réfection de la Route d'Accès au Site de Mont Agel (06)

N° COSI : 440398

Intitulé de l'opération :

NICE (06) – PEILLE – MONT AGEL – Réfection de la route d'accès – Étape 1

1.1. Présentation Générale de l'Opération

1.1.1. Contexte et Localisation

- Maître d'ouvrage : Ministère des Armées (via l'établissement SID Sud Est).
- Localisation :
 - Département : Alpes-Maritimes (06).
 - Commune : Peille.
 - Site : Mont Agel (route militaire EAR943).
 - Bâtiment/Ouvrage : Route d'accès au site de Mont Agel (identification G2D : 0600883028S).
- Destination :
 - Route militaire unique permettant l'accès au Fort du Mont Agel (site stratégique du ministère des Armées).
 - Longueur totale : 3,8 km (route de montagne sinueuse avec 10 virages en épingle).
 - Environnement :
 - Zones escarpées avec murs de soutènement en amont et en aval.
 - Risques géotechniques : Éboulis, érosion, glissements de terrain.
 - Climat montagnard : Neige, gel, vent violent.

1.1.2. Enjeux et Objectifs

Les travaux visent à :

1. Sécuriser la route :
 - Protéger les usagers (militaires, civils) contre les chutes de pierres, éboulis et glissements de terrain.
 - Garantir la continuité de l'accès au site (enjeu stratégique).

2. Rénover les infrastructures :

- Réfection des murs de soutènement (béton et pierre).
- Mise aux normes des équipements de sécurité (glissières, barrières bois, filets).

3. Améliorer la signalisation :

- Signalisation hiver (panneaux, marquages).
- Visibilité nocturne (dispositifs réfléchissants).

4. Respecter les normes :

- Sécurité routière (NF P 98-100, Code de la route).
- Environnement (gestion des déchets, TRACKDECHETS).
- Militaire (sécurité des accès, confidentialité).

1.1.3. Durée et Échéances

- Durée totale des travaux : 12 mois (dont 3 mois de période de préparation (PP) exclus).
- Date prévisionnelle de livraison : 4ème trimestre 2027.
- Phasage :
 - Phase 1 (PP – 3 mois) : Études, préparation, autorisations.
 - Phase 2 (TVX – 9 mois) : Exécution des travaux.

1.2. Description Détaillée de l’Ouvrage

1.2.1. Caractéristiques de la Route

Caractéristique	Détail
Longueur	3,8 km.
Type de route	Route militaire à une voie, sinueuse (10 virages en épingle).
Revêtement	Enrobé vieillissant (fissures, faïençage) – À reprendre.
Pente moyenne	10 à 15 % (zones à forte déclivité).
Largeur de chaussée	3 à 4 mètres (variable selon les tronçons).
Accotements	Dégradés (érosion, végétation, déblais) – À purger et rénover.

Caractéristique	Détail
Murs de soutènement	Amont et aval sur chaque virage (hauteur : 2 à 8 mètres). Matériaux : Béton et pierre de taille.
Équipements de sécurité	Glissières métalliques, barrières bois, filets de protection, panneaux de signalisation.

1.2.2. Risques et Contraintes

Type de Risque	Description	Mesures Préventives
Éboulis et chutes de pierres	Talus instables, rochers non fixés.	Purge des déblais, pose de filets de sécurité, grillages plaqués.
Érosion des accotements	Ruissellement, absence de drainage.	Reprofilage des talus, pose de géotextiles et drains.
Glissements de terrain	Zones argileuses ou saturées en eau.	Étude géotechnique préalable, ancrages si nécessaire.
Corrosion des équipements	Glissières et barrières exposées aux intempéries.	Peinture anti-corrosion (NF EN ISO 12944-5), remplacement des éléments dégradés.
Visibilité réduite	Brouillard, neige, nuit.	Dispositifs réfléchissants (catadioptres, panneaux rétroréfléchissants).
Sécurité militaire	Accès restreint, contrôle des personnels.	Laissez-passer obligatoire, enquête administrative.

1.3. Synthèse Détaillée des Travaux à Réaliser

1.3.1. Travaux Préliminaires (Phase de Préparation – 3 mois)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Durée Estimée
Visite de site et diagnostic	Repérage des zones à traiter, relevés topographiques, inspection des murs et glissières.	NF P 91-100	2 semaines
Études géotechniques	Analyse de la stabilité des talus et des murs (méthode Fellenius/Bishop).	NF EN 1997-1	4 semaines

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Durée Estimée
DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux)	Repérage des réseaux enterrés (électricité, télécoms).	NF S70-003-1 et 2	2 semaines
Dossier de demande d'autorisations	Autorisations militaires, mairie, Enedis/RTE, DREAL.	Code de l'environnement	5 semaines
Préparation des installations de chantier	Base vie, stockage des matériaux, signalisation temporaire.	NF P 91-100	3 semaines

1.3.2. Travaux de Débroussaillage et Débarrassage (Phase TVX – Mois 1 à 2)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Débroussaillage	Élimination de la végétation (buissons, arbres morts) sur 7 à 10 m de part et d'autre de la route.	NF X 30-120	3,8 km x 8.5 m = 32 300 m ²	3 semaines
Débarrassage des déblais	Évacuation des déblais inertes (terres, pierres) et végétaux vers décharges agréées.	Arrêté du 08/12/2020	340 m ³	2 semaines
Purge des déblais derrière les murs	Retrait des déblais accumulés derrière les murs de soutènement (profondeur : 1 à 2 m).	DTU 40.35, NF P 94-500	3,8 km (linéaire)	4 semaines
Purge des déblais sur les collines	Nettoyage des talus en amont de la route (risque d'éboulis).	NF P 94-500	3,8 km x 10 m = 38 000 m ²	4 semaines

Matériel nécessaire :

- Débroussailleuses thermiques (NF EN 60335-1).
- Pelles mécaniques (NF EN 474-1).
- Benne à déblais (20 m³).
- Camions benne pour l'évacuation.

1.3.3. Travaux de Sécurisation des Accotements et Talus (Phase TVX – Mois 2 à 4)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Pose de filets de sécurité	Filets métalliques (maille 60 x 80 mm, NF EN 10244-2) pour retenir les éboulis.	NF EN 10244-2	3,8 km (linéaire)	3 semaines
Ancrages des filets	Barres d'ancrage B500B (NF A 35-080) scellées au coulis (C20/25, NF P 18-500).	NF A 35-080, NF P 18-500	760 ancrages	2 semaines
Reprofilage des talus	Pente ≤ 33 % pour éviter les glissements.	NF P 94-500	3,8 km	2 semaines
Pose de géotextiles	Stabilisation des talus (NF EN ISO 10318) + drainage (tuyaux NF EN 877).	NF EN ISO 10318, NF EN 877	3 800 m ²	2 semaines

1.3.4. Travaux de Réfection des Murs de Soutènement (Phase TVX – Mois 4 à 6)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Réparation des murs en béton	Ragréage des zones altérées, injection de coulis (NF P 18-500).	NF EN 1504-3, NF P 18-500	10 murs	4 semaines
Réparation des murs en pierre	Dépose intégrale des murs en pierre sèche (drainage, ballast) et reconstruction. Rejointoiement (chaux NHL 3.5, NF EN 459-1), remplacement des pierres décollées.	NF EN 459-1, DTU 40.35	10 murs	4 semaines
Pose de grillages de protection	Grillage plaqué (NF EN 10244-2) sur les parois verticales (hauteur : 3 à 5 m).	NF EN 10244-2	1 500 m ²	3 semaines

1.3.5. Travaux de Pose de Barrières Bois (Phase TVX – Mois 6 à 7)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Dépose des anciennes barrières	Démontage des barrières bois existantes (hauteur : 140 cm).	DTU 40.35	850 m	2 semaines
Forage et scellement des poteaux	Poteaux HEB 140 (NF EN 10025-2) scellés au coulis (C20/25) – Forage $\varnothing 200$ mm, profondeur 1,5 m.	NF P 18-500, NF EN 10025-2	425 poteaux	3 semaines
Pose des madriers en bois	Madriers 100 x 50 mm (classe 3/4, NF EN 335), traités hydrofuge (NF EN 351).	NF EN 335, NF EN 351	850 m	2 semaines

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Pose des câbles de renfort	Câbles galvanisés (Ø10 mm, NF EN 12385) pour renforcer la stabilité.	NF EN 12385, NF D 62-002	850 m	1 semaine

1.3.6. Travaux sur les Glissières de Sécurité (Phase TVX – Mois 7 à 8)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Nettoyage des glissières	Remplacement et dépoussiérage, lavage haute pression (NF EN 1829), dégraissage.	NF EN 1829, NF EN 15687-1	3 500 m	2 semaines
Remis en peinture des glissières	Remplacement et peinture blanche anti-corrosion (NF EN ISO 12944-5, épaisseur 200 µm).	NF EN ISO 12944-5	850 m	1 semaine
Pose de catadioptrés	Dispositifs réfléchissants classe 2 (NF EN 12899-1) – Espacement : 2 à 3 m.	NF EN 12899-1	3 500 m	1 semaine

1.3.7. Travaux de Signalisation (Phase TVX – Mois 8 à 9)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Signalisation hiver	Panneaux "Chaînes à neige obligatoires", marquage au sol rétroréfléchissant (NF P 98-100).	NF P 98-100, Code de la route	10 panneaux + marquage	1 semaine
Remplacement des panneaux	Panneaux dégradés (virages, pentes, chutes de pierres) – Classe 2 rétroréfléchissante.	NF P 98-100, NF EN 12899-1	20 panneaux	2 semaines

1.3.8. Travaux Complémentaires (Phase TVX – Mois 9 à 12)

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Mise en place de numérotation des ouvrages	Plaques métalliques 200 x 100 mm (4 chiffres) pour identification des murs, glissières, etc.	NF P 91-100, NF EN ISO 12944-5	50 plaques	1 semaine

Type de Travaux	Description	Normes Applicables	Quantité	Durée Estimée
Optimisation du système solaire	Autonomie de 10 jours sans ensoleillement pour la barrière automatique.	NF C 15-712, NF EN 62109	1 système	2 semaines
Remise en état du local technique	Peinture anti-corrosion (NF EN ISO 12944-5) + réglage des charnières.	NF EN ISO 12944-5, NF EN 12080	1 local	1 semaine
Remise en état de la barrière manuelle	Nettoyage, peinture, réglage des mécanismes.	NF EN 1317, NF EN ISO 12944-5	1 barrière	1 semaine

1.4. Planning Prévisionnel Global (12 mois)

Période	Travaux	Durée	Dépendances
Période de Préparation (PP – 3 mois)	Études, autorisations, préparation du chantier.	3 mois	-
Travaux (TVX – 9 mois)			
	Débroussaillage et débarrassage.	5 semaines	PP
	Purge des déblais (murs, collines).	8 semaines	PP
	Pose de filets de sécurité.	3 semaines	Purge des déblais
	Réfection des murs de soutènement.	8 semaines	PP
	Pose de barrières bois.	6 semaines	Purge des déblais
	Nettoyage et remise en peinture des glissières et ou remplacement.	3 semaines	pp
	Signalisation (hiver, panneaux).	3 semaines	PP
	Travaux complémentaires (numérotation, système solaire, local technique, barrière manuelle).	6 semaines	PP + Travaux principaux
Total	12 mois (3 mois PP + 9 mois TVX).	12 mois	-

1.5. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Application
Travaux routiers	NF P 98-100	Signalisation, marquage, sécurité.
Murs de soutènement	DTU 40.35, NF EN 1996-1 (Eurocode 6)	Réparation, stabilité, matériaux.
Barrières bois	DTU 40.35, NF EN 335	Pose, matériaux, fixation.
Glissières de sécurité	NF EN 1317	Normes de résistance et de pose.
Signalisation routière	Code de la route (art. R417-9 à R417-12)	Panneaux, marquages, dispositifs réfléchissants.
Gestion des déchets	Arrêté du 08/12/2020	Tri, évacuation, traçabilité (TRACKDECHETS).
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	EPI, signalisation temporaire.
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Protection des milieux naturels, gestion des eaux.
Travaux en site militaire	Règlement de sécurité militaire	Contrôle des accès, enquête administrative.

1.6. Responsabilités et Contrôles

1.6.1. Responsabilités du Titulaire

Toutes les dimensions et quantités mentionnées sont fournies à titre indicatif. Il revient au titulaire de procéder à ses propres relevés afin de réaliser les prestations décrites ci-dessous. L'entrepreneur ou le groupement ne pourra en aucun cas se prévaloir d'éventuelles imprécisions dans les documents transmis ou d'omissions pour justifier la non-exécution partielle ou totale des ouvrages nécessaires au parfait achèvement et au bon fonctionnement des installations.

Le titulaire est responsable de :

- L'exécution des travaux conformément aux normes et au CCTP.
- La sécurité des travailleurs et des usagers (port des EPI, signalisation).
- La traçabilité des déchets (TRACKDECHETS, BSDD).
- La qualité des ouvrages (contrôles qualité, conformité).
- Le respect des délais (12 mois).

1.6.2. Contrôles et Validation

- Autocontrôle :
 - Vérification quotidienne des travaux (fiches de contrôle, photos).
 - Test de conformité (résistance des murs, stabilité des barrières, etc.).
- Contrôle indépendant :
 - Organisme agréé pour valider :
 - La conformité des travaux (NF P 98-100, DTU 40.35).
 - La sécurité des ouvrages (NF EN 1317, NF EN 1996-1).
 - La traçabilité des déchets (TRACKDECHETS).

Article 2 : Contrôle des Accès, Identification des Personnels et Véhicules, et Obligations Documentaires

(Applicable aux travaux en enceinte militaire ou site sécurisé)

2.1. Objet

Le présent article définit les modalités de contrôle des accès, les obligations du titulaire en matière de fourniture de documents, d'identification des personnels et véhicules, ainsi que les consignes de sécurité à respecter pour les travaux réalisés dans une enceinte militaire ou un site sécurisé.

Il précise notamment :

- Les procédures d'accès pour les personnels et véhicules.
- Les documents à fournir à chaque étape du marché (préparation, exécution, réception).
- Les horaires de travail et les contraintes spécifiques aux sites militaires.
- Les sanctions en cas de non-respect des obligations.

2.2. Contrôle des Accès

2.2.1. Laissez-Passer Obligatoire

- Obligation :

Tous les personnels (titulaire, sous-traitants, prestataires) doivent être munis d'un laissez-passer délivré par le maître d'ouvrage (ou son représentant) durant la période de préparation.

 - Le laissez-passer comporte :
 - Une photographie récente du titulaire.

- Les renseignements d'identité (nom, prénom, date et lieu de naissance).
- Le numéro et lieu d'établissement de la carte d'identité (ou titre de travail pour les ouvriers étrangers).
- Validité : Le laissez-passer est valable uniquement pour la durée des prestations du personnel concerné.
- Contrôles inopinés :
 - Le maître d'ouvrage ou l'inspection du travail peut effectuer des contrôles aléatoires pour vérifier la corrélation entre les laissez-passer et le registre unique du personnel.
 - Sanction : En cas de non-conformité (laissez-passer périmé, absence de laissez-passer, ou discordance avec le registre), l'accès au site sera refusé, et des pénalités pourront être appliquées (voir 2.7. Sanctions).
- Restitution :
 - Les laissez-passer doivent être restitués au maître d'ouvrage dès la fin des prestations du personnel concerné.

2.2.2. Enquête Administrative de Sécurité

- Obligation préalable :
 - Avant le début des travaux, tous les personnels devant intervenir sur le site font l'objet d'une enquête administrative de sécurité dont les modalités sont précisées au 1.4 ainsi que dans l'annexe 1 du CCAP.
- Refus d'accès :
 - Tout personnel n'ayant pas satisfait à l'enquête administrative se verra refuser l'accès au site.
 - Aucun recours ne sera possible, et le titulaire ne pourra prétendre à un supplément financier pour compenser ce refus.

2.3. Pièces à Fournir par le Titulaire

2.3.1. Pendant la Période de Préparation

Le titulaire doit fournir, avant le début des travaux, les documents suivants :

Document	Contenu	Norme/Référence	Délai
Liste des véhicules	Marque, type, immatriculation, attestation d'assurance, carte grise.	Code de la route	21 jours avant intervention

Document	Contenu	Norme/Référence	Délai
Liste des personnels	Nom, prénom, date/lieu de naissance, adresse, copie de la pièce d'identité, fonction.	CCAP (art. 8.1)	21 jours avant intervention
Demandes de contrôle primaire et déclarations individuelles	Se référer aux documents	Annexe 2 et 3 du CCAP)	2 mois avant intervention
Plan des installations de chantier	Implantation des bureaux, stockages, voies d'accès.	NF P 91-100	Avant validation MOA
Fiches techniques des matériels	Caractéristiques des engins, outils, et équipements prévus.	Normes constructeur	Avant commande
Calendrier d'exécution des travaux	Planning détaillé par lot, incluant les phases critiques.	CCAG Travaux 2021	Avant validation MOA

⚠ Note :

- Les travaux ne pourront débuter qu'après validation écrite par le maître d'œuvre, le bureau de contrôle, et/ou le CSPS (Coordinateur Sécurité et Protection de la Santé) des documents ci-dessus.
- Toute exécution prématurée (sans validation préalable) se fera sous la seule responsabilité du titulaire, et les modifications demandées seront entièrement à sa charge, y compris les conséquences sur le planning.

2.3.2. Avant l'Exécution des Travaux

Le titulaire doit fournir, avant le démarrage des travaux, les documents suivants :

Document	Contenu	Norme/Référence
Actes spéciaux des sous-traitants	Contrats de sous-traitance (directe et indirecte). Délai de traitement : 21 jours.	CCAG Travaux 2021 (art. 30)
Plans d'exécution	Plans détaillés des ouvrages à réaliser, conformes aux normes en vigueur.	NF P 02-100
Plans de détail	Plans des éléments spécifiques (armatures, fixations, etc.).	NF EN ISO 7519
Notes de calcul	Justifications des dimensionnements, résistances, et stabilités.	Eurocodes (NF EN 1990 à 1999)
Plans de réservations	Emplacements des ancrages, passages de gaines, etc.	NF P 02-100

Document	Contenu	Norme/Référence
Schéma divers	Schémas électriques, hydrauliques, ou thermiques (si applicable).	Normes spécifiques
Avis techniques	Avis sur les matériaux, matériels et procédés proposés.	NF EN ISO 9001
Documentations commerciales/techniques	Fiches produits, certificats de conformité, échantillons.	Normes constructeur
Classement de certification	Certificats délivrés par des organismes agréés (ex. : CSTB, AFCAB, QUALIBAT).	NF EN 45011
Attestations d'assurance	Assurances décennale et biennale, couvrant la responsabilité illimitée en dommages corporels.	CCAP (art. 25)
Attestations de garantie	Garantie décennale (pour les ouvrages) et biennale (pour les équipements).	CCAG Travaux 2021

2.3.3. En Cours d'Exécution

Sur demande du maître d'œuvre, le titulaire doit fournir :

- Les notes de calcul, plans et détails nécessaires au bon déroulement du chantier.
- Les documents pour le Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage (DIUO).

2.3.4. Après Achèvement des Travaux – Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

À la demande de réception, le titulaire doit remettre :

- 1 exemplaire papier + 1 exemplaire numérique (clé USB ou support équivalent) du Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE), incluant :
 - Plans conformes à l'exécution (avec modifications éventuelles).
 - Notes de calcul définitives.
 - Fiches techniques des matériaux utilisés.
 - Certificats de conformité.
 - Photos des ouvrages (avant/après).
 - Procès-verbaux de réception.

2.4. Modalités d'Accès dans l'Enceinte Militaire

2.4.1. Consignes Générales

- Respect des consignes de sécurité :
 - Tous les intervenants doivent se conformer aux règles de sécurité imposées par les autorités militaires.
 - Port des EPI obligatoire (casque, chaussures de sécurité, gilet haute visibilité si nécessaire).
- Contrôle d'accès :
 - Vérification systématique des laissez-passer et des pièces d'identité à l'entrée du site.
 - Refus d'accès en cas de non-présentation des documents ou de non-respect des consignes.

2.4.2. Visite Préalable Obligatoire

- Obligation :
 - Le titulaire doit se rendre sur place pour une visite des lieux avant l'établissement de son offre.
 - Objectif : Prendre connaissance des sujétions spécifiques (accès, environnement, contraintes techniques).
- Matériel à prévoir :
 - Outils de mesure (pour estimer les métrés).
 - EPI (casque, chaussures de sécurité).
- Liste des participants :
 - Le titulaire doit communiquer au chargé de projet du SID (Service d'Infrastructure de la Défense) :
 - La liste des personnes assistant à la visite.
 - Une copie de leur pièce d'identité.

Très Important :

- Le titulaire ne pourra en aucun cas demander des financements complémentaires si son estimation est erronée (ex. : refus d'accès pour un personnel, travaux supplémentaires non prévus).
- Toutes les sujétions liées au site (accès difficile, environnement contraignant) doivent être prises en compte dans l'offre initiale.

2.5. Horaires de Travail

2.5.1. Horaires Standard

A la demande de la Moe, les horaires sont susceptibles d'évoluer. À la demande de la MOE, les horaires peuvent être amenés à évoluer, et le titulaire est tenue de s'adapter à ces exigences.

Les travaux doivent être réalisés aux horaires suivants :

- Du lundi au vendredi : 6h00 – 19h00.
- Possibilité de travailler le samedi (avec une autorisation)
- Travaux préparatoires :
 - Doivent être réalisés uniquement pendant ces horaires.

2.5.2. Travaux en Dehors des Horaires Standard

- Travaux de nuit ou en week-end :
 - Le titulaire doit estimer dans son offre le nombre d'heures nécessaires en dehors des horaires standard.
 - Aucun supplément financier ne sera accordé pour ces travaux.
- Justification :
 - Les travaux en dehors des horaires doivent être dûment justifiés (ex. : impératifs de sécurité, contraintes techniques).
 - Autorisation préalable du maître d'ouvrage obligatoire.

2.6. Identification des Personnels

2.6.1. Liste des Personnels

- Transmission obligatoire :
 - 21 jours au plus tard avant l'intervention, le titulaire doit fournir au maître d'ouvrage :
 - Une liste tamponnée, signée et datée des personnels intervenant sur le site.
 - Contenu de la liste :

Information	Exemple
Désignation de l'entreprise	"Entreprise XYZ"
Lieu et objet des travaux	"Chantier A – Réfection mur N°5"

Information	Exemple
Durée d'intervention	"Du 01/06/2026 au 15/06/2026"
Identité des personnes	Nom, prénom, date/lieu de naissance, adresse
Numéro de pièce d'identité	"CNI 123456789 – Délivrée à [Préfecture]"

- Pièces jointes :
 - Copie lisible des pièces d'identité (CNI, passeport, carte de séjour pour les étrangers).
- Mise à jour :
 - Toute modification (ajout/suppression de personnel) doit être signalée au maître d'ouvrage.
 - L'ancienne liste est annulée et remplacée par la nouvelle version.

2.7. Identification des Véhicules

2.7.1. Liste des Véhicules

- Transmission obligatoire :
 - 21 jours au plus tard avant l'intervention, le titulaire doit fournir au maître d'ouvrage :
 - Une liste tamponnée, signée et datée des véhicules intervenant sur le site.
 - Contenu de la liste :

Information	Exemple
Désignation de l'entreprise	"Entreprise XYZ"
Lieu et objet des travaux	"Chantier A – Réfection mur N°5"
Durée d'intervention	"Du 01/06/2026 au 15/06/2026"
Marque, type, immatriculation	"Renault Master – AB-123-CD"

- Pièces jointes :
 - Copie lisible du certificat d'assurance (en cours de validité).
 - Copie lisible du certificat d'immatriculation (carte grise).
 - Copie du certificat de contrôle technique (si applicable).
- Mise à jour :
 - Toute modification (ajout/suppression de véhicule) doit être signalée au maître d'ouvrage.
 - L'ancienne liste est annulée et remplacée par la nouvelle version.

2.8. Obligations du Titulaire

2.8.1. Respect des Consignes

Le titulaire s'engage à :

- Former son personnel aux règles de sécurité du site militaire.
- Vérifier que tous les intervenants (titulaire et sous-traitants) possèdent un laissez-passer valide.
- Respecter les horaires de travail (6h00-19h00 du lundi au vendredi).
- Signaler toute anomalie (accès refusé, matériel défectueux, etc.) au maître d'ouvrage.

2.8.2. Responsabilité en Cas de Manquement

Le titulaire est responsable de :

- L'exactitude des informations transmises (listes des personnels/véhicules, pièces d'identité).
- La conformité des documents fournis (plans, notes de calcul, attestations).
- Le respect des délais de transmission (21 jours avant intervention).

2.9. Sanctions en Cas de Non-Respect

Manquement	Référence Légale
Absence de laissez-passer	CCAG Travaux 2021 (art. 18)
Non-fourniture des documents	Art. 4.3.1 du CCAP
Non-respect des horaires	CCAG Travaux 2021 (art. 18)
Fausse déclaration (personnel/véhicule)	Code pénal (art. 441-1)
Travaux non autorisés	CCAG Travaux 2021 (art. 45)

Article 3 : Autorisation de Circulation pour Véhicules Hors Gabarit sur la Commune de La Turbie (06)

(Accès à la Route du Mont Agel – Poids Lourds, Convois Exceptionnels, etc.)

3.1. Objet

Le présent article définit les modalités d'obtention d'autorisation de circulation pour les véhicules hors gabarit (poids lourds, convois exceptionnels, engins de chantier, etc.) transitant par la commune de La Turbie (06) afin d'accéder à la route du Mont Agel. Cette autorisation est obligatoire pour :

- Garantir la sécurité routière sur les voies communales.
- Respecter la réglementation locale (arrêtés municipaux, Code de la route).
- Éviter les perturbations (trafic, dégradations des infrastructures).
- Faciliter l'accès au chantier pour le titulaire du marché.

Contexte spécifique :

- Itinéraire obligatoire : Pour accéder à la route du Mont Agel, les véhicules doivent traverser la commune de La Turbie.
- Restrictions locales :
 - Gabarit standard : Les véhicules hors gabarit (largeur > 2,55 m, hauteur > 4 m, longueur > 12 m, poids > 44 tonnes) nécessitent une autorisation préalable.
 - Convois exceptionnels : Tout transport indivisible (ex. : engins de chantier, éléments préfabriqués) doit être déclaré.
- Véhicules concernés :
 - Poids lourds (camions, bennes, grues).
 - Convois exceptionnels (longueur > 20 m, largeur > 3 m, hauteur > 4,30 m).
 - Engins de chantier (pelles, foreuses, nacelles).

3.2. Réglementation Applicable

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Circulation des véhicules hors gabarit	Arrêté municipal de La Turbie	Autorisation obligatoire pour les véhicules dépassant les gabarits standard.
Transport exceptionnel	Arrêté du 04/05/2006	Déclaration préalable pour les convois indivisibles (poids > 44 t, dimensions > gabarit).

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Signalisation des convois	Code de la route (art. R417-17)	Panneaux "Convoi exceptionnel" (K26), gyrophares, accompagnement par véhicule pilote.
Sécurité routière	Code de la route (art. R413-8)	Vitesse limitée, interdiction de circuler de nuit (sans dérogation).
Responsabilité du titulaire	CCAG Travaux 2021 (art. 18)	À la charge du titulaire : Démarches, coûts, respect des consignes.
Sanctions	Code de la route (art. R413-19)	Amende (jusqu'à 1 500 €) + immobilisation du véhicule en cas de non-respect.

3.3. Véhicules Concernés et Gabarits

Type de Véhicule	Gabarit Standard (sans autorisation)	Gabarit Hors Norme (autorisation obligatoire)	Exemples
Poids lourds	PTAC $\leq$ 44 t, longueur $\leq$ 12 m, largeur $\leq$ 2,55 m	PTAC $>$ 44 t, longueur $>$ 12 m, largeur $>$ 2,55 m	Camions benne, grues mobiles, porte-engins.
Convois exceptionnels	-	Longueur $>$ 20 m, largeur $>$ 3 m, hauteur $>$ 4,30 m	Transport de machines, éléments préfabriqués, poutres.
Engins de chantier	Largeur $\leq$ 2,55 m, hauteur $\leq$ 4 m	Largeur $>$ 2,55 m, hauteur $>$ 4 m	Pelles hydrauliques, foreuses, nacelles élévatrices.
Véhicules spéciaux	-	Tout véhicule non conforme aux normes standard	Véhicules militaires, engins de déneigement.

3.4. Procédure d'Obtention de l'Autorisation

3.4.1. Démarches Préalables

1. Identifier les véhicules hors gabarit :
 - Lister tous les véhicules (poids lourds, engins, convois) nécessaires pour le chantier.
 - Vérifier leurs dimensions et poids (fiche technique constructeur).
2. Vérifier les itinéraires :
 - Repérer les routes concernées à La Turbie (ex. : D2202, D6007).
 - Identifier les points critiques (ponts, tunnels, virages serrés).
3. Contacter la mairie de La Turbie :

- Service concerné : Service Voirie et Circulation ou Police Municipale.
- Coordonnées :
 - Mairie de La Turbie

3.4.2. Dossier de Demande d'Autorisation

Le titulaire doit fournir un dossier complet au moins 30 jours avant le début des circulations. Ce dossier comprend :

Document	Description	Obligatoire	Norme/Référence
Lettre de demande	Objet : Demande d'autorisation de circulation pour véhicules hors gabarit. Signée par le titulaire.	✓	-
Liste des véhicules	Modèle, immatriculation, dimensions (L x l x h), PTAC, type de chargement.	✓	Arrêté du 04/05/2006
Fiche technique des véhicules	Fiche constructeur précisant les gabarits et le poids.	✓	-
Itinéraire détaillé	Tracé précis (carte IGN ou Google Maps) avec points de départ/arrivée.	✓	Code de la route
Attestation d'assurance	Assurance responsabilité civile (valide pour la durée des travaux).	✓	Code des assurances
Certificat de conformité	Pour les convois exceptionnels : Certificat de conformité aux normes européennes.	✓ (si applicable)	Arrêté du 04/05/2006
Plan de signalisation	Schéma des panneaux et véhicules pilotes pour les convois exceptionnels.	✓ (si convoi)	Code de la route (art. R417-17)
Engagement de respect des consignes	Document signé par le titulaire s'engageant à respecter les règles de circulation.	✓	-

3.4.3. Transmission du Dossier

- Mode de transmission :
 - Par courrier recommandé avec accusé de réception (pour preuve).
 - Par email (avec accusé de lecture) + version papier (si exigé par la mairie).
- Délai de traitement :
 - 15 jours minimum avant la date de circulation prévue.

- Délai variable selon la complexité du dossier (prévoyez 3 semaines pour les convois exceptionnels).

3.4.4. Validation et Réception de l'Autorisation

- Réponse de la mairie :
 - Accord : Autorisation écrite avec conditions spécifiques (horaires, itinéraire, accompagnement).
 - Refus : Motifs détaillés (ex. : itinéraire non adapté, gabarit trop important).
 - Silence : Pas de réponse sous 15 jours → Relancer la mairie.
- Validité de l'autorisation :
 - Durée limitée : Généralement valable pour la durée du chantier (à préciser dans la demande).
 - Renouvellement : À demander en cas de prolongation des travaux.

3.5. Consignes de Circulation

3.5.1. Pour les Poids Lourds

- Gabarit autorisé :
 - Longueur max. : 12 m (sans autorisation), > 12 m avec autorisation.
 - Largeur max. : 2,55 m (sans autorisation), > 2,55 m avec autorisation.
 - Hauteur max. : 4 m (sans autorisation), > 4 m avec autorisation.
 - PTAC max. : 44 t (sans autorisation), > 44 t avec autorisation.
- Consignes spécifiques :
 - Respecter les limitations de vitesse (généralement 50 km/h en agglomération).
 - Éviter les heures de pointe (7h-9h, 16h-18h).
 - Signalisation obligatoire :
 - Panneau "Poids lourd" (si PTAC > 3,5 t).
 - Gyrophares (si convoi ou véhicule lent).

3.5.2. Pour les Convois Exceptionnels

- Définition :
 - Convoi indivisible : Transport d'un élément non démontable (ex. : machine, poutre).
 - Gabarit : Longueur > 20 m ou largeur > 3 m ou hauteur > 4,30 m ou PTAC > 44 t.

- Consignes spécifiques :
 - Accompagnement obligatoire :
 - 1 véhicule pilote (devant) + 1 véhicule suiveur (derrière).
 - Panneaux "Convoi exceptionnel" (K26) à l'avant et à l'arrière.
 - Interdiction de circuler :
 - De nuit (sans dérogation spécifique).
 - Les jours fériés et week-ends (sauf autorisation expresse).
 - Vitesse maximale : 30 km/h (ou moins selon l'itinéraire).

3.5.3. Pour les Engins de Chantier

- Consignes générales :
 - Respecter les gabarits (largeur ≤ 3 m, hauteur ≤ 4 m).
 - Équipement obligatoire :
 - Gyrophares (si vitesse < 40 km/h).
 - Panneaux de signalisation (si engin dépassant).
 - Interdiction de stationner sur la voie publique.

3.6. Obligations du Titulaire

3.6.1. Avant les Travaux

Le titulaire doit :

1. Identifier tous les véhicules hors gabarit nécessaires au chantier.
2. Vérifier les itinéraires avec la mairie de La Turbie.
3. Constituer et transmettre le dossier de demande 15 jours avant le début des circulations.
4. Obtenir l'autorisation écrite avant toute circulation.

3.6.2. Pendant les Travaux

Le titulaire doit :

1. Respecter les conditions de l'autorisation :
 - Itinéraire imposé.
 - Horaires autorisés.

- Signalisation obligatoire.
- 2. Informer la mairie de tout changement (nouveau véhicule, modification d'itinéraire).
- 3. Assurer la sécurité :
 - Vérifier les EPI des conducteurs (casque, gilet haute visibilité).
 - Former les conducteurs aux règles de circulation locales.
- 4. Documenter les circulations :
 - Registre des passages (date, heure, véhicule, conducteur).
 - Preuves de l'autorisation (à conserver sur le chantier).

3.6.3. Après les Travaux

Le titulaire doit :

1. Restituer les autorisations à la mairie de La Turbie.
2. Archiver les documents (dossier de demande, autorisation, registre des passages) pendant 5 ans.

3.7. Sanctions en Cas de Non-Respect

Manquement	Sanction	Référence Légale
Circulation sans autorisation	Amende (jusqu'à 1 500 €) + immobilisation du véhicule.	Code de la route (art. R413-19)
Non-respect des gabarits autorisés	Amende (jusqu'à 750 €) + retrait de l'autorisation.	Arrêté du 04/05/2006
Non-respect des horaires	Amende (jusqu'à 1 500 €) + suspension de l'autorisation.	Code de la route (art. R413-8)
Absence de signalisation	Amende (jusqu'à 1 500 €) + responsabilité en cas d'accident.	Code de la route (art. R417-17)
Faux dans le dossier de demande	Annulation de l'autorisation + poursuites pénales (faux et usage de faux).	Code pénal (art. 441-1)

3.8. Coûts et Responsabilités Financières

- Frais de dossier :
 - Gratuit pour les demandes standard (poids lourds).
 - Payant pour les convois exceptionnels (tarif variable selon la commune, à la charge du titulaire).

- Frais de signalisation :
 - Location de panneaux (si nécessaire) : À la charge du titulaire.
 - Véhicules pilotes : À la charge du titulaire (si non fournis par la mairie).
- Frais de contrôle :
 - Vérification par la police municipale : À la charge du titulaire en cas de non-conformité.

3.9. Contacts Utiles

Service	Rôle
Mairie de La Turbie	Délivrance des autorisations de circulation.
Police Municipale	Contrôle des convois et respect des règles.
DREAL PACA	Autorisation pour les convois exceptionnels sur les routes départementales.
Gendarmerie Nationale	Sécurité et contrôle des véhicules hors gabarit.

Article 4 : Études Supplémentaires en Phase Travaux – Responsabilités du Titulaire

4.1. Objet

Le présent article définit les obligations du titulaire en matière de réalisation d'études supplémentaires en phase travaux. Il précise que :

- Toute étude supplémentaire nécessaire à la bonne exécution des travaux sera à la charge exclusive du titulaire.
- Aucun réajustement financier de l'offre initiale ne pourra être demandé.
- Aucune prolongation du délai d'exécution ne pourra être accordée pour ce motif.

4.2. Portée et Définitions

- Étude supplémentaire :
Toute étude, analyse, diagnostic, calcul, ou expertise non prévue dans l'offre initiale mais nécessaire pour garantir la conformité, la sécurité ou la faisabilité technique des travaux sera à la charge exclusive du titulaire.

Exemples :

- Études géotechniques complémentaires (stabilité des sols, risques d'éboulement).

- Analyses de résistance des matériaux (contrôles non destructifs, essais de charge).
- Diagnostics de sécurité (vérification de la conformité des ouvrages existants).
- Calculs de dimensionnement supplémentaires (adaptation aux contraintes du site).
- Phase travaux :
Période comprise entre la réception du bon de commande et la réception définitive des travaux.

4.3. Obligations du Titulaire

4.3.1. Réalisation des Études à sa Charge

Le titulaire s'engage à :

1. Identifier en amont les besoins potentiels en études supplémentaires lors de la visite préalable du site et de l'analyse des documents du marché.
2. Prévoir dans son offre initiale les moyens humains, techniques et financiers pour anticiper et couvrir les études supplémentaires prévisibles.
3. Assumer l'intégralité des coûts liés à la réalisation de toute étude supplémentaire non prévue dans l'offre initiale, y compris :
 - Les frais de personnel (ingénieurs, techniciens).
 - Les frais de matériel (appareils de mesure, logiciels).
 - Les frais de sous-traitance (laboratoires agréés, bureaux d'études).
 - Les frais de déplacement et frais logistiques.

4.3.2. Intégration dans les Délais Contractuels

Le titulaire reconnaît et accepte que :

- Les études supplémentaires doivent être réalisées dans les délais impartis par le marché.
- Aucune prolongation de délai ne sera accordée pour la réalisation de ces études, même si elles n'étaient pas prévues initialement.
- Le calendrier d'exécution soumis avec l'offre doit intégrer une marge pour absorber les aléas liés aux études supplémentaires.

4.3.3. Absence de Réajustement de l'Offre

Le titulaire s'engage à ne pas demander :

- Un réajustement financier de son offre pour couvrir les coûts des études supplémentaires.
- Une révision du prix du marché, quel que soit le motif (complexité imprévue, aléas techniques, etc.).
- Une indemnisation complémentaire pour les travaux liés à ces études.

4.4. Exclusions et Limites

Les dispositions du présent article ne s'appliquent pas aux études supplémentaires imposées par :

1. Une modification du marché décidée par le maître d'ouvrage (auquel cas les coûts et délais supplémentaires seront négociés selon les clauses du CCAP).
2. Un cas de force majeure (au sens de l'article 1218 du Code civil), dûment justifié et reconnu par le maître d'ouvrage.
3. Une erreur ou omission du maître d'ouvrage dans les documents du marché (plans, notices techniques, etc.), prouvée par le titulaire et validée par un expert indépendant.

4.5. Sanctions en Cas de Non-Respect

En cas de non-respect des obligations définies dans le présent article, le titulaire s'expose à :

Manquement	Sanction	Référence Légale
Refus de réaliser une étude supplémentaire	Résiliation du marché pour manquement aux obligations contractuelles.	CCAG Travaux 2021 (art. 45)
Demande de réajustement financier	Rejet systématique + pénalités de retard (jusqu'à 10 % du montant du marché).	CCAG Travaux 2021 (art. 19)
Demande de prolongation de délai	Rejet systématique + pénalités de retard (jusqu'à 1 500 € par jour de retard).	CCAG Travaux 2021 (art. 18)
Retard dans la réalisation des études	Pénalités de retard (selon le barème du CCAP).	CCAG Travaux 2021 (art. 18)

4.6. Modalités d'Application

4.6.1. Procédure en Cas de Besoin d'Étude Supplémentaire

1. Identification du besoin :
 - Le titulaire doit informer immédiatement le maître d'œuvre de la nécessité d'une étude supplémentaire.
 - Transmettre un mémoire justificatif détaillant :
 - La nature de l'étude.
 - Les raisons techniques (aléas, contraintes imprévues).
 - Le coût estimé et le délai de réalisation.
2. Validation par le maître d'œuvre :
 - Le maître d'œuvre vérifie la pertinence de l'étude et confirme par écrit sa nécessité.

- Aucune validation ne vaut accord pour un réajustement financier ou une prolongation de délai.

3. Réalisation de l'étude :

- Le titulaire engage les moyens nécessaires pour réaliser l'étude dans les délais contractuels.
- Transmettre les résultats au maître d'œuvre sous 48h (sauf délai spécifique convenu).

4.6.2. Preuves et Traçabilité

Le titulaire doit conserver :

- Les rapports d'études (avec dates, signatures, et résultats).
- Les factures des prestataires externes (laboratoires, bureaux d'études).
- Les échanges écrits avec le maître d'œuvre (emails, courriers).

4.7. Clauses Complémentaires

4.7.1. Responsabilité du Titulaire

Le titulaire garantit que :

- Les études supplémentaires seront réalisées conformément aux normes en vigueur (NF, EN, ISO).
- Les résultats des études seront intégrés dans les travaux sans impact sur la qualité ou la sécurité.
- Les coûts des études seront prisés dans son offre initiale ou assumés sans compensation.

4.7.2. Cas Particuliers

- Études imposées par la réglementation (ex. : diagnostic amiante, contrôle de conformité) :
 - Si ces études n'étaient pas identifiables lors de la remise de l'offre, le titulaire peut demander une analyse conjointe avec le maître d'ouvrage.
 - En aucun cas cela ne donnera lieu à un réajustement automatique de l'offre.
- Études liées à des aléas géotechniques :
 - Le titulaire doit anticiper les risques géotechniques (ex. : instabilité des sols) lors de la visite préalable.
 - Aucun surcoût ne sera pris en charge pour des études liées à des risques prévisibles.

SECTION TECHNIQUE : TRAVAUX PREPARATOIRES

Article 5 : Élagage, Débroussaillage et Abattage des Arbres

(Sur une largeur de 3 à 5 mètres de part et d'autre de la route)

5.1. Objectif

Cet article définit les modalités d'intervention pour :

- Éliminer les risques liés aux chutes d'arbres ou de branches sur la route ou les dispositifs de protection.
- Garantir la sécurité des usagers et des infrastructures (lignes électriques, télécommunications).
- Respecter les obligations légales en matière d'entretien des dépendances routières (Code rural, articles L221-1 à L221-5).

5.2. Périmètre d'Intervention

- Largeur de la zone à traiter :
 - 5 mètres minimum (obligatoire pour les routes départementales ou communales).
 - 5 mètres minimum (pour les zones à risque accru de chutes de pierres ou d'éboulements).
- Hauteur de taille :
 - Éliminer toutes les branches situées à moins de 4,5 mètres au-dessus du sol ou de la chaussée.
 - Abattre les arbres morts, malades ou instables (diamètre ≥ 10 cm).

5.3. Normes et Réglementations Applicables

5.3.1. Distances Minimales avec les Lignes Aériennes

Les travaux doivent respecter les distances minimales de sécurité par rapport aux lignes aériennes (électricité, télécommunications), définies par :

- Arrêté du 17 mai 2001 (sécurité des lignes électriques).
- Norme NF C 11-200 (distances de sécurité pour les travaux à proximité des installations électriques).
- Règlement des industries électriques et gazières (RIEG).

Type de Ligne	Tension (kV)	Distance Minimale de Sécurité (m)	Norme/Référence
Câbles optiques	-	1 mètre (horizontal)	Normes des opérateurs (Orange, SFR, etc.)
Ligne de télécommunications	Toutes tensions	1,5 mètre (horizontal)	Arrêté du 17/05/2001
Ligne électrique HTA	20 kV	5 mètres	Arrêté du 17/05/2001, NF C 11-200
Ligne électrique HTB	63 à 90 kV	6 mètres	Arrêté du 17/05/2001
Ligne électrique THT	225 kV et plus	8 mètres	Arrêté du 17/05/2001

⚠ Attention :

- Toute intervention à moins de 5 mètres d'une ligne électrique HTA/HTB doit être précédée d'une demande d'autorisation auprès du gestionnaire du réseau (Enedis, RTE).
- Les travaux sous tension sont interdits sans dérogation écrite.

5.3.2. Autres Réglementations

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4543-1)	Port des EPI : Casque, gants anti-coupures, chaussures de sécurité, harnais (si travail en hauteur).
Environnement	Code de l'environnement (art. L214-3)	Interdiction d'abattre les arbres protégés (arrêtés municipaux ou préfectoraux).
Bruit	Arrêté du 23/01/1997	Limitation des horaires : 8h-12h et 14h-18h (sauf dérogation).
Déchets verts	Arrêté du 08/12/2020	Interdiction de brûlage à l'air libre. Évacuation vers une déchetterie agréée.
Circulations	Code de la route (art. R417-9)	Signalisation temporaire obligatoire (panneaux D47, K18).

5.4. Préparation des Travaux

5.4.1. Étude Préalable

1. Repérage des arbres et lignes aériennes :

- Cartographie des arbres à abattre ou élaguer doit être approuvée et validée par la Moe.

- Identification des lignes électriques/télécoms à proximité (demande de plan auprès d'Enedis, RTE, ou opérateurs télécoms).

2. Demande d'autorisations :

- Autorisation de travaux auprès du gestionnaire du réseau électrique (si distance < 5 m).

5.4.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) : "Travaux en cours", "Risque de chute".
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Câbles de délimitation pour interdire l'accès aux piétons.
- Équipements obligatoires :
 - Élagueuse ou nacelle élévatrice (norme NF EN 280).
 - Tronçonneuse (avec protection anti-rebond).
 - Kit de premiers secours (trouvaille, garrot).

5.5. Processus d'Intervention

5.5.1. Élagage des Arbres



Objectif :

- Supprimer les branches situées à moins de 4,5 mètres du sol ou de la chaussée. Celles-ci seront évacuées.
- Équilibrer l'arbre pour éviter les déséquilibres structurels.

Matériel nécessaire :

Équipement	Norme	Utilisation
Sécateur à branche	NF EN 8392	Couper les branches de diamètre ≤ 5 cm.

Équipement	Norme	Utilisation
Scie à élaguer	NF EN 8393	Couper les branches de diamètre > 5 cm.
Nacelle élévatrice	NF EN 280	Accès en hauteur (obligatoire si travail > 3 m).
Corde et mousqueton	NF EN 354	Sécuriser les branches avant la coupe (éviter les chutes).
Bâche de protection	-	Protéger la chaussée et les dispositifs de protection (grillages, barrières).

Procédure détaillée :

1. Analyser l'arbre :
 - Identifier les branches mortes, malades ou instables.
 - Repérer les branches en conflit avec les lignes aériennes.
2. Sécuriser la zone :
 - Délimiter un périmètre de sécurité (rayon = 1,5 × hauteur de l'arbre).
 - Évacuer les personnes non autorisées.
3. Couper les branches :
 - Technique de la coupe en 3 temps (pour les grosses branches) :
 1. Premier entaille (1/3 de la branche, côté inférieur).
 2. Deuxième entaille (2/3 de la branche, côté supérieur).
 3. Coupe finale au ras du tronc.
 - Éviter les coupes rasantes (risque d'écorçage).
4. Descendre les branches :
 - Utiliser des cordes et poulies pour guider la chute.
 - Ne jamais jeter les branches depuis la nacelle.

Normes applicables :

- NF P 91-301 : Élagage des arbres.
- XP P 91-302 : Sécurité en élagage.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de branches résiduelles à moins de 4,5 m.
- Documenter les travaux (photos avant/après).

5.5.2. Débroussaillage



Objectif :

- Éliminer la végétation basse (buissons, ronces, herbes hautes) sur une largeur de 3 à 5 mètres.
- Faciliter l'accès aux dispositifs de protection (grillages, barrières).

Matériel nécessaire :

Équipement	Norme	Utilisation
Débroussailleuse thermique	NF EN 60335-1	Couper les herbes et buissons (diamètre ≤ 3 cm).
Débroussailleuse à lame	NF EN 836	Couper les ronces et végétaux ligneux.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection des mains.
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les débroussailleuses thermiques (niveau sonore > 85 dB).

Procédure détaillée :

1. Baliser la zone :
 - Délimiter la bande de 3 à 5 mètres de part et d'autre de la route.
2. Couper la végétation :
 - Débroussailler manuellement les zones proches des lignes électriques.
 - Utiliser une débroussailleuse pour les grandes surfaces.
3. Évacuer les déchets :
 - Broyer les déchets verts sur place (si autorisé).
 - Évacuer vers une décharge agréée (obligatoire si volume > 10 m³).

Normes applicables :

- NF X 30-120 : Gestion des déchets verts.
- Arrêté du 08/12/2020 : Interdiction du brûlage des déchets verts.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de végétation résiduelle sur la bande débroussaillée.
- Respecter les distances minimales avec les lignes aériennes.

5.5.3. Abattage des Arbres Morts ou Dangereux



Objectif :

- Supprimer les arbres morts, malades ou instables (risque de chute).
- Sécuriser la zone pour les usagers et les infrastructures.

Matériel nécessaire :

Équipement	Norme	Utilisation
Tronçonneuse	NF EN 60745-1	Coupe des troncs (diamètre ≤ 60 cm).
Coin de fendage	NF EN 8394	Fendre les troncs pour faciliter l'évacuation.
Câbles de traction	NF EN 1492-1	Guider la chute de l'arbre (technique de l'abattage dirigé).
Protecteur de jambes	NF EN 381-5	Obligatoire pour l'utilisation de la tronçonneuse.

Procédure détaillée :

1. Analyser l'arbre :
 - Vérifier la direction de chute naturelle (vent dominant, pente).
 - Repérer les obstacles (lignes électriques, bâtiments, route).
2. Préparer l'abattage :
 - Dégager un couloir de chute (largeur = $1,5 \times$ hauteur de l'arbre).
 - Baliser la zone (rayon = $2 \times$ hauteur de l'arbre).
3. Abattre l'arbre :

- Technique de l'entaille directionnelle :
 1. Entaille de direction (45° à 60°, profondeur = 1/3 du diamètre).
 2. Entaille d'abattage (horizontale, profondeur = 1/10 du diamètre).
 3. Coupe de chute (laisser une charnière de 5 cm).
- Utiliser des câbles de traction si nécessaire pour guider la chute.
- 4. Découper le tronc :
 - Tronçonner en sections de 1 à 2 mètres pour faciliter l'évacuation.
- 5. Évacuer les déchets :
 - Broyer les branches sur place (si autorisé).
 - Évacuer les troncs et branches vers une déchetterie agréée ou un centre de valorisation.

Normes applicables :

- NF P 91-301 : Abattage des arbres.
- XP P 91-302 : Sécurité en abattage.
- Code rural (art. L221-1) : Obligation d'entretien des dépendances routières.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de souches ou de troncs résiduels.
- Documenter les travaux (photos avant/après, registres d'évacuation).

5.6. Gestion des Déchets Végétaux

5.6.1. Tri et Évacuation

Type de Déchet	Mode de Traitement	Réglementation
Branches et feuillages	Broyage sur place (si autorisé) ou évacuation vers une décharge agréée.	Arrêté du 08/12/2020
Troncs d'arbres	Évacuation vers une décharge ou un centre de valorisation (bois énergie, compostage).	Code de l'environnement
Déchets verts	Interdiction de brûlage à l'air libre. Évacuation obligatoire vers une plateforme agréée.	Arrêté du 08/12/2020

Obligations de traçabilité :

- Utiliser la plateforme TRACKDECHETS (obligatoire pour les sites du ministère des Armées).
- Établir un bordereau de suivi des déchets (BSDD) pour chaque évacuation.

5.7. Contrôles et Validation

5.7.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle quotidien pour vérifier :

- Le respect des distances de sécurité avec les lignes aériennes.
- La qualité des coupes (élagage, abattage).
- L'évacuation complète des déchets.

Article 6 : Purge des Déblais Liés à l'Érosion et aux Éboulis

(Sur les parois verticales, derrière les murs de soutènement, sous les grillages et derrière les barrières en bois)

6.1. Objectif

La purge des déblais liés à l'érosion et aux éboulis sur les parois verticales, derrière les murs de soutènement, sous les grillages et derrière les barrières en bois a pour but de :

- Éliminer les risques de chutes de pierres, de glissements de terrain ou d'effondrements liés à l'accumulation de déblais instables.
- Stabiliser les pentes et les ouvrages de soutien (murs, grillages, barrières).
- Prévenir les dommages aux infrastructures (route, lignes électriques, télécommunications).
- Respecter les obligations légales en matière de sécurité et d'entretien des dépendances routières (Code rural, Code de l'environnement, DTU 40.35).
- Assurer la durabilité des dispositifs de protection contre les chutes de pierres.

Périmètre d'intervention :

- Largeur : 3 à 5 mètres de part et d'autre de la route.
- Hauteur/Profondeur :
 - Parois verticales : Jusqu'à la hauteur totale du mur (jusqu'à 10 m).
 - Derrière les murs : Sur une profondeur de 1 à 2 mètres (selon la stabilité du talus).
 - Sous les grillages : Nettoyage complet de la zone couverte par le grillage.
 - Derrière les barrières en bois : Nettoyage sur toute la longueur de la barrière.

6.2. Normes et Réglementations Applicables

6.2.1. Normes Générales

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1 à R4544-1)	Port des EPI (casque, gants, chaussures de sécurité, harnais). Signalisation temporaire (panneaux D47, K18).
Travaux en hauteur	NF EN 12810-2	Échafaudages ou nacelles certifiés pour les travaux > 2 m.
Protection contre les chutes	NF EN 795	Systèmes d'ancrage pour les travaux sur parois verticales.
Gestion des déchets	Arrêté du 08/12/2020	Interdiction du brûlage à l'air libre. Évacuation vers une déchetterie agréée.
Travaux près des lignes électriques	Arrêté du 17/05/2001	Distance minimale de 5 m pour les lignes HTA/HTB. Autorisation obligatoire si < 5 m.
Stabilité des pentes	NF P 94-500	Contrôle de la stabilité des talus après purge.
Contrôle des ouvrages	NF P 98-110 + DTU 40.35	Vérification de l'absence de vides après purge. Contrôle géotechnique si nécessaire.

6.2.2. Normes Spécifiques aux Éboulis et à l'Érosion

Risque	Norme/Référence	Exigences
Risque d'éboulis	NF EN 1997-1 (Eurocode 7)	Calcul de stabilité des pentes (coefficient de sécurité $\geq 1,5$). Purge des blocs instables.
Érosion hydrique	NF P 11-301	Drainage des eaux de ruissellement pour éviter l'érosion. Protection des talus.
Stabilité des murs	NF EN 1996-1 (Eurocode 6)	Vérification de la résistance des murs après purge. Renforcement si nécessaire.
Grillages de protection	NF EN 10244-2	Vérification de l'intégrité des grillages après purge. Remplacement si endommagé.

6.3. Préparation des Travaux

6.3.1. Étude Préable et Diagnostic

1. Repérage des zones à risque :
 - Cartographie des zones :

- Localisation des parois verticales instables, murs de soutènement endommagés, grillages détériorés, barrières en bois déformées.
 - Identification des zones d'érosion active (ravinement, affouillement).
 - Repérage des éboulis récents (blocs instables, accumulations de déblais).
 - Inspection visuelle et géotechnique :
 - Analyse des pentes (stabilité, risque d'éboulis).
 - Relevés photographiques des désordres (fissures, déblais, végétation).
 - Mesures d'inclinaison des parois (si risque de basculement).
2. Étude géotechnique (si nécessaire) :
- Analyse de la stabilité des talus (méthode de Fellenius ou Bishop).
 - Calcul des coefficients de sécurité (norme NF EN 1997-1).
 - Préconisations pour la purge (profondeur, méthodes).
3. Demande d'autorisations :
- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
 - Autorisation pour travaux à proximité des lignes électriques (Enedis, RTE).

6.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute de pierres".
 - "Circulation alternée" (si nécessaire).
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Câbles de délimitation (rayon de 5 m autour des zones à risque).
- Équipements de protection collective :
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) pour protéger les zones en contrebas.
 - Écrans de protection (bâches, palissades) pour limiter les projections.

6.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les épines, les pierres tranchantes et les outils.
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris).
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (BRH, débroussailleuses).
Masque anti-poussière	NF EN 149	Obligatoire pour les travaux de purge (poussières, silice).

6.4. Processus de Purge des Déblais Liés à l'Érosion et aux Éboulis

6.4.1. Purge des Déblais sur les Parois Verticales



Objectif :

Éliminer les déblais instables (terres, pierres, gravats) accumulés sur les parois verticales (murs de soutènement, falaises) en raison de l'érosion ou des éboulis.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Pelle mécanique	NF EN 474-1	Déblayer les accumulations massives de déblais (volume > 1 m³).
BRH (Brise-Roche Hydraulique)	NF EN 474-1	Purger les zones rocheuses ou les blocs de béton instables.
Marteau-piqueur	NF EN 60745-1	Purger manuellement les petites zones ou les fissures.

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Seau et corde	-	Évacuer les déblais en hauteur (pour les parois verticales > 3 m).
Benne à déblais	-	Stockage temporaire des déblais avant évacuation.
Compresseur	NF EN 837-1	Nettoyer les parois après purge (éliminer poussières et résidus).
Caméra d'inspection	-	Inspecter les zones inaccessibles (fissures, vides).

Procédure détaillée :

1. Isoler la zone :

- Baliser la zone de travail (rayon de 5 m autour de la paroi).
- Interdire l'accès aux piétons et véhicules.
- Installer un filet de sécurité en contrebas si risque de chute.

2. Purger les déblais instables :

- Parois rocheuses ou murs en béton :
 - Utiliser un BRH pour les blocs instables (taille > 30 cm).
 - Purger manuellement les petites zones avec un marteau-piqueur.
 - Profondeur de purge : Éliminer tous les matériaux non cohésifs (jusqu'à 15 cm de profondeur si nécessaire).
- Zones en hauteur :
 - Utiliser un seau et une corde pour évacuer les déblais.
 - Ne jamais jeter les déblais depuis la paroi (risque de blessure ou d'endommagement des infrastructures).

3. Nettoyer la paroi :

- Utiliser un compresseur pour éliminer les poussières et résidus.
- Inspecter visuellement la paroi pour détecter :
 - Les fissures résiduelles.
 - Les zones creuses (test au marteau).
 - Les traces d'érosion (ravinement, affouillement).

4. Stabiliser la paroi (si nécessaire) :

- Injection de coulis (norme NF P 18-500) pour combler les vides.
- Pose de treillis métallique (norme NF EN 10244-2) pour renforcer les zones fragilisées.

Normes applicables :

- DTU 40.35 : Travaux de démolition et purge.
- NF P 18-101 : Méthodes de purge des ouvrages en béton.
- NF EN 1997-1 (Eurocode 7) : Calculs géotechniques pour la stabilité des pentes.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de déblais résiduels sur la paroi (inspection visuelle + test au marteau).
- Documenter les zones purgées (photos, registre de chantier, relevés géotechniques).
- Contrôler la stabilité de la paroi après purge (mesures d'inclinaison si nécessaire).

6.4.2. Purge des Déblais Derrière les Murs de Soutènement



Objectif :

Éliminer et évacuer les déblais accumulés derrière les murs de soutènement, souvent liés à :

- L'érosion du talus (ruissellement, gel/dégel).
- Les éboulis (chutes de pierres depuis la paroi supérieure).
- La végétation (racines, terres organiques).

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Pelle mécanique	NF EN 474-1	Déblayer les accumulations massives de déblais.
Mini-pelle	NF EN 474-3	Purger les zones étroites derrière le mur.
Brouette	-	Évacuer les déblais manuellement.
Seau et corde	-	Évacuer les déblais en hauteur (si accès difficile).

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Détecteur de métaux	-	Repérer d'éventuels réseaux enterrés (câbles, canalisations).

Procédure détaillée :

1. Accéder à la zone :
 - Dégager un passage derrière le mur (largeur minimale de 1 m).
 - Baliser la zone pour éviter les chutes de déblais ou de végétation.
2. Purger les déblais :
 - Utiliser une pelle mécanique pour les accumulations massives.
 - Purger manuellement les petites zones avec une pelle et une bêche.
 - Profondeur de purge : Éliminer les déblais jusqu'à stabilisation du talus (généralement 50 cm à 1 m).
3. Inspecter le talus :
 - Vérifier la stabilité du talus (absence de cavités, de racines invasives).
 - Repérer les signes d'érosion (ravinement, affouillement).
 - Tester la cohésion du sol (test à la sonde ou au pénétromètre).
4. Stabiliser le talus (si nécessaire) :
 - Intégration d'un géotextile (norme NF EN ISO 10318) pour limiter l'érosion.
 - Drainage des eaux : Pose de tuyaux drainants (norme NF EN 877) pour évacuer les eaux de ruissellement.
 - Reprofilage du talus (pente ≤ 33 % pour une stabilité optimale).

Normes applicables :

- NF P 94-500 : Stabilité des pentes.
- DTU 60.1 : Travaux de terrassement.
- NF EN ISO 10318 : Géotextiles.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de déblais résiduels derrière le mur.
- Contrôler la stabilité du talus (mesures d'inclinaison, test de cohésion).
- Documenter les travaux (photos, relevés géotechniques).

6.4.3. Nettoyage Sous les Grillages



Objectif :

Éliminer les déblais et broussailles accumulés sous les grillages pour :

- Maintenir l'efficacité du grillage (protection contre les chutes de pierres).
- Éviter l'accumulation de poids (risque de détérioration du grillage).
- Faciliter l'inspection du grillage et des ancrages.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Souffleur thermique	NF EN 60335-1	Éliminer les feuilles et débris légers.
Râteau	-	Rassembler les déblais et broussailles.
Pelle	-	Évacuer les déblais accumulés.
Brouette	-	Transporter les déblais vers la benne.
Échelle ou nacelle	NF EN 12810-2	Accéder aux zones sous le grillage (si hauteur > 2 m).
Caméra d'inspection	-	Inspecter les zones inaccessibles (sous les grillages en hauteur).

Procédure détaillée :

1. Sécuriser la zone :

- Vérifier la stabilité du grillage avant toute intervention.
- Baliser la zone sous le grillage (rayon de 3 m).
- Installer un filet de sécurité en contrebas si nécessaire.

2. Nettoyer sous le grillage :

- Utiliser un souffleur thermique pour éliminer les feuilles et débris légers.

- Rassembler les déblais avec un râteau et une pelle.
- Évacuer les déblais vers une benne ou un conteneur.

3. Inspecter le grillage :

- Vérifier l'absence de dommages (trous, déformations, corrosion).
- Contrôler la tension des câbles (si applicable, norme NF EN 12385).
- Repérer les ancrages défectueux (corrosion, desserrage).

4. Réparer le grillage (si nécessaire) :

- Remplacer les sections endommagées (grillage simple torsion, norme NF EN 10244-2).
- Resserrer les câbles (norme NF D 62-002).
- Renforcer les ancrages (barres B500B, norme NF A 35-080).

Normes applicables :

- NF EN 10244-2 : Grillages de protection.
- NF EN 12385 : Câbles de renfort.
- NF D 62-002 : Serre-câbles.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de déblais résiduels sous le grillage.
- Contrôler l'intégrité du grillage (inspection visuelle + test de tension).
- Documenter l'état du grillage après nettoyage (photos, rapport d'inspection).

6.4.4. Nettoyage Derrière les Barrières en Bois



Objectif :

Éliminer les déblais et broussailles derrière les barrières en bois pour :

- Maintenir la stabilité de la barrière.

- Éviter l'accumulation d'humidité (risque de pourriture du bois).
- Faciliter l'inspection de la barrière et des ancrages.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Débroussailleuse thermique	NF EN 60335-1	Couper les herbes et buissons.
Sécateur	NF EN 8392	Couper les branches fines.
Scie à élaguer	NF EN 8393	Couper les branches épaisses (diamètre > 5 cm).
Pelle	-	Évacuer les déblais accumulés.
Bâche de protection	-	Protéger le sol et les dispositifs adjacents.
Seau et corde	-	Évacuer les déblais en hauteur (si nécessaire).

Procédure détaillée :

1. Accéder à la zone :
 - Dégager un passage derrière la barrière.
 - Baliser la zone pour éviter les chutes de déblais ou de végétation.
2. Purger les déblais et broussailles :
 - Utiliser une débroussailleuse pour les grandes surfaces.
 - Couper manuellement les branches proches de la barrière avec un sécateur ou une scie à élaguer.
 - Évacuer les déblais avec une pelle et une brouette.
3. Inspecter la barrière en bois :
 - Vérifier l'état du bois (pourriture, fissures, déformations).
 - Contrôler les ancrages (stabilité, corrosion des fixations).
 - Repérer les madriers endommagés (remplacement si nécessaire).
4. Réparer la barrière (si nécessaire) :
 - Remplacer les madriers abîmés (bois traité hydrofuge, norme NF EN 335).
 - Renforcer les ancrages (barres B500B, norme NF A 35-080).
 - Appliquer un traitement antifongique (norme NF EN 351).

Normes applicables :

- NF EN 335 : Bois traité hydrofuge (classe 3 ou 4).
- DTU 40.35 : Travaux de purge et nettoyage.
- NF EN 351 : Traitement du bois contre les champignons et insectes.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de déblais résiduels derrière la barrière.
- Contrôler l'état de la barrière (inspection visuelle + test de stabilité).
- Documenter l'état de la barrière après nettoyage (photos, rapport d'inspection).

6.5. Gestion des Déblais et Broussailles

6.5.1. Tri et Évacuation des Déblais

Type de Déchet	Exemples	Code Déchet (CED)	Risque	Mode d'Élimination	Traçabilité
Déblais inertes (terres, pierres, gravats)	Béton, gravats, pierres non polluées.	17 01 01, 17 01 02	Non dangereux	Centre d'enfouissement de classe 3 (déchetterie agréée).	TRACKDECHETS (obligatoire)
Déblais non inertes (terres polluées)	Terres contaminées par des hydrocarbures ou métaux lourds.	17 05 03*	Dangereux	Centre de traitement agréé (filère DIB ou DID).	TRACKDECHETS + BSDD
Broussailles et végétaux	Branches, feuilles, herbes.	20 01 08	Non dangereux	Broyage sur place (si autorisé) ou évacuation vers une décharge agréée.	TRACKDECHETS (obligatoire)
Arbres abattus (diamètre ≥ 10 cm)	Troncs, branches épaisses.	20 01 38	Non dangereux	Évacuation vers une décharge ou un centre de valorisation (bois énergie, compostage).	TRACKDECHETS (obligatoire)
Déchets dangereux (huiles, produits chimiques)	Huiles de chaîne, lubrifiants.	13 02 08*	Dangereux	Centre de traitement des déchets dangereux.	TRACKDECHETS + BSDD

⚠ Notes :

- * : Les déchets marqués d'un astérisque doivent faire l'objet d'une analyse préalable pour confirmer leur classification.
- BSDD : Bordereau de Suivi des Déchets Dangereux (obligatoire pour les déchets dangereux).

6.5.2. Stockage Temporaire

- Bennes à déblais :
 - Volume : 20 m³ (pour les gros chantiers) ou 1 m³ (Big Bag pour les petites zones).
 - Localisation : Sur une surface stable et plane, à l'écart des zones de circulation.
 - Signalisation : Panneau "Déchets temporaires" (norme NF P 91-100).
- Conteneurs pour végétaux :
 - Bâchés pour éviter la dispersion des déchets.
 - Éloignés des sources d'eau (risque de pollution).
- Zones de stockage :
 - Clôturées pour éviter l'accès non autorisé.
 - Équipées d'un extincteur (si stockage de matériaux inflammables).

6.5.3. Évacuation et Traçabilité

- Obligations légales :
 - Utiliser la plateforme TRACKDECHETS (obligatoire pour les sites du ministère des Armées).
 - Établir un bordereau de suivi des déchets (BSDD) pour chaque évacuation.
 - Conserver les preuves de traçabilité pendant 5 ans (obligation légale).
- Transporteurs agréés :
 - Vérifier l'agrément du transporteur (certificat DREAL ou préfecture).
 - Exiger un reçu d'acceptation de la décharge.

6.6. Contrôles et Validation

6.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle quotidien et transmettre les fiches à la Moe pour vérifier :

- L'absence de déblais résiduels sur les parois, derrière les murs, sous les grillages, et derrière les barrières.
- La stabilité des ouvrages (murs, grillages, barrières) après purge.

- Le respect des distances de sécurité avec les lignes électriques.
- La conformité des méthodes de purge (DTU 40.35, NF P 18-101).

Fiche d'autocontrôle type :

Zone Contrôlée	Conforme ☐	Non conforme ☐	Observations	Date	Signature
Parois verticales	☐	☐	[Ex. : Déblais résiduels à purger]	JJ/MM/AAAA	
Derrière les murs	☐	☐	[Ex. : Talus instable]	JJ/MM/AAAA	
Sous les grillages	☐	☐	[Ex. : Grillage endommagé]	JJ/MM/AAAA	
Derrière les barrières en bois	☐	☐	[Ex. : Ancrage desserré]	JJ/MM/AAAA	

Article 7 : Dépose et Évacuation de la Clôture Grillagée sur le Mur de Soutènement N°5



7.1. Objectif

La dépose et l'évacuation de la clôture grillagée sur le mur de soutènement N°5 visent à :

- Permettre la réfection ou la consolidation du mur (travaux de purge, réparation, ou renforcement).
- Garantir la sécurité des intervenants et des usagers de la route.
- Respecter les normes en matière de démontage, évacuation des déchets, et sécurité des chantiers.
- Assurer la traçabilité des matériaux (notamment pour les sites du ministère des Armées via TRACKDECHETS).
- Prévenir les risques liés aux chutes de grillages ou de débris pendant le démontage.

Contexte spécifique :

- Mur de soutènement en béton (hauteur estimée : 5 à 8 mètres).

- Clôture grillagée en simple torsion (maille 60 x 80 mm, norme NF EN 10244-2).
- Ancrages : Fixés en tête du mur (barres d'ancrage B500B, norme NF A 35-080).
- Environnement : Présence de végétation dense et de rochers instables en amont du mur.
- Accès : Route en contrebas, nécessitant une sécurisation renforcée.

7.2. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1 à R4544-1)	Port des EPI (casque, gants, chaussures de sécurité, harnais). Signalisation temporaire (panneaux D47, K18).
Travaux en hauteur	NF EN 12810-2	Échafaudages ou nacelles certifiés pour les travaux > 2 m.
Protection contre les chutes	NF EN 795	Systèmes d'ancrage pour les travaux sur parois verticales.
Démontage des grillages	DTU 40.35	Méthodes de démontage sans endommager le mur ou les ancrages résiduels.
Gestion des déchets métalliques	Arrêté du 08/12/2020	Tri sélectif des grillages et ancrages. Évacuation vers une décharge agréée.
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Respect des filières de recyclage pour les métaux. Interdiction d'abandon sur site.
Travaux près des lignes électriques	Arrêté du 17/05/2001	Distance minimale de 5 m pour les lignes HTA/HTB. Autorisation obligatoire si < 5 m.
Contrôle des ouvrages	NF P 98-110	Vérification de l'intégrité du mur après dépose du grillage.
Traçabilité des déchets	Décret n°2020-1552 du 08/12/2020	Utilisation obligatoire de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

7.3. Préparation des Travaux

7.3.1. Étude Préalable

1. Repérage et diagnostic :
 - Cartographier la zone :
 - Localisation précise du grillage (longueur, hauteur, type d'ancrage).

- Repérage des lignes électriques ou télécoms à proximité (demande de plan à Enedis/RTE).
- Identification des risques spécifiques (éboulis, végétation dense, accès difficile).
- Inspection visuelle :
 - État du grillage : Corrosion, déformation, coupures.
 - État des ancrages : Oxydation, desserrage, scellement défectueux.
 - Stabilité du mur : Fissures, érosion, ou déformations.

2. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- Autorisation pour travaux à proximité des lignes électriques (si applicable, auprès d'Enedis ou RTE).

7.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute d'objets".
 - "Circulation alternée" (si la route est maintenue ouverte).
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) pour protéger la route en contrebas.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les travaux en hauteur.
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) pour les zones difficiles d'accès.
 - Barrières de sécurité pour délimiter la zone de travail.

7.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des grillages et des outils.
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.

Équipement	Norme	Utilisation
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris métalliques).
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (découpeuses, perceuses).

7.4. Processus de Dépose de la Clôture Grillagée

7.4.1. Sécurisation Préalable

Objectif :

Éviter les chutes de grillages ou de débris pendant le démontage.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Filets de sécurité	NF EN 1263-1	Protéger la route en contrebas pendant le démontage.
Sangles de maintien	NF EN 1492-1	Maintenir les sections de grillage pendant la découpe.
Échafaudage ou nacelle	NF EN 12810-2 ou NF EN 280	Accès sécurisé pour le démontage en hauteur.
Outils de découpe	-	Pince coupante pour grillages (norme NF EN 8394).
Caméra d'inspection	-	Vérifier les zones inaccessibles (ancrages, fixations).

Procédure détaillée :

- Sécuriser la zone en contrebas :
 - Installer un filet de sécurité (norme NF EN 1263-1) sous le grillage pour récupérer les débris.
 - Baliser la route (rayon de 5 m sous le mur).
- Vérifier les ancrages :
 - Tester la stabilité des ancrages avant démontage (tirage manuel sur les câbles).
 - Repérer les ancrages défectueux (corrosion, desserrage) à remplacer.
- Délimiter les sections de grillage :
 - Découper le grillage en sections gérables (max. 2 m x 2 m) pour faciliter la manutention.
 - Attacher chaque section avec des sangles avant découpe.

7.4.2. Démontage du Grillage

Objectif :

Démonter le grillage sans endommager le mur et en sécurisant les éléments.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Pince coupante	NF EN 8394	Découper les mailles du grillage.
Clé à molette	NF EN 8393	Desserrage des serre-câbles (norme NF D 62-002).
Perceuse à percussion	NF EN 60745-1	Retirer les ancrages scellés (si nécessaire).
Marteau et burin	-	Décoller les fixations mécaniques (clous, agrafes).

Procédure détaillée :

1. Découper les câbles de renfort (si présents) :
 - Utiliser une pince coupante pour sectionner les câbles (diamètre 8 à 10 mm).
 - Conserver les extrémités pour faciliter l'évacuation.
2. Démonter les sections de grillage :
 - Découper les mailles en suivant les lignes de fixation (tous les 2 m).
 - Détacher les ancrages :
 - Ancrages en tête : Desserrage des serre-câbles ou découpe des barres.
 - Ancrages en pied : Retrait des massifs bétonnés ou scellement chimique (perceuse à percussion).
3. Évacuer les sections :
 - Descendre les sections avec des sangles et poulies pour éviter les chutes.
 - Stockage temporaire sur une zone sécurisée (à l'écart de la route).

Normes applicables :

- NF EN 10244-2 : Grillages de protection (méthodes de découpe).
- NF D 62-002 : Serre-câbles (desserrage).
- DTU 40.35 : Travaux de démolition et purge.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de débris résiduels sur le mur.

- Inspecter les ancrages pour détecter d'éventuels dommages au mur.
- Documenter le démontage (photos avant/après, registre de chantier).

7.4.3. Dépose des Ancrages

Objectif :

Retirer les ancrages (barres B500B, câbles) sans endommager le mur.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Perceuse à percussion	NF EN 60745-1	Retirer les ancrages scellés au coulis.
Clé à molette	NF EN 8393	Desserrage des écrous sur les barres filetées.
Pied-de-biche	-	Décoller les ancrages mécaniques (clous, agrafes).
Extracteur d'ancrage	-	Retirer les barres scellées sans endommager le béton.

Procédure détaillée :

1. Ancrages en tête :

- Desserrage des serre-câbles (clé à molette, norme NF D 62-002).
- Retrait des barres :
 - Si scellées au coulis : Utiliser une perceuse à percussion pour percer autour de l'ancrage.
 - Si mécaniques : Décoller avec un pied-de-biche.

2. Ancrages en pied :

- Retirer les massifs bétonnés (si présents) avec une pelle mécanique.
- Dégager les ancrages des fixations murales (burin, marteau).

3. Nettoyer les trous :

- Boucher les trous laissés par les ancrages avec du mortier de réparation (C25/30, norme NF EN 1504-3).

Normes applicables :

- NF A 35-080 : Barres d'ancrage (B500B).
- NF EN 12385 : Câbles métalliques.
- NF P 18-500 : Coulis de scellement.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'intégrité du mur après retrait des ancrages (test au marteau).
- Documenter les trous rebouchés (photos, registre).

7.5. Évacuation et Gestion des Déchets

7.5.1. Tri et Conditionnement

Type de Déchet	Mode de Tri	Conditionnement	Code Déchet (CED)	Filière d'Élimination
Grillage métallique	Séparer des autres matériaux.	Fagots ou conteneurs métalliques.	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.
Ancrages en acier	Regrouper par type (barres, câbles).	Conteneurs métalliques.	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.
Serre-câbles	Séparer des grillages.	Sac ou bac plastique.	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.
Débris de béton	Séparer des métaux.	Benne à déblais.	17 01 01	Déchetterie de classe 3.
Végétation	Broyage sur place (si autorisé) ou évacuation.	Bâche ou benne.	20 01 08	Déchetterie ou plateforme de compostage.

7.5.2. Évacuation et Traçabilité

1. Évacuation :

- Transporter les déchets vers une déchetterie agréée ou un centre de recyclage.
- Utiliser des véhicules adaptés (bennes à ridelles, camions benne).

2. Traçabilité :

- Établir un bordereau de suivi des déchets (BSDD) pour chaque évacuation.
- Utiliser la plateforme TRACKDECHETS (obligatoire pour les sites du ministère des Armées).
- Conserver les preuves (reçus, bons de pesée) pendant 5 ans.

Normes applicables :

- Arrêté du 08/12/2020 : Traçabilité des déchets.
- Décret n°2020-1552 : Obligation d'utilisation de TRACKDECHETS.

7.6. Remise en État du Site

7.6.1. Nettoyage Final

- Éliminer les résidus :
 - Balayer la zone pour éliminer les débris métalliques ou de béton.
 - Vérifier l'absence d'objets tranchants (morceaux de grillage, ancrages).
- Inspecter le mur :
 - Contrôler l'intégrité du mur après dépose (fissures, érosion).
 - Reboucher les trous laissés par les ancrages (mortier C25/30).

7.6.2. Contrôle de Conformité

- Autocontrôle :
 - Vérifier :
 - L'absence de débris résiduels.
 - La stabilité du mur.
 - La conformité des trous rebouchés.

Article 8 : Dépose et Évacuation du Portail et de ses Poteaux à l'Entrée du Fort du Mont Agel



8.1. Objectif

La dépose et l'évacuation du portail métallique et de ses poteaux à l'entrée du Fort du Mont Agel visent à :

- Garantir la sécurité des intervenants et des usagers de la route.
- Respecter les normes en matière de démontage, évacuation des déchets, et sécurité des chantiers.
- Assurer la traçabilité des matériaux (notamment pour les sites du ministère des Armées via TRACKDECHETS).
- Prévenir les risques liés aux chutes d'éléments ou aux accidents pendant le démontage.

Contexte spécifique :

- Portail métallique à deux vantaux (hauteur estimée : 2 à 3 mètres).
- Poteaux en béton armé (ou métalliques) ancrés dans des massifs de fondation.
- Fixations : Charnières, serrures, et éventuellement câbles de renfort.
- Environnement :
 - Route étroite et pentue en contrebas (nécessitant une sécurisation renforcée).
 - Végétation dense autour des poteaux (risque d'obstacle pour le démontage).
 - Proximité possible de lignes électriques ou de réseaux enterrés (à vérifier avant travaux).

8.2. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1 à R4544-1)	Port des EPI (casque, gants, chaussures de sécurité, harnais). Signalisation temporaire (panneaux D47, K18).
Travaux en hauteur	NF EN 12810-2	Échafaudages ou nacelles certifiés pour les travaux > 2 m.
Protection contre les chutes	NF EN 795	Systèmes d'ancrage pour les travaux sur poteaux.
Démontage des structures métalliques	DTU 40.35	Méthodes de démontage sans endommager les fondations ou les réseaux enterrés.
Gestion des déchets métalliques	Arrêté du 08/12/2020	Tri sélectif des métaux. Évacuation vers une décharge agréée ou un centre de recyclage.
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Respect des filières de recyclage pour les métaux et béton. Interdiction d'abandon sur site.
Travaux près des lignes électriques	Arrêté du 17/05/2001	Distance minimale de 5 m pour les lignes HTA/HTB. Autorisation obligatoire si < 5 m.
Contrôle des ouvrages	NF P 98-110	Vérification de l'intégrité des fondations après dépose.
Traçabilité des déchets	Décret n°2020-1552 du 08/12/2020	Utilisation obligatoire de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.
Accès sécurisé	NF P 91-100	Baliser la zone et sécuriser la route pendant les travaux.

8.3. Préparation des Travaux

Tout dommage collatéral lié aux travaux devra être réparé et contrôlé. Ces interventions seront à la charge du titulaire.

8.3.1. Étude Préable et Diagnostic

1. Repérage et diagnostic :

- Cartographier la zone :
 - Localisation précise du portail et des poteaux (dimensions, type de fixation).
 - Repérage des réseaux enterrés (électricité, télécoms, eau) via un plan de réseaux (DICT obligatoire).

- Identification des risques spécifiques :
 - Stabilité des poteaux (fissures, corrosion, ancrage défectueux).
 - Proximité de la route (risque de chute sur la chaussée).
 - Végétation (obstacle pour le démontage).
- Inspection visuelle :
 - État du portail : Corrosion, déformation, blocage des vantaux.
 - État des poteaux : Fissures, corrosion, ancrage dans les massifs.
 - Fixations : État des charnières, serrures, et câbles de renfort.

2. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire du site (ministère des Armées, DREAL, ou collectivité locale).
- Autorisation pour travaux à proximité des lignes électriques (si applicable, auprès d'Enedis ou RTE).

8.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute d'objets".
 - "Circulation alternée" (si la route est maintenue ouverte).
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Barrières de sécurité pour délimiter la zone de travail (largeur : 5 m autour du portail).
- Équipements de protection collective :
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) pour protéger la route en contrebas.
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les travaux en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) si les poteaux sont hauts (> 4 m).

8.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des éléments métalliques.

Équipement	Norme	Utilisation
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris métalliques).
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (découpeuses, perceuses).

8.4. Processus de Dépose

8.4.1. Sécurisation Préalable

Objectif :

Éviter les chutes du portail ou des poteaux pendant le démontage.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Filets de sécurité	NF EN 1263-1	Protéger la route en contrebas pendant le démontage.
Sangles de maintien	NF EN 1492-1	Maintenir les vantaux du portail pendant la dépose.
Échafaudage ou nacelle	NF EN 12810-2 ou NF EN 280	Accès sécurisé pour le démontage en hauteur.
Outils de découpe	-	Meuleuse (norme NF EN 60745-1) pour les éléments métalliques.
Caméra d'inspection	-	Vérifier les fixations cachées (ancrages, câbles).

Procédure détaillée :

- Sécuriser la zone en contrebas :
 - Installer un filet de sécurité (norme NF EN 1263-1) sous le portail pour récupérer les débris.
 - Baliser la route (rayon de 5 m sous le portail).
- Vérifier les fixations :
 - Tester la stabilité des poteaux avant démontage (poussée manuelle).
 - Repérer les fixations cachées (ancrages dans les massifs, câbles de renfort).
- Délimiter les éléments à démonter :
 - Marquer les points de découpe sur le portail et les poteaux.
 - Attacher les vantaux avec des sangles avant dépose.

8.4.2. Démontage du Portail

Objectif :

Démonter le portail métallique sans endommager les poteaux ou les fondations.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Clé à molette	NF EN 8393	Desserrage des charnières et des serrures.
Meuleuse	NF EN 60745-1	Découper les éléments soudés ou rivetés.
Pied-de-biche	-	Décoller les fixations mécaniques (gonds, pentures).
Sangles et poulies	NF EN 1492-1	Maintenir les vantaux pendant la dépose.

Procédure détaillée :

1. Désancrer les vantaux :

- Desserrage des charnières (clé à molette).
- Retrait des serrures et verrous (si présents).
- Découper les soudures (meuleuse) si le portail est fixé de manière permanente.

2. Démonter les vantaux :

- Détacher un vantail à la fois pour éviter les déséquilibres.
- Utiliser des sangles pour guider la descente des vantaux.
- Poser les vantaux au sol sur une surface stable (calages en bois).

3. Stockage temporaire :

- Empiler les vantaux dans une zone sécurisée, à l'écart de la route.

Normes applicables :

- DTU 40.35 : Travaux de démolition et purge.
- NF EN 1090-2 : Exécution des structures en acier.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de débris résiduels sur les poteaux.
- Inspecter les charnières et fixations pour détecter d'éventuels dommages.
- Documenter le démontage (photos avant/après, registre de chantier).

8.4.3. Dépose des Poteaux

Objectif :

Retirer les poteaux (en béton ou métalliques) sans endommager les fondations ou les réseaux enterrés.

Poteaux en Béton Armé

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Pelle mécanique	NF EN 474-1	Déterrer les massifs de fondation.
Marteau-piqueur	NF EN 60745-1	Décoller les ancrages du poteau.
Scie à béton	NF EN 60745-2	Sectionner le poteau si nécessaire (en dernier recours).
Cric hydraulique	-	Soulever le poteau pour faciliter son retrait.

Procédure détaillée :

1. Dégager les fondations :

- Creuser autour du massif avec une pelle mécanique (profondeur : 50 cm à 1 m).
- Repérer les réseaux enterrés (électricité, eau) avant creusement.

2. Désancrer le poteau :

- Décoller les ancrages du massif avec un marteau-piqueur.
- Sectionner les armatures (si le poteau est scellé) avec une scie à béton.

3. Retirer le poteau :

- Utiliser un cric hydraulique pour soulever le poteau.
- Guider la chute avec des sangles et des poulies.
- Poser le poteau au sol sur des calages en bois.

Normes applicables :

- NF EN 1992-1-1 (Eurocode 2) : Béton armé (pour les poteaux en béton).
- DTU 40.35 : Travaux de démolition.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'intégrité des fondations après retrait des poteaux.
- Inspecter les massifs pour détecter d'éventuels dommages.
- Documenter les fondations après dépose (photos, registre).

8.5. Évacuation et Gestion des Déchets

8.5.1. Tri et Conditionnement

Type de Déchet	Mode de Tri	Conditionnement	Code Déchet (CED)	Filière d'Élimination
Portail métallique	Séparer des autres matériaux.	Fagots ou conteneurs métalliques.	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.
Poteaux en béton	Séparer des métaux et des autres déchets.	Benne à déblais.	17 01 01	Déchetterie de classe 3.
Fixations (boulons, charnières)	Séparer des autres métaux.	Sac ou bac plastique.	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.
Débris de béton	Séparer des métaux.	Benne à déblais.	17 01 01	Déchetterie de classe 3.

8.5.2. Évacuation et Traçabilité

1. Évacuation :

- Transporter les déchets vers une déchetterie agréée ou un centre de recyclage.
- Utiliser des véhicules adaptés (bennes à ridelles, camions benne).

2. Traçabilité :

- Établir un bordereau de suivi des déchets (BSDD) pour chaque évacuation.
- Utiliser la plateforme TRACKDECHETS (obligatoire pour les sites du ministère des Armées).
- Conserver les preuves (reçus, bons de pesée) pendant 5 ans.

Normes applicables :

- Arrêté du 08/12/2020 : Traçabilité des déchets.
- Décret n°2020-1552 : Obligation d'utilisation de TRACKDECHETS.

8.6. Remise en État du Site

8.6.1. Nettoyage Final

- Éliminer les résidus :

- Balayer la zone pour éliminer les débris (métaux, béton, fixations).
 - Vérifier l'absence d'objets tranchants (morceaux de métal, ancrages).
- Inspecter les fondations :
 - Contrôler l'intégrité des massifs après dépose des poteaux.
 - Reboucher les trous laissés par les poteaux avec du terre-plein ou du béton (si nécessaire).

8.6.2. Contrôle de Conformité

- Autocontrôle :
 - Vérifier :
 - L'absence de débris résiduels.
 - La stabilité des fondations.
 - La conformité des trous rebouchés.

SECTION TECHNIQUE : GROS OEUVRE

Article 9 : Réparation des Murs de Soutènement en Béton

(Enduits, Fissures, Éclats, Nids de Cailloux, Ravinement, rapport SOCOTEC et photo en annexe)



9.1. Objectif

Cet article définit les procédures de réparation des murs de soutènement en béton du Mont Agel, en ciblant les pathologies identifiées dans le rapport SOCOTEC (2022) et visibles sur les photos jointes :

- Fissures verticales et horizontales (ouverture de 0,5 mm à 22 mm).
- Altération des enduits (sons creux, écaillage).
- Nids de cailloux et défauts de bétonnage (profondeur jusqu'à 15 cm).
- Éclats de béton (en tête ou en bordure de mur).
- Ravinement et érosion en pied ou derrière le mur.
- Traces d'humidité et coulures (noires ou blanches).
- Désorganisation des joints (pour les parties en pierre de taille adjacentes).

L'objectif est de :

- Rétablir l'intégrité structurelle du mur.
 - Protéger contre les intempéries (eau, gel/dégel).
 - Prolonger la durée de vie de l'ouvrage.
 - Respecter les normes (DTU, NF EN, Eurocodes) et les exigences du ministère des Armées.
-

9.2. Normes et Réglementations Applicables

Pathologie	Norme/Référence	Exigences
Réparation des fissures	NF EN 1504-3, NF EN 1504-5	Produits de réparation : Mortier de classe R3 ou R4 (résistance ≥ 25 MPa). Largeur de fissure : Injection pour $> 0,3$ mm.
Reprise des enduits	NF EN 1504-9, DTU 40.35	Enduit de protection : Épaisseur ≥ 10 mm, adhérence $\geq 1,5$ MPa. Compatibilité avec le support.
Traitement des nids de cailloux	NF EN 206-1, NF P 18-500	Béton de réparation : C25/30 ou C30/37. Préparation : Purge jusqu'à 2 cm de profondeur.
Réparation des éclats	NF EN 1504-3, NF P 18-461	Mortier de réparation : Classe R3 (pour éclats ≤ 5 cm). Armatures : Treillis soudés si nécessaire.
Traitement du ravinement	NF P 94-500, DTU 60.1	Drainage : Pose de tuyaux drainants (norme NF EN 877). Reprofilage du talus (pente ≤ 33 %).
Protection contre l'humidité	NF EN 1062-3, NF P 84-401	Revêtement hydrofuge : Produit à base de silane/siloxane (norme NF EN 1504-2).
Contrôle qualité	NF EN 13791, NF P 18-462	Essais d'adhérence (test au marteau ou pull-off). Vérification de l'étanchéité (test à l'eau).
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Casque, gants, chaussures de sécurité, harnais (si travail en hauteur).
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Gestion des déchets : Évacuation vers une décharge agréée (TRACKDECHETS obligatoire pour les sites militaires).

9.3. Préparation des Travaux

9.3.1. Diagnostic Préalable

1. Inspection visuelle et tactile :

- Cartographier les désordres (fissures, éclats, nids de cailloux) avec un logiciel ou un plan papier.
- Mesurer l'ouverture des fissures (fissuromètre ou règle graduée).
- Tester l'adhérence des enduits (test au marteau : son creux = décollement).
- Vérifier l'humidité (test à la bombe à carbure ou humidimètre).

2. Analyse des causes :

- Fissures : Retrait plastique, charge excessive, mouvement du sol.

- Nids de cailloux : Défaut de vibration ou de coffrage lors du coulage.
- Ravinement : Action de l'eau (pluie, ruissellement) ou défaut de drainage.
- Humidité : Infiltration d'eau depuis le talus ou les barbacanes.

3. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) pour repérage des réseaux enterrés.

9.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute de pierres".
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) pour protéger la route en contrebas.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les travaux en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) si accès difficile.

9.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives (béton, outils).
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris).
Masque anti-poussière	NF EN 149	Obligatoire pour les travaux de purge ou de ponçage.
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (BRH, perceuses).

9.4. Processus de Réparation par Pathologie

9.4.1. Réparation des Fissures



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos en annexe) :

- Fissures verticales.
- Fissures horizontales.
- Microfissures.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Pistolet à injection	NF EN 12350-1	Injection de coulis pour fissures > 0,3 mm.
Mortier de réparation	NF EN 1504-3 (classe R3 ou R4)	Colmatage des fissures < 5 mm.
Tubes d'injection	Diamètre 20 mm (NF EN 10266)	Pour injection de coulis (fissures > 3 mm).
Buses d'injection	Type IGU (Injection Globale Unitaire)	Injection sous pression (1 à 3 bars).
Compresseur	NF EN 837-1	Nettoyage des fissures avant injection.
Mastic de calage	NF EN 206-1 (C25/30)	Scellement des tubes d'injection.

Procédure détaillée :

1. Préparation des fissures :

- Élargir la fissure à 1 cm de large (au burin ou à la meule).
- Nettoyer la fissure avec un compresseur (air comprimé) pour éliminer poussières et débris.
- Humidifier la fissure (si injection de coulis à base de ciment).

2. Injection de coulis (pour fissures > 3 mm) :

- Forer des trous de 20 mm de diamètre espacés de 50 cm le long de la fissure.
- Insérer les tubes d'injection et les sceller avec du mastic de calage.
- Injecter le coulis (C20/25, norme NF P 18-500) :
 - Commencer par une pression de 1 bar.
 - Augmenter progressivement jusqu'à 3 bars jusqu'à refus.
- Boucher les tubes avec du mortier après injection.

3. Colmatage des fissures fines (< 3 mm) :

- Appliquer un mortier de réparation (classe R3, norme NF EN 1504-3) avec un pistolet à injection.
- Lisser la surface avec une truelle.

4. Pose de treillis soudés (si fissure active) :

- Fixer un treillis soudé (norme NF A 35-080) avec des ancrages mécaniques.
- Recouvrir d'un mortier de protection (épaisseur 10 mm).

Normes applicables :

- NF EN 1504-3 : Produits et systèmes de réparation des structures en béton.
- NF EN 1504-5 : Injection de coulis.
- NF P 18-500 : Coulis de ciment.

Contrôle qualité :

- Test d'étanchéité : Arrosage du mur après 7 jours (pas de suintement).
- Test d'adhérence : Mesure au pull-off (adhérence $\geq 1,5$ MPa).
- Surveillance des fissures : Pose de témoins de fissuration (plaque en aluminium ou capteur électronique).

9.4.2. Réfection des Enduits Altérés

Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC en annexe) :

- Enduit altéré avec sons creux.
- Traces de coulures noires.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Marteau et burin	-	Décaper l'enduit défectueux.
Brosse métallique	-	Nettoyer le support avant application.
Enduit de protection	NF EN 1504-9 (classe P)	Épaisseur 10 mm, résistance à l'abrasion.
Primaire d'adhérence	NF EN 1504-2	Améliore l'adhérence entre le support et l'enduit.
Truelle et taloche	-	Application et lissage de l'enduit.

Procédure détaillée :

1. Préparation du support :

- Décaper l'enduit défectueux avec un marteau et burin (jusqu'à obtenir un support sain).
- Nettoyer le support avec une brosse métallique pour éliminer les poussières.
- Humidifier le support (si enduit à base de ciment).

2. Application du primaire d'adhérence :

- Appliquer un primaire (norme NF EN 1504-2) au pinceau ou par pulvérisation.
- Laisser sécher 2 à 4 heures (selon les instructions du fabricant).

3. Pose de l'enduit de protection :

- Appliquer l'enduit en 2 couches (épaisseur totale : 10 mm).
- Première couche : Mortier de ragréage (norme NF EN 1504-3).
- Deuxième couche : Enduit hydrofuge (norme NF EN 1504-9).
- Lisser avec une taloche pour un fini uniforme.

Normes applicables :

- NF EN 1504-9 : Enduits de protection.
- NF EN 1504-2 : Primaires d'adhérence.
- DTU 40.35 : Travaux de réparation des ouvrages en béton.

Contrôle qualité :

- Test d'adhérence : Mesure au pull-off ($\geq 1,5$ MPa).
- Test d'étanchéité : Arrosage du mur après 7 jours (pas de suintement).
- Inspection visuelle : Vérifier l'uniformité de l'enduit.

9.4.3. Traitement des Nids de Cailloux et Défauts de Bétonnage



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos en annexe) :

- Nids de cailloux.
- Défauts de bétonnage.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
BRH (Brise-Roche Hydraulique)	NF EN 474-1	Purge des zones dégradées (profondeur > 5 cm).
Marteau-piqueur	NF EN 60745-1	Purge des petites zones.
Béton de réparation	NF EN 206-1 (C25/30 ou C30/37)	Remplissage des cavités.
Coffrage	NF EN 1069	Pour les réparations profondes (> 10 cm).
Vibreux à béton	NF EN 12620	Compaction du béton de réparation.

Procédure détaillée :

1. Purge des zones dégradées :

- Délimiter la zone à réparer (marquage au crayon ou spray).
- Purger jusqu'à obtenir un support sain (profondeur : 2 cm minimum).
- Nettoyer avec un compresseur pour éliminer les débris.

2. Préparation du support :

- Humidifier le support (si béton de réparation à base de ciment).
- Appliquer un primaire d'adhérence (norme NF EN 1504-2).

3. Pose du béton de réparation :

- Remplir les cavités avec un béton de réparation (C25/30 ou C30/37).
- Vibrer le béton avec un vibreur à aiguille pour éliminer les bulles d'air.
- Lisser la surface avec une truelle.

4. Cure du béton :

- Protéger avec une bâche humide pendant 7 jours.
- Éviter les chocs thermiques (température > 5°C pendant 48h).

Normes applicables :

- NF EN 206-1 : Béton de réparation.
- NF EN 1504-3 : Mortiers de réparation.
- DTU 40.35 : Travaux de purge et réparation.

Contrôle qualité :

- Test de résistance : Carottage après 28 jours (résistance ≥ 25 MPa).
- Test d'adhérence : Mesure au pull-off ($\geq 1,5$ MPa).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de cavités résiduelles.

9.4.4. Réparation des Éclats de Béton



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos en annexe) :

- Éclats en bordure de mur.
- Éclats en tête de mur.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Mortier de réparation	NF EN 1504-3 (classe R3)	Réparation des éclats ≤ 5 cm.
Treillis soudé	NF A 35-080	Renforcement pour les éclats > 5 cm.
Ancrages mécaniques	NF A 35-080	Fixation du treillis.
Truelle et taloche	-	Application et lissage du mortier.

Procédure détaillée :

1. Préparation de la zone :
 - Délimiter l'éclat avec un burin pour obtenir des bords nets.
 - Nettoyer avec un compresseur.
 - Humidifier le support.
2. Pose du treillis soudé (si éclat > 5 cm) :
 - Fixer le treillis (maille 10 x 10 cm) avec des ancrages mécaniques.
 - Recouvrir d'un mortier de protection (épaisseur 10 mm).
3. Application du mortier de réparation :
 - Remplir l'éclat avec un mortier de classe R3 (norme NF EN 1504-3).
 - Lisser avec une taloche.
4. Cure du mortier :
 - Protéger avec une bâche humide pendant 7 jours.

Normes applicables :

- NF EN 1504-3 : Mortiers de réparation.
- NF A 35-080 : Treillis soudés.

Contrôle qualité :

- Test d'adhérence : Mesure au pull-off ($\geq 1,5$ MPa).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de fissures ou de décollements.

9.4.5. Traitement du Ravinement et de l'Érosion



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos en annexe) :

- Ravinement en pied de mur.
- Érosion du remblai.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Pelle mécanique	NF EN 474-1	Reprofilage du talus.
Tuyaux drainants	NF EN 877	Drainage des eaux de ruissellement.
Géotextile	NF EN ISO 10318	Stabilisation du talus.
Béton drainant	NF EN 206-1 (C20/25)	Reprise des zones érodées.

Procédure détaillée :

1. Reprofilage du talus :
 - Dégager les déblais avec une pelle mécanique.
 - Reprofilage avec une pente ≤ 33 % pour une stabilité optimale.
2. Pose de géotextile (si nécessaire) :
 - Étendre un géotextile (norme NF EN ISO 10318) sur le talus.
 - Fixer avec des agrafes métalliques.
3. Drainage des eaux :
 - Poser des tuyaux drainants (diamètre 100 mm, norme NF EN 877) en pied de mur.
 - Raccorder à un réseau d'évacuation (fossé ou regard).
4. Reprise des zones érodées :
 - Appliquer un béton drainant (C20/25) ou un enrochement.

- Compactage avec une plaque vibrante.

Normes applicables :

- NF P 94-500 : Stabilité des pentes.
- NF EN 877 : Tuyaux drainants.
- DTU 60.1 : Travaux de terrassement.

Contrôle qualité :

- Test de stabilité : Vérifier l'absence de glissement après pluie.
- Test de drainage : Arrosage du talus (évacuation rapide de l'eau).

9.4.6. Traitement de l'Humidité et des Coulures



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos en annexe) :

- Traces de coulures noires.
- Humidité généralisée.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Revêtement hydrofuge	NF EN 1062-3	Protection contre l'humidité (silane/siloxane).
Produit anti-mousse	NF EN 1504-2	Élimination des mousses et lichens.
Brosse métallique	-	Nettoyage avant application.
Pulvérisateur	-	Application du revêtement hydrofuge.

Procédure détaillée :

1. Nettoyage du mur :

- Éliminer les mousses et lichens avec une brosse métallique ou un produit anti-mousse.
- Nettoyer avec un nettoyeur haute pression (pression 100 bars).

2. Application du revêtement hydrofuge :

- Appliquer un primaire d'accrochage (norme NF EN 1504-2).
- Pulvériser le revêtement hydrofuge (2 couches, temps de séchage : 24h entre couches).
- Respecter les conditions climatiques (température > 5°C, pas de pluie 48h après application).

Normes applicables :

- NF EN 1062-3 : Revêtements hydrofuges.
- NF EN 1504-2 : Primaires d'accrochage.

Contrôle qualité :

- Test d'absorption d'eau : Mesure avant/après traitement (réduction ≥ 80 %).
- Inspection visuelle : Vérifier l'uniformité du revêtement.

9.5. Matériaux Recommandés

Type de Matériau	Norme	Spécifications
Béton de réparation	NF EN 206-1	Classe C25/30 ou C30/37, résistance à 28 jours ≥ 30 MPa.
Mortier de réparation	NF EN 1504-3	Classe R3 ou R4, adhérence $\geq 1,5$ MPa.
Coulis de ciment	NF P 18-500	C20/25, résistance à la compression ≥ 20 MPa.
Enduit de protection	NF EN 1504-9	Classe P, épaisseur 10 mm, perméabilité à la vapeur d'eau.
Revêtement hydrofuge	NF EN 1062-3	À base de silane/siloxane, durée de vie ≥ 10 ans.
Treillis soudé	NF A 35-080	Maille 10 x 10 cm, acier HA (limite élastique 500 MPa).
Géotextile	NF EN ISO 10318	Résistance à la traction ≥ 20 kN/m, perméabilité ≥ 100 l/m ² /s.
Tuyaux drainants	NF EN 877	Diamètre 100 mm, en PVC ou PEHD.

9.6. Contrôles et Validation

9.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase de réparation :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Préparation du support	Vérifier l'absence de poussière et la cohésion du support.	Inspection visuelle + test au marteau	Après chaque purge.
Injection de coulis	Vérifier le remplissage complet des fissures.	Inspection visuelle + test de pression	Après injection.
Pose des enduits	Vérifier l'uniformité et l'adhérence.	Test au pull-off + inspection visuelle	Après séchage.
Réparation des nids de cailloux	Vérifier l'absence de cavités résiduelles.	Inspection visuelle + test au marteau	Après réparation.
Traitement du ravinement	Vérifier la stabilité du talus et l'efficacité du drainage.	Test de stabilité + arrosage	Après reprofilage.
Traitement de l'humidité	Vérifier l'absence de suintements après pluie.	Test d'absorption d'eau	Après application.

9.6.2. Contrôle Indépendant

Un contrôle indépendant doit être réalisé par un organisme agréé pour valider :

- La conformité des réparations aux normes (NF EN 1504, DTU 40.35).
- La stabilité de l'ouvrage après travaux.
- La durabilité des matériaux utilisés.

Points de contrôle :

- Résistance mécanique : Essais de compression (NF EN 206-1) et d'adhérence (NF EN 1542).
- Étanchéité : Test à l'eau (NF P 18-462).
- Stabilité du talus : Mesures d'inclinaison (NF P 94-500).

9.7. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Déblais de béton	17 01 01	Déchetterie de classe 3.	TRACKDECHETS (obligatoire).

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Enduits et mortiers	17 01 01	Déchetterie de classe 3.	TRACKDECHETS.
Emballages de produits chimiques	15 01 02	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

9.8. Planning Prévisionnel des Travaux

(Exemple pour un mur de 50 m de long avec les pathologies identifiées)

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
1. Diagnostic et préparation	2 jours	Caméra, fissuromètre, logiciel SIG	NF EN 1504-1
2. Purge des zones dégradées	3 jours	BRH, marteau-piqueur, compresseur	DTU 40.35
3. Réparation des fissures	4 jours	Pistolet à injection, tubes d'injection	NF EN 1504-5
4. Réfection des enduits	3 jours	Truelle, taloche, primaire d'adhérence	NF EN 1504-9
5. Traitement des nids de cailloux	5 jours	Béton de réparation, vibreur, coffrage	NF EN 206-1
6. Traitement du ravinement	2 jours	Pelle mécanique, géotextile, tuyaux drainants	NF P 94-500
7. Traitement de l'humidité	1 jour	Pulvérisateur, revêtement hydrofuge	NF EN 1062-3
8. Contrôles et validation	1 jour	Appareils de mesure (pull-off, fissuromètre)	NF EN 13791
Total	21 jours	-	-

- Les contrôles indépendants sont obligatoires pour les ouvrages classés E3 ou E4 (rapport SOCOTEC).

Article 10 : Réparation des Murs de Soutènement en Pierre



10.1. Objectif

Cet article définit les procédures de réparation des murs de soutènement en pierre de taille (calcaire, grès, ou autre pierre naturelle) du Mont Agel, en ciblant les pathologies identifiées dans les rapports SOCOTEC (2022) :

- Décollement et déchaussement de pierres.
- Désorganisation des pierres et détérioration des joints en mortier.
- Végétation dense.
- Altération de l'enduit.
- Apparition de cavités.
- Bombement du mur.

L'objectif est de :

- Rétablir la cohésion et la stabilité du mur.
- Protéger contre les intempéries (eau, gel/dégel, végétation).
- Prolonger la durée de vie de l'ouvrage.
- Respecter les normes (DTU 40.35, NF EN 1317, NF EN 1504-3) et les exigences du ministère des Armées.

10.2. Normes et Réglementations Applicables

Pathologie	Norme/Référence	Exigences
Réparation des joints	DTU 40.35, NF EN 998-2	Mortier de rejointoiement : Chaux hydraulique NHL 3.5 ou 5 (norme NF EN 459-1). Épaisseur des joints : 1 à 2 cm.
Reconstitution des pierres	NF EN 12326-1, NF EN 771-6	Pierres de remplacement : Même nature, couleur et texture que les pierres existantes. Résistance mécanique : ≥ 20 MPa.
Traitement des cavités	NF EN 998-1, DTU 40.35	Mortier de réparation : Classe M10 (résistance ≥ 10 MPa). Préparation : Purge jusqu'à 5 cm de profondeur.
Protection contre l'humidité	NF EN 1062-3, NF P 84-401	Revêtement hydrofuge : Produit à base de silane/siloxane (norme NF EN 1504-2).
Stabilisation du mur	NF EN 1996-1 (Eurocode 6)	Vérification de la stabilité : Coefficient de sécurité $\geq 1,5$. Renforcement par ancrages si nécessaire.
Gestion des déchets	Arrêté du 08/12/2020	Tri sélectif des pierres et mortiers. Évacuation vers une décharge agréée. Traçabilité via TRACKDECHETS (obligatoire pour les sites militaires).
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Casque, gants, chaussures de sécurité, harnais (si travail en hauteur).
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Protection des milieux naturels : Éviter la dispersion des déblais. Respect des arrêts préfectoraux.

10.3. Préparation des Travaux

10.3.1. Diagnostic Préalable

Ces interventions sont à la charge du titulaire.

1. Inspection visuelle et tactile :

- Cartographier les désordres (décollage de pierres, joints dégradés, cavités) avec un logiciel ou un plan papier.
- Tester la stabilité des pierres :
 - Test au marteau : Son creux = pierre déchaussée ou joint défectueux.
 - Test de résistance des joints : Grattage avec un burin (joint sain = résistance élevée).
- Repérer la végétation : Arbres, buissons ou racines pouvant fragiliser le mur.

2. Analyse des causes :

- Décollement de pierres : Action de l'humidité, gel/dégel, ou défaut de pose.
- Détérioration des joints : Vieillesse du mortier, érosion, ou incompatibilité avec la pierre.

- Cavités : Érosion du mortier ou perte de pierres.
- Bombement : Poussée du sol ou de l'eau derrière le mur.

3. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) pour repérage des réseaux enterrés.

10.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute de pierres".
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) pour protéger la route en contrebas.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les travaux en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) si accès difficile.

10.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des pierres.
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris de pierre).
Masque anti-poussière	NF EN 149	Obligatoire pour les travaux de purge ou de ponçage.

10.4. Processus de Réparation par Pathologie



10.4.1. Rejointoiment des Pierres

Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos) :

- Désorganisation des joints en mortier.
- Jointoiment défectueux.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Mortier de chaux hydraulique	NHL 3.5 ou NHL 5 (NF EN 459-1)	Rejointoiment des pierres.
Truelle et fer à joint	-	Application et finition des joints.
Brosse métallique	-	Nettoyage des joints avant application.
Pistolet à mortier	-	Injection de mortier dans les joints profonds.
Eau de gâchage	-	Mélange avec le mortier (dosage selon les instructions du fabricant).

Procédure détaillée :

1. Préparation des joints :

- Dégager les joints défectueux avec un burin et un marteau (profondeur : 1 à 2 cm).
- Nettoyer avec une brosse métallique pour éliminer les résidus de mortier.
- Humidifier les joints pour améliorer l'adhérence du nouveau mortier.

2. Préparation du mortier :

- Mélanger la chaux hydraulique (NHL 3.5 ou 5) avec du sable (dosage : 1 volume de chaux pour 2,5 volumes de sable).
- Ajouter de l'eau progressivement jusqu'à obtenir une consistance crémeuse.
- Laisser reposer le mortier 10 minutes avant utilisation.

3. Application du mortier :

- Remplir les joints avec le mortier à l'aide d'une truelle.
- Compacter le mortier dans les joints avec un fer à joint.
- Lisser la surface avec une brosse humide pour un fini uniforme.

4. Cure du mortier :

- Protéger les joints avec une bâche humide pendant 7 jours.
- Éviter les chocs thermiques (température > 5°C pendant 48h).

Normes applicables :

- DTU 40.35 : Travaux de maçonnerie.
- NF EN 459-1 : Chaux hydraulique.
- NF EN 998-2 : Mortiers pour maçonnerie.

Contrôle qualité :

- Test d'adhérence : Grattage du joint après 7 jours (résistance élevée).
- Test d'étanchéité : Arrosage du mur (pas de suintement).
- Inspection visuelle : Vérifier l'uniformité des joints.

10.4.2. Reconstitution ou Remplacement des Pierres Décollées



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos) :

- Décollement et déchaussement de pierres.
- Pierres manquantes.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Pierres de remplacement	NF EN 12326-1 (même nature que l'existant)	Remplacement des pierres décollées ou manquantes.
Mortier de scellement	C20/25 (NF P 18-500)	Scellement des pierres de remplacement.
Cales en bois	-	Maintien des pierres pendant le séchage du mortier.
Niveau à bulle	-	Vérification de l'alignement des pierres.
Marteau	-	Ajustement des pierres.

Procédure détaillée :

1. Retrait des pierres décollées :

- Dégager la pierre décollée avec un marteau et un burin.
- Nettoyer la cavité pour éliminer les résidus de mortier.

2. Préparation de la cavité :

- Humidifier la cavité pour améliorer l'adhérence du mortier.
- Vérifier la forme de la cavité : Elle doit correspondre à la forme de la pierre de remplacement.

3. Pose de la pierre de remplacement :

- Choisir une pierre de même nature, couleur et texture que les pierres existantes.
- Appliquer un mortier de scellement (C20/25) au fond de la cavité.
- Poser la pierre et l'ajuster avec un niveau à bulle.
- Maintenir la pierre avec des cales en bois pendant le séchage (24h).

4. Jointoiement :

- Remplir les joints autour de la pierre avec un mortier de chaux hydraulique (NHL 3.5 ou 5).

Normes applicables :

- NF EN 12326-1 : Pierres naturelles pour la maçonnerie.
- NF P 18-500 : Coulis de scellement.
- DTU 40.35 : Travaux de maçonnerie.

Contrôle qualité :

- Test de stabilité : Poussée manuelle sur la pierre (pas de mouvement).

- Test d'alignement : Vérification avec un niveau à bulle.
- Inspection visuelle : Vérifier l'homogénéité avec les pierres adjacentes.

10.4.3. Traitement des Cavités



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos) :

- Apparition de cavités.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Mortier de réparation	Classe M10 (NF EN 998-1)	Remplissage des cavités.
Pistolet à mortier	-	Injection du mortier dans les cavités profondes.
Truelle	-	Application du mortier dans les cavités peu profondes.
Brosse métallique	-	Nettoyage des cavités avant application.

Procédure détaillée :

- Préparation des cavités :
 - Dégager la cavité avec un burin et un marteau.
 - Nettoyer avec une brosse métallique pour éliminer les débris.
 - Humidifier la cavité pour améliorer l'adhérence du mortier.
- Remplissage des cavités :
 - Pour les petites cavités (< 5 cm) :
 - Appliquer le mortier de réparation (classe M10) avec une truelle.
 - Lisser la surface avec une taloche.
 - Pour les grandes cavités (> 5 cm) :

- Injecter le mortier avec un pistolet à mortier (pression 1 à 2 bars).
- Compacter le mortier avec une tige métallique.

3. Cure du mortier :

- Protéger la cavité avec une bâche humide pendant 7 jours.

Normes applicables :

- NF EN 998-1 : Mortiers pour maçonnerie.
- DTU 40.35 : Travaux de réparation des ouvrages en maçonnerie.

Contrôle qualité :

- Test de résistance : Carottage après 28 jours (résistance ≥ 10 MPa).
- Test d'adhérence : Mesure au pull-off (≥ 1 MPa).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de cavités résiduelles.

10.4.4. Traitement du Bombement du Mur



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos) :

- Apparition d'un bombement.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Ancrages en acier inoxydable	AISI 316L (NF EN 10088-3)	Renforcement du mur.
Plaques métalliques	NF EN 10025-2 (acier S235JR)	Répartition des efforts.
Coulis de scellement	C20/25 (NF P 18-500)	Scellement des ancrages.
Niveau laser	-	Vérification de l'alignement du mur.

Procédure détaillée :

1. Diagnostic du bombement :

- Mesurer le bombement avec un niveau laser ou un fil à plomb.
- Identifier la cause : Poussée du sol, action de l'eau, ou défaut de construction.

2. Renforcement du mur :

- Dépose intégrale du mur en pierre sèche, réalisation d'un drainage avec du ballast puis reconstruction à l'identique.
- Forer des trous (diamètre 20 mm) pour les ancrages (espacement : 1 m en horizontal et vertical).
- Insérer des barres d'ancrage en acier inoxydable (AISI 316L).
- Sceller les ancrages avec du coulis de ciment (C20/25).
- Fixer des plaques métalliques sur les ancrages pour répartir les efforts.

3. Surveillance :

- Poser des témoins de déformation (capteurs ou plaques en aluminium) pour surveiller l'évolution du bombement.

Normes applicables :

- NF EN 10088-3 : Acier inoxydable.
- NF EN 10025-2 : Acier de construction (S235JR).
- NF P 18-500 : Coulis de scellement.
- Eurocode 6 (NF EN 1996-1) : Calcul de la stabilité des murs en maçonnerie.

Contrôle qualité :

- Test de résistance des ancrages : Essai de traction (≥ 50 kN).
- Test d'alignement : Vérification avec un niveau laser (tolérance : ± 5 mm/m).
- Surveillance : Relevés réguliers des témoins de déformation.

10.4.5. Traitement de l'Altération de l'Enduit



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos) :

- Altération de l'enduit.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Enduit à la chaux	NF EN 998-1 (classe P)	Réfection des zones altérées.
Primaire d'adhérence	NF EN 1504-2	Amélioration de l'adhérence entre le support et l'enduit.
Truelle et taloche	-	Application et lissage de l'enduit.
Brosse métallique	-	Nettoyage du support avant application.

Procédure détaillée :

1. Préparation du support :
 - Décaper l'enduit altéré avec un marteau et un burin.
 - Nettoyer le support avec une brosse métallique.
 - Humidifier le support (si enduit à base de chaux).
2. Application du primaire d'adhérence :
 - Appliquer un primaire (norme NF EN 1504-2) au pinceau.
 - Laisser sécher 2 à 4 heures.
3. Pose de l'enduit à la chaux :
 - Appliquer l'enduit en 2 couches (épaisseur totale : 10 mm).
 - Lisser avec une taloche pour un fini uniforme.
4. Cure de l'enduit :
 - Protéger avec une bâche humide pendant 7 jours.

Normes applicables :

- NF EN 998-1 : Enduits à la chaux.
- NF EN 1504-2 : Primaires d'adhérence.
- DTU 40.35 : Travaux de réparation des ouvrages en maçonnerie.

Contrôle qualité :

- Test d'adhérence : Mesure au pull-off (≥ 1 MPa).
- Test d'étanchéité : Arrosage du mur (pas de suintement).
- Inspection visuelle : Vérifier l'uniformité de l'enduit.

10.4.6. Entretien de la Végétation



Pathologies identifiées (rapport SOCOTEC et photos) :

- Végétation dense.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Débroussailleuse thermique	NF EN 60335-1	Coupe des herbes et buissons.
Sécateur	NF EN 8392	Coupe des branches fines.
Scie à élaguer	NF EN 8393	Coupe des branches épaisses (diamètre > 5 cm).
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les épines et les outils tranchants.
Bâche de protection	-	Protection du sol et des dispositifs adjacents.

Procédure détaillée :

1. Débroussaillage :
 - Couper la végétation avec une débroussailleuse ou un sécateur.

- Éliminer les racines qui pourraient fragiliser le mur.

2. Élagage des arbres :

- Couper les branches qui exercent une pression sur le mur (diamètre > 5 cm).
- Utiliser une scie à élaguer pour les branches épaisses.

3. Évacuation des déchets verts :

- Broyer les déchets sur place (si autorisé).
- Évacuer vers une décharge agréée (obligatoire si volume > 10 m³).
- Utiliser TRACKDECHETS pour la traçabilité (obligatoire pour les sites militaires).

Normes applicables :

- NF X 30-120 : Gestion des déchets verts.
- Arrêté du 08/12/2020 : Interdiction du brûlage des déchets verts.
- Code rural (art. L221-1) : Obligation d'entretien des dépendances.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de végétation résiduelle sur le mur et à proximité.
- Documenter les travaux (photos avant/après).

10.5. Matériaux Recommandés

Type de Matériau	Norme	Spécifications
Pierres de remplacement	NF EN 12326-1	Même nature, couleur et texture que les pierres existantes. Résistance ≥ 20 MPa.
Mortier de chaux hydraulique	NF EN 459-1 (NHL 3.5 ou 5)	Résistance à la compression ≥ 5 MPa. Perméabilité à la vapeur d'eau.
Mortier de réparation	NF EN 998-1 (classe M10)	Résistance à la compression ≥ 10 MPa. Adhérence ≥ 1 MPa.
Coulis de scellement	NF P 18-500 (C20/25)	Résistance à la compression ≥ 20 MPa. Stabilité dimensionnelle.
Enduit à la chaux	NF EN 998-1 (classe P)	Épaisseur 10 mm. Perméabilité à la vapeur d'eau.
Revêtement hydrofuge	NF EN 1062-3	À base de silane/siloxane. Durée de vie ≥ 10 ans.

Type de Matériau	Norme	Spécifications
Ancrages en acier inoxydable	NF EN 10088-3 (AISI 316L)	Résistance à la traction ≥ 50 kN. Protection contre la corrosion.
Géotextile	NF EN ISO 10318	Résistance à la traction ≥ 20 kN/m. Perméabilité ≥ 100 l/m ² /s.

10.6. Contrôles et Validation

Les contrôles de qualité des ouvrages seront établis en collaboration avec la maîtrise d'œuvre, de même que les fiches d'autocontrôle.

10.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase de réparation :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Préparation des joints	Vérifier la profondeur et la propreté des joints.	Inspection visuelle + test au burin	Après chaque préparation.
Rejointoiement	Vérifier l'uniformité et l'adhérence des joints.	Test de grattage + inspection visuelle	Après séchage.
Remplacement des pierres	Vérifier la stabilité et l'alignement des pierres.	Test de poussée manuelle + niveau à bulle	Après pose.
Traitement des cavités	Vérifier l'absence de cavités résiduelles.	Inspection visuelle + test au marteau	Après réparation.
Traitement du bombement	Vérifier la stabilité du mur et l'efficacité des ancrages.	Niveau laser + essai de traction	Après renforcement.
Traitement de l'enduit	Vérifier l'uniformité et l'étanchéité de l'enduit.	Test au pull-off + arrosage	Après séchage.
Entretien de la végétation	Vérifier l'absence de végétation résiduelle.	Inspection visuelle	Après débroussaillage.

10.6.2. Contrôle Indépendant

Ils seront effectués et pris en charge financièrement par le titulaire, puis remis à la Moe.

Un contrôle indépendant doit être réalisé par un organisme agréé pour valider :

- La conformité des réparations aux normes (DTU 40.35, NF EN 1504).
- La stabilité de l'ouvrage après travaux.

- La durabilité des matériaux utilisés.

Points de contrôle :

- Résistance mécanique : Essais de compression (NF EN 1996-1) et d'adhérence (NF EN 1542).
- Étanchéité : Test à l'eau (NF P 18-462).
- Stabilité du mur : Mesures d'inclinaison (NF P 94-500).

10.7. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Pierres et déblais de maçonnerie	17 01 03	Déchetterie de classe 3.	TRACKDECHETS (obligatoire).
Mortiers et enduits	17 01 03	Déchetterie de classe 3.	TRACKDECHETS.
Déchets verts	20 01 08	Broyage sur place ou décharge agréée.	TRACKDECHETS.
Emballages de produits chimiques	15 01 02	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.
- Les contrôles indépendants sont obligatoires pour les ouvrages classés E3 (rapport SOCOTEC).

Article 11 : Réalisation de Barrières Bois Démontables

(Hauteur ≈ 140 cm – Positionnement derrière les murets en béton et au-dessus des murs de soutènement)



11.1. Objectif

La mise en œuvre de barrières bois démontables vise à :

- Compléter la protection contre les chutes de pierres et les ravinements en avalanche des murs de soutènement en béton.
- Absorber l'énergie cinétique des blocs rocheux ou des débris végétaux.
- S'intégrer esthétiquement au paysage montagnard (couleur naturelle du bois).
- Permettre un démontage rapide pour les opérations de maintenance ou d'urgence.
- Respecter les contraintes du site militaire (si applicable : discrétion, traçabilité, sécurité).
- Hauteur des barrières : 140 cm (adaptable selon les besoins).
- Positionnement :
 - Derrière les murets en béton.
 - Au-dessus des murs de soutènement en béton.

11.2. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Conception des barrières	NF EN 1317 (Protection contre les chutes de pierres)	Classe de protection : A1 à A3 (selon l'énergie à absorber). Hauteur minimale : 140 cm.
Bois traité hydrofuge	NF EN 335 (Classe 3 ou 4)	Résistance aux intempéries (pluie, gel/dégel). Durabilité : ≥ 15 ans. Traitement : Autoclave (norme NF EN 351).
Profilés métalliques	NF EN 10025-2 (Acier S235JR)	Résistance mécanique : Limite élastique ≥ 235 MPa. Protection anti-corrosion : Peinture epoxy (120 µm, norme NF EN ISO 12944-5).
Ancrages et scellements	NF A 35-080 (Barres B500B)	Résistance à l'arrachement : ≥ 100 kN. Profondeur de scellement : 1,5 m.
Coulis de scellement	NF P 18-500 (C20/25)	Résistance à la compression : ≥ 20 MPa (7 jours), ≥ 35 MPa (28 jours).
Assemblage des madriers	DTU 40.35	Fixation : Clous ou vis inox (norme NF EN 10088-3). Espacement : 50 cm max.
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Casque, gants, chaussures de sécurité, harnais (si travail en hauteur). Signalisation : Panneaux D47, K18.
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Gestion des déchets : Évacuation des chutes de bois vers une décharge agréée. Traçabilité : TRACKDECHETS (obligatoire pour les sites militaires).
Travaux en site militaire	Règlement de sécurité militaire	Autorisation préalable pour l'accès au site. Respect des consignes de discrétion (pas de logos commerciaux).

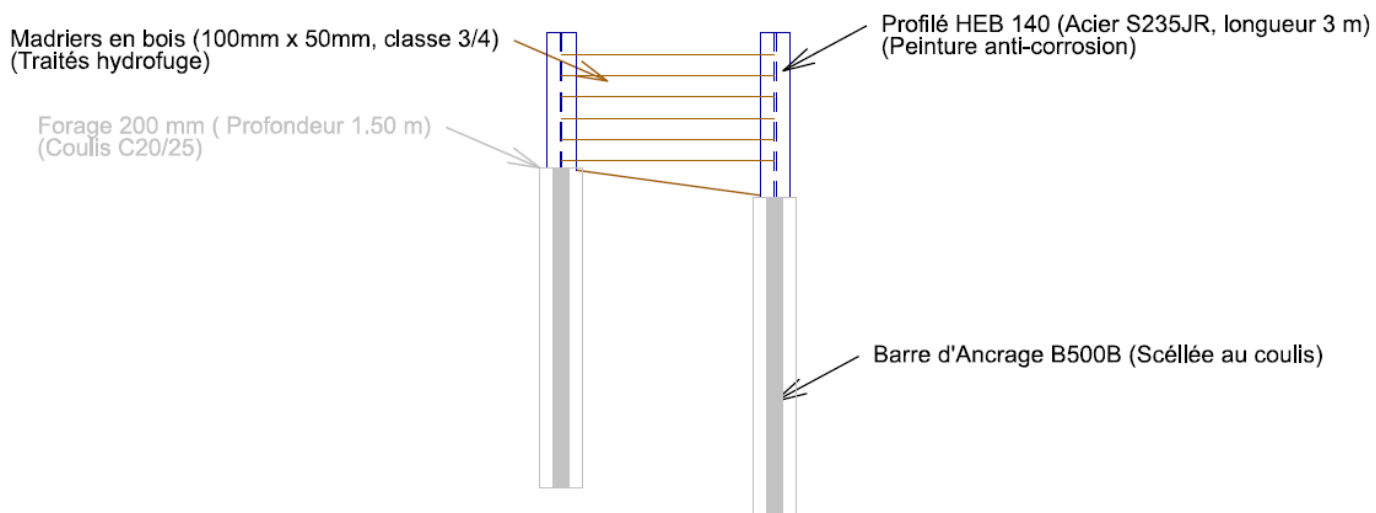
11.3. Description Technique des Barrières

11.3.1. Composition des Barrières

Élément	Caractéristiques Techniques	Norme
Madriers en bois	Essence : Sapin, épicéa ou pin sylvestre. Dimensions : 100 x 50 mm. Traitement : Hydrofuge (classe 3 ou 4, norme NF EN 335). Longueur : 3 m (standard).	NF EN 335, NF EN 351
Profilés métalliques (HEB 140)	Acier : S235JR (norme NF EN 10025-2). Longueur : 3 m. Protection : Peinture anti-corrosion (120 µm, norme NF EN ISO 12944-5).	NF EN 10025-2, NF EN ISO 12944-5

Élément	Caractéristiques Techniques	Norme
Ancrages	Barres d'ancrage : B500B (norme NF A 35-080). Diamètre : 20 mm. Profondeur de scellement : 1,5 m. Espacement : Tous les 2 m.	NF A 35-080
Coulis de scellement	Type : Mortier C20/25 (norme NF P 18-500). Résistance : $f_{c7} > 20$ MPa, $f_{c28} > 35$ MPa.	NF P 18-500
Câbles de renfort	Diamètre : 8 à 10 mm (norme NF EN 12385). Galvanisation : Épaisseur ≥ 275 g/m ² (norme NF EN ISO 1461). Serrage : Serre-câbles (norme NF D 62-002).	NF EN 12385, NF EN ISO 1461, NF D 62-002
Fixations des madriers	Clous ou vis inox : AISI 316L (norme NF EN 10088-3). Espacement : 50 cm max.	NF EN 10088-3

11.3.2. Schéma Type d'une Barrière Bois Démontable



Détails supplémentaires :

- Hauteur totale : 140 cm (adaptable selon les besoins).
- Espacement entre profilés : 2 m (centre à centre).
- Câbles de renfort : 1 câble en tête, 1 en pied, 1 en pourtour (diamètre 10 mm).
- Protection des extrémités : Peinture anti-corrosion (120 μ m).

11.4. Préparation des Travaux

En cas d'instabilité constatée, il incombe au titulaire de remédier aux pathologies à ses propres frais.

11.4.1. Étude Préalable

1. Repérage des zones :

- Localiser les emplacements des barrières derrière les murets en béton et au-dessus des murs de soutènement.

- Vérifier la stabilité des murs de soutènement (pas de fissures actives ou de risques d'éboulement).
- Repérer les réseaux enterrés (électricité, télécoms) via une DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux).

2. Vérification des contraintes :

- Accès au site : Vérifier les restrictions d'accès (site militaire).
- Sécurité : Identifier les zones à risque (chute de hauteur, proximité de la route).

11.4.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute d'objets".
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) pour protéger la route en contrebas.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) si travail en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) pour les zones difficiles d'accès.

11.4.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les éclaboussures de bois et les arêtes vives des profilés.
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, copeaux de bois).
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (perceuse, scie circulaire).

11.5. Processus de Réalisation des Barrières Bois Démontables

11.5.1. Forage et Pose des Profilés Métalliques (HEB 140)

Objectif :

- Ancrer les profilés dans le sol ou les murs de soutènement pour supporter les madriers.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Foreuse hydraulique	NF EN 791	Réalisation des forages (diamètre 200 mm, profondeur 1,5 m).
Mèche à diamant	-	Forage dans le béton (si ancrage sur mur).
Compresseur	NF EN 837-1	Nettoyage des forages (air comprimé).
Pompe à coulis	NF EN 12350-1	Injection du coulis de ciment (C20/25).
Niveau à bulle	-	Vérification de la verticalité des profilés.
Étai de maintien	-	Maintien des profilés pendant le durcissement du coulis (7 jours).

Procédure détaillée :

1. Repérage des points d'ancrage :
 - Marquer les emplacements des forages tous les 2 m (centre à centre).
 - Vérifier l'alignement avec un fil à plomb ou un niveau laser.
2. Forage :
 - Forer des trous de 200 mm de diamètre et 1,5 m de profondeur (norme NF P 18-500).
 - Nettoyer les trous avec un compresseur pour éliminer les débris.
3. Pose des profilés HEB 140 :
 - Insérer les profilés dans les forages.
 - Vérifier la verticalité avec un niveau à bulle (tolérance : ± 5 mm/m).
 - Maintenir les profilés avec des étais pendant le scellement.
4. Injection du coulis de ciment :
 - Préparer le coulis (C20/25, norme NF P 18-500) avec un malaxeur.
 - Injecter le coulis sous pression (0,5 à 1 MPa) avec une pompe à coulis.
 - Remplir complètement les trous (pas de vides).
5. Durcissement :

- Laisser durcir le coulis pendant 7 jours avant de charger les profilés.

Normes applicables :

- NF P 18-500 : Coulis de scellement.
- NF EN 10025-2 : Profilés en acier (S235JR).
- NF A 35-080 : Barres d'ancrage (B500B).

Contrôle qualité :

- Vérifier la verticalité des profilés (niveau à bulle).
- Test de résistance du coulis : Essai de compression après 7 jours (≥ 20 MPa).
- Documenter les forages et scellements (photos, registre de chantier).

11.5.2. Pose des Madriers en Bois Traité Hydrofuge

Objectif :

- Fixer les madriers sur les profilés HEB 140 pour former la barrière.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Madriers en bois	100 x 50 mm, classe 3/4 (NF EN 335)	Longueur : 3 m. Traitement hydrofuge (norme NF EN 351).
Clous ou vis inox	AISI 316L (NF EN 10088-3)	Fixation des madriers sur les profilés. Espacement : 50 cm max.
Marteau ou visseuse	-	Pose des fixations.
Échelle ou nacelle	NF EN 12810-2 ou NF EN 280	Accès pour la pose en hauteur.
Corde de sécurité	NF EN 361	Sécurisation des ouvriers en hauteur.

Procédure détaillée :

1. Préparation des madriers :

- Vérifier les dimensions (100 x 50 mm, longueur 3 m).
- Contrôler le traitement hydrofuge (certificat de conformité NF EN 351).

2. Pose des madriers :

- Positionner le premier madrier en bas des profilés (alignement horizontal).
- Fixer les madriers sur les profilés avec des clous ou vis inox (AISI 316L).
 - Espacement vertical : 50 cm entre chaque madrier.
 - Espacement horizontal : Jointif (pas d'écart entre les madriers adjacents).
- Vérifier l'alignement avec un niveau à bulle.

3. Pose des madriers supérieurs :

- Répéter l'opération jusqu'à atteindre la hauteur de 140 cm.
- Découper les madriers si nécessaire (scie circulaire, norme NF EN 8393).

4. Protection des extrémités :

- Appliquer une peinture anti-corrosion (120 μ m, norme NF EN ISO 12944-5) sur les extrémités des madriers.

Normes applicables :

- NF EN 335 : Bois traité hydrofuge (classe 3 ou 4).
- NF EN 351 : Traitement du bois.
- NF EN 10088-3 : Fixations inox (AISI 316L).

Contrôle qualité :

- Vérifier l'alignement des madriers (niveau à bulle).
- Test de résistance des fixations : Essai de traction (charge $\geq$ 500 N par fixation).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de fissures ou de déformations.

11.5.3. Pose des Câbles de Renfort

Objectif :

- Renforcer la stabilité de la barrière en reliant les profilés entre eux.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Câbles métalliques	Diamètre 10 mm (NF EN 12385)	Câbles galvanisés (épaisseur 275 g/m ² , norme NF EN ISO 1461).

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Serre-câbles	NF D 62-002	Serrage des câbles.
Clé à molette	-	Serrage manuel des serre-câbles.
Tendeur de câble	-	Mise en tension des câbles (tension contrôlée).

Procédure détaillée :

1. Pose des câbles :

- Câble de tête : Fixer en haut des profilés (tous les 2 m).
- Câble de pied : Fixer en bas des profilés.
- Câble de pourtour : Relier les extrémités de la barrière.

2. Mise en tension :

- Tendre les câbles avec un tendeur pour éviter les relâchements.
- Vérifier la tension : Allongement < 2 % (norme NF EN 12385).

3. Fixation des serre-câbles :

- Serrage manuel avec une clé à molette.
- Vérifier le serrage : Pas de jeu visible.

Normes applicables :

- NF EN 12385 : Câbles métalliques.
- NF EN ISO 1461 : Galvanisation.
- NF D 62-002 : Serre-câbles.

Contrôle qualité :

- Test de tension : Vérifier l'allongement (< 2 %).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de corrosion ou de desserrage.

11.5.4. Finitions et Protection

Objectif :

- Protéger la barrière contre les intempéries et l'usure.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Peinture anti-corrosion	Épaisseur 120 µm (NF EN ISO 12944-5)	Protection des profilés et des fixations métalliques.
Pinceau ou pulvérisateur	-	Application de la peinture.
Bâche de protection	-	Protection pendant le séchage (24h).

Procédure détaillée :

1. Nettoyage des surfaces :
 - Dépoussiérer les profilés et les fixations avec une brosse métallique.
 - Dégraisser avec un solvant (si nécessaire).
2. Application de la peinture :
 - Appliquer 2 couches de peinture anticorrosion (épaisseur totale : 120 µm).
 - Laisser sécher 24h entre chaque couche.
3. Protection des zones sensibles :
 - Couvrir les madriers avec une bâche pendant les intempéries.

Normes applicables :

- NF EN ISO 12944-5 : Peinture anticorrosion.

Contrôle qualité :

- Test d'épaisseur : Mesure au palmer (épaisseur ≥ 120 µm).
- Inspection visuelle : Vérifier l'uniformité de la peinture.

11.6. Contrôles et Validation

11.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase de pose :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Forage et scellement	Vérifier la verticalité des profilés et la résistance du coulis.	Niveau à bulle + essai de compression	Après chaque forage.
Pose des madriers	Vérifier l'alignement et la fixation des madriers.	Niveau à bulle + test de traction	Après chaque pose.
Pose des câbles	Vérifier la tension et le serrage des câbles.	Tendeur + clé à molette	Après chaque pose.
Finition	Vérifier l'épaisseur de la peinture et l'absence de défauts.	Palmer + inspection visuelle	Après application.

11.6.2. Contrôle Indépendant

Ils seront effectués et pris en charge financièrement par le titulaire, puis remis à la Moe.

Un contrôle indépendant doit être réalisé par un organisme agréé pour valider :

- La conformité des barrières aux normes (NF EN 1317, DTU 40.35).
- La stabilité des ancrages (essai de traction ≥ 100 kN).
- La résistance des fixations (madriers, câbles).

Points de contrôle :

- Résistance mécanique : Essai de charge (5 kN/ml, norme NF EN 1317).
- Stabilité globale : Vérification de l'absence de mouvement sous charge.
- Durabilité : Vérification du traitement hydrofuge (certificat NF EN 351).

11.7. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Chutes de bois	17 02 01	Déchetterie de classe 3 ou valorisation (bois énergie).	TRACKDECHETS (obligatoire).
Emballages de produits chimiques	15 01 02	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Déblais de forage	17 01 01	Déchetterie de classe 3.	TRACKDECHETS.

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.

- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

11.8. Planning Prévisionnel des Travaux

(Exemple pour une barrière de 80 m de long)

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
1. Préparation et repérage	1 jour	Théodolite, logiciel SIG, DICT	NF P 91-100
2. Forage et scellement des profilés	3 jours	Foreuse, pompe à coulis, niveau à bulle	NF P 18-500, NF EN 10025-2
3. Pose des madriers	4 jours	Madriers, clous inox, échelle	NF EN 335, NF EN 10088-3
4. Pose des câbles de renfort	2 jours	Câbles, serre-câbles, tendeur	NF EN 12385, NF D 62-002
5. Finitions (peinture)	1 jour	Peinture, pinceau, bâche	NF EN ISO 12944-5
6. Contrôles et validation	1 jour	Appareils de mesure (niveau, palmer)	NF EN 1317, NF EN 13791
Total	12 jours	-	-

- Les travaux doivent être réalisés par des entreprises certifiées.
- Les contrôles indépendants sont obligatoires pour valider la conformité des barrières.

Article 12 : Contrôle, Vérification et Maintenance des Barrières Bois Démontables

12.1. Objectif

Cet article définit les procédures de contrôle, de vérification, de remise en état et de remplacement des barrières bois démontables déjà installées sur le site.

Ces opérations visent à :

- Garantir la sécurité des usagers et des infrastructures.
- Maintenir l'efficacité des barrières contre les chutes de pierres et les ravinements.
- Prolonger la durée de vie des ouvrages.

- Respecter les normes (NF EN 1317, DTU 40.35) et les exigences du ministère des Armées.

12.2. Fréquence des Contrôles (CVPO)

A la charge de l'antenne locale.

12.3. Procédure de Contrôle et Vérification

12.3.1. Contrôle Visuel

Objectif : Détecter les défauts apparents (fissures, corrosion, déformation, usure).

Matériel nécessaire :

- Checklist d'inspection (voir tableau en 12.3.3).
- Appareil photo (pour documenter les désordres).
- Mètre ruban et niveau à bulle.

Procédure :

1. Inspecter les madriers en bois :
 - Vérifier l'absence de fissures, d'éclats ou de pourriture.
 - Contrôler le traitement hydrofuge (pas de décoloration ou de gonflement).
2. Inspecter les profilés métalliques (HEB 140) :
 - Vérifier l'absence de corrosion (peinture intacte, épaisseur $\geq 120 \mu\text{m}$).
 - Contrôler la verticalité (tolérance : $\pm 5 \text{ mm/m}$).
3. Inspecter les câbles de renfort :
 - Vérifier la tension (allongement $< 2 \%$).
 - Contrôler le serrage des serre-câbles (pas de jeu).
4. Inspecter les ancrages :
 - Vérifier la stabilité des profilés (pas de mouvement sous charge manuelle).
 - Contrôler l'absence de fissures autour des scellements.

12.3.2. Contrôle Approfondi

Objectif : Valider la conformité structurelle et la sécurité des barrières.

Matériel nécessaire :

- Tendeur de câble (pour mesurer la tension).

- Palmer (pour mesurer l'épaisseur de la peinture).
- Fissuromètre (pour mesurer l'ouverture des fissures).
- Testeur d'adhérence (pull-off).

Procédure :

1. Test de tension des câbles :
 - Mesurer l'allongement avec un tendeur (norme NF EN 12385).
 - Vérifier que l'allongement est $< 2 \%$.
2. Test d'épaisseur de la peinture :
 - Mesurer l'épaisseur avec un palmer (norme NF EN ISO 12944-5).
 - Vérifier que l'épaisseur est $\geq 120 \mu\text{m}$.
3. Test de résistance des ancrages :
 - Essai de traction sur un ancrage (charge $\geq 100 \text{ kN}$, norme NF A 35-080).
4. Test d'adhérence des madriers :
 - Essai pull-off sur les fixations (charge $\geq 500 \text{ N}$, norme NF EN 10088-3).

12.3.3. Fiche de Contrôle Type

Élément Contrôlé	Conforme ☐	Non conforme ☐	Observations	Action Corrective	Date	Signature
Madriers en bois	☐	☐	[Ex. : Fissure de 5 cm]	Remplacement du madrier	JJ/MM/AAAA	
Profilés HEB 140	☐	☐	[Ex. : Corrosion en pied]	Peinture anti-corrosion	JJ/MM/AAAA	
Câbles de renfort	☐	☐	[Ex. : Allongement $> 2 \%$]	Retensionnement	JJ/MM/AAAA	
Ancrages	☐	☐	[Ex. : Jeu visible]	Rescellage	JJ/MM/AAAA	
Fixations (clous/vis inox)	☐	☐	[Ex. : Rouille]	Remplacement	JJ/MM/AAAA	

12.4. Remise en État et Remplacement des Éléments Détériorés

12.4.1. Remplacement des Madriers en Bois

Pathologie : Fissures, éclats, pourriture, ou traitement hydrofuge défectueux.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification
Madriers de remplacement	100 x 50 mm, classe 3/4 (NF EN 335), traité hydrofuge (NF EN 351).
Crous ou vis inox	AISI 316L (NF EN 10088-3).
Scie circulaire	NF EN 8393.
Marteau ou visseuse	-

Procédure :

1. Démonter le madrier détérioré :
 - Retirer les fixations (crous ou vis inox) avec un marteau ou une visseuse.
 - Dégager le madrier sans endommager les profilés adjacents.
2. Poser le nouveau madrier :
 - Découper le madrier à la bonne longueur (scie circulaire).
 - Fixer avec des crous ou vis inox (espacement : 50 cm max).
 - Vérifier l'alignement avec un niveau à bulle.

Normes applicables :

- NF EN 335 : Bois traité hydrofuge.
- NF EN 351 : Traitement du bois.
- NF EN 10088-3 : Fixations inox.

12.4.2. Remise en État des Profilés Métalliques (HEB 140)

Pathologie : Corrosion, peinture écaillée, ou déformation.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification
Peinture anticorrosion	Épaisseur 120 µm (NF EN ISO 12944-5).
Brosse métallique	-
Pinceau ou pulvérisateur	-

Procédure :

1. Nettoyer le profilé :
 - Dépoussiérer avec une brosse métallique.
 - Dégraisser avec un solvant (si nécessaire).
2. Appliquer la peinture :
 - 2 couches de peinture anticorrosion (épaisseur totale : 120 µm).
 - Laisser sécher 24h entre chaque couche.

Normes applicables :

- NF EN ISO 12944-5 : Peinture anticorrosion.

12.4.3. Remplacement ou Retensionnement des Câbles de Renfort

Pathologie : Allongement > 2 %, corrosion, ou serre-câbles desserrés.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification
Câbles de remplacement	Diamètre 10 mm, galvanisés (NF EN 12385, NF EN ISO 1461).
Serre-câbles	NF D 62-002.
Tendeur de câble	-
Clé à molette	-

Procédure :

1. Démonter le câble détérioré :
 - Desserrage des serre-câbles avec une clé à molette.
 - Retirer le câble et nettoyer les ancrages.
2. Poser le nouveau câble :
 - Fixer le câble aux profilés avec des serre-câbles.
 - Mettre en tension avec un tendeur (allongement < 2 %).
 - Vérifier le serrage : Pas de jeu visible.

Normes applicables :

- NF EN 12385 : Câbles métalliques.
- NF D 62-002 : Serre-câbles.

12.4.4. Rescellage des Ancrages

Pathologie : Jeu visible, fissures autour du scellement, ou résistance insuffisante.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification
Coulis de ciment	C20/25 (NF P 18-500).
Pompe à coulis	NF EN 12350-1.
Foreuse	NF EN 791.

Procédure :

1. Démonter l'ancrage défectueux :
 - Forer autour du scellement pour le fragiliser.
 - Retirer l'ancrage et nettoyer le trou.
2. Resceller l'ancrage :
 - Injecter du coulis (C20/25) avec une pompe à coulis.
 - Replacer l'ancrage et laisser durcir 7 jours.

Normes applicables :

- NF P 18-500 : Coulis de scellement.

12.5. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Madriers en bois détériorés	17 02 01	Déchetterie de classe 3 ou valorisation (bois énergie).	TRACKDECHETS (obligatoire).
Peinture et solvants	08 01 11*	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Câbles métalliques	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS.

⚠ Note : Les déchets marqués d'un * doivent faire l'objet d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

12.6. Responsabilités et Documentation

- Titulaire :
 - Réaliser les contrôles visuels et remplir la fiche de contrôle.
 - Documenter les désordres (photos, observations).
 - Effectuer les réparations dans les 72h après détection d'un défaut critique.
- Maître d'œuvre :
 - Valider les rapports de contrôle.
 - Archiver les documents (fiches, photos, rapports) pendant 10 ans.

Article 13 : Mise en Œuvre de Grillages de Protection contre les Chutes de Pierres

(Pose sur la face amont de la route – Largeur : 3 à 5 mètres)



13.1. Objectif

La mise en place de grillages de protection sur la face amont de la route vise à :

- Protéger les usagers et les infrastructures contre les chutes de pierres et éboulis depuis les talus ou falaises en amont.
- Absorber l'énergie cinétique des blocs rocheux (classe A1 à A3 selon la norme NF EN 1317).

- Stabiliser les pentes et limiter l'érosion des talus.
- S'intégrer au paysage tout en respectant les exigences de sécurité et de durabilité.
- Respecter les contraintes spécifiques :
 - Largeur de pose : 3 à 5 mètres (couvrir toute la zone à risque).
 - Hauteur : Adaptée à la hauteur des talus (généralement 3 à 5 mètres).
 - Contexte : Pose sur parois rocheuses, talus instables, ou au-dessus de murs de soutènement.

Contexte spécifique :

- Grillage simple torsion (maille 60 x 80 mm, norme NF EN 10244-2).
- Pose en grillage plaqué (fixé directement sur la paroi) ou pendu (avec câbles de renfort).
- Environnement :
 - Talus rocheux ou végétalisé en amont de la route.
 - Route étroite et pentue (nécessitant une sécurisation renforcée).
 - Présence de végétation (à prendre en compte pour l'accès et la fixation).

13.2. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Conception des grillages	NF EN 10244-2	Grillage simple torsion : Maille 60 x 80 mm, fil galvanisé (épaisseur $\geq 2,5$ mm). Résistance à la traction : ≥ 500 N/mm ² .
Protection contre les chutes	NF EN 1317	Classe de protection : A1 (énergie < 50 kJ) à A3 (énergie > 500 kJ). Hauteur minimale : 3 m.
Ancrages et fixations	NF A 35-080 (Barres B500B)	Résistance à l'arrachement : ≥ 100 kN. Profondeur de scellement : 1,5 m. Espacement : Tous les 2 m.
Câbles de renfort	NF EN 12385	Diamètre : 8 à 10 mm. Galvanisation : Épaisseur ≥ 275 g/m ² (norme NF EN ISO 1461). Serrage : Serre-câbles (norme NF D 62-002).
Coulis de scellement	NF P 18-500 (C20/25)	Résistance à la compression : $f_{c7} > 20$ MPa, $f_{c28} > 35$ MPa. Stabilité dimensionnelle : Retrait $\leq 0,01\%$.
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Casque, gants, chaussures de sécurité, harnais (si travail en hauteur). Signalisation : Panneaux D47, K18.
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Gestion des déchets : Évacuation des chutes de grillage vers une décharge agréée. Traçabilité : TRACKDECHETS (obligatoire pour les sites militaires).

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Travaux en site militaire	Règlement de sécurité militaire	Autorisation préalable pour l'accès au site. Respect des consignes de discrétion (pas de logos commerciaux).
Travaux acrobatiques	Code du travail (art. R4323-64)	Justification obligatoire pour les travaux en hauteur (impossibilité de mécaniser). Formation CQP2 pour 30 % des agents.
Protection des réseaux	NF S70-003-1 et 2	Repérage des réseaux (électricité, télécoms) via DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux).

13.3. Préparation des Travaux

13.3.1. Étude Préalable

1. Repérage des zones à protéger :

- Cartographier les zones à risque :
 - Localisation des talus instables, parois rocheuses, ou zones d'éboulis.
 - Identification des hauteurs et largeurs à couvrir (3 à 5 m).
- Inspection visuelle :
 - Repérer les fissures, éboulis récents, ou végétation dense.
 - Mesurer la hauteur des talus (pour déterminer la hauteur du grillage).
- Analyse géotechnique (si nécessaire) :
 - Stabilité des pentes (méthode de Fellenius ou Bishop, norme NF EN 1997-1).
 - Risque de chutes de blocs (simulation de trajectoires).

2. Vérification des contraintes :

- Accès au site : Vérifier les restrictions d'accès (site militaire, route étroite).
- Sécurité : Identifier les zones à risque (chute de hauteur, proximité de la route).

3. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- Autorisation pour travaux à proximité des lignes électriques (si applicable, auprès d'Enedis ou RTE).
- DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) pour repérage des réseaux enterrés.

13.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute de pierres".
 - "Circulation alternée" (si la route est maintenue ouverte).
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) pour protéger la route en contrebas.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) si travail en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) pour les zones difficiles d'accès.
 - Barrières de sécurité pour délimiter la zone de travail.

13.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des grillages et des outils.
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris métalliques).
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (perceuse, BRH).

13.4. Processus de Mise en Œuvre des Grillages

13.4.1. Choix du Type de Pose

Le grillage peut être posé selon 3 méthodes :

1. Grillage plaqué : Fixé directement sur la paroi rocheuse ou le talus.
2. Grillage pendu : Suspended à des câbles de renfort ancrés en tête et en pied.
3. Grillage pendu sur potence : Fixé à des poteaux métalliques ancrés dans le sol.

Critères de choix :

Méthode	Avantages	Inconvénients	Cas d'Application
Grillage plaqué	Esthétique (intégration au paysage), stabilité (fixation directe).	Difficile à poser sur parois très irrégulières.	Parois rocheuses stables, talus peu pentus.
Grillage pendu	Adaptabilité (parois irrégulières), facilité de pose.	Moins esthétique, nécessite des câbles de renfort.	Talus instables, parois très irrégulières.
Grillage sur potence	Stabilité maximale, hauteur ajustable.	Coût plus élevé, nécessite des poteaux ancrés.	Zones à risque élevé (éboulis fréquents), hauteurs > 5 m.

13.4.2. Pose de Grillage Plaqué

Objectif :

Fixer le grillage directement sur la paroi pour une intégration optimale.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Grillage simple torsion	NF EN 10244-2 (maille 60 x 80 mm)	Fil galvanisé (épaisseur 2,5 mm), résistance ≥ 500 N/mm ² .
Ancrages chimiques	NF EN 1537 (barres B500B)	Scellement dans la paroi (profondeur 10 cm).
Plaques d'ancrage	NF EN 10025-2 (acier S235JR)	Fixation du grillage sur la paroi.
Agrafes ou fils de jonction	NF D 62-002	Jonction entre les nappes de grillage.
Perceuse à percussion	NF EN 60745-1	Réalisation des trous pour les ancrages.
Pistolet à scellement	-	Injection du coulis de ciment.
Niveau à bulle	-	Vérification de l'horizontalité.

Procédure détaillée :

1. Préparation de la paroi :

- Nettoyer la paroi : Éliminer les débris, végétation, et rochers instables (nettoyeur haute pression, norme NF EN 1829).
- Repérer les points d'ancrage : Espacement de 1 à 2 m (horizontal et vertical).
- Forer les trous :

- Diamètre : 16 à 20 mm (pour barres B500B).
- Profondeur : 10 cm (scellement chimique) ou 15 cm (scellement au coulis).

2. Pose des ancrages :

- Injecter le coulis (C20/25, norme NF P 18-500) dans les trous.
- Insérer les barres d'ancrage (B500B) et laisser durcir 24h.
- Fixer les plaques d'ancrage sur les barres.

3. Pose du grillage :

- Dérouler le grillage sur la paroi (en commençant par le haut).
- Fixer le grillage sur les plaques d'ancrage avec des agrafes ou des fils de jonction.
- Tendre le grillage pour éviter les poches (tension manuelle ou avec un tendeur).

4. Jonction entre les nappes :

- Relier les nappes adjacentes avec des fils de jonction (diamètre 3 mm, norme NF EN 10244-2).
- Espacement : Tous les 50 cm.

5. Câbles de renfort (si nécessaire) :

- Poser un câble en tête et en pied du grillage (diamètre 8 mm, norme NF EN 12385).
- Fixer les câbles aux ancrages avec des serre-câbles (norme NF D 62-002).

Normes applicables :

- NF EN 10244-2 : Grillages de protection.
- NF EN 1537 : Ancrages chimiques.
- NF P 18-500 : Coulis de scellement.

Contrôle qualité :

- Vérifier la tension du grillage (pas de poches).
- Test de résistance des ancrages : Essai de traction (charge ≥ 10 kN).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de déformations ou de corrosion.

13.4.3. Pose de Grillage Pendu

Objectif :

Suspendre le grillage à des câbles de renfort ancrés en tête et en pied de la paroi.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Grillage simple torsion	NF EN 10244-2 (maille 60 x 80 mm)	Fil galvanisé (épaisseur 2,5 mm).
Câbles de renfort	NF EN 12385 (diamètre 8 à 10 mm)	Galvanisés (épaisseur 275 g/m ²).
Ancrages en tête et pied	NF A 35-080 (barres B500B)	Scellés au coulis (C20/25).
Serre-câbles	NF D 62-002	Fixation des câbles aux ancrages.
Tendeur de câble	-	Mise en tension des câbles.
Poulies et sangles	-	Manutention du grillage.

Procédure détaillée :

1. Pose des ancrages en tête et en pied :

- Forer des trous (diamètre 200 mm, profondeur 1,5 m)
- Sceller les barres B500B avec du coulis C20/25 (norme NF P 18-500).
- Laisser durcir 7 jours.

2. Pose des câbles de renfort :

- Fixer un câble en tête (ancré sur les barres supérieures).
- Fixer un câble en pied (ancré sur les barres inférieures).
- Tendre les câbles avec un tendeur (allongement < 2 %).

3. Pose du grillage :

- Accrocher le grillage aux câbles avec des agrafes ou des mousquetons.
- Tendre le grillage pour éviter les poches (espacement vertical : 1 m max entre les points de fixation).

4. Jonction entre les nappes :

- Relier les nappes adjacentes avec des fils de jonction (diamètre 3 mm).

Normes applicables :

- NF EN 12385 : Câbles de renfort.
- NF D 62-002 : Serre-câbles.
- NF EN 10244-2 : Grillages.

Contrôle qualité :

- Vérifier la tension des câbles (allongement < 2 %).
- Test de résistance des ancrages : Essai de traction (charge ≥ 50 kN).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de déformations ou de desserrage.

13.4.4. Pose de Grillage Pendu sur Potence

Objectif :

Fixer le grillage à des poteaux métalliques ancrés dans le sol, pour une stabilité maximale.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Grillage simple torsion	NF EN 10244-2 (maille 60 x 80 mm)	Fil galvanisé (épaisseur 2,5 mm).
Poteaux métalliques	NF EN 10025-2 (acier S235JR)	Hauteur adaptée (3 à 5 m).
Ancrages des poteaux	NF A 35-080 (barres B500B)	Scellés dans des massifs de fondation (béton C25/30).
Câbles de renfort	NF EN 12385 (diamètre 10 mm)	Fixation du grillage aux poteaux.
Serre-câbles	NF D 62-002	Fixation des câbles.
Foreuse hydraulique	NF EN 791	Réalisation des massifs de fondation.

Procédure détaillée :

1. Pose des poteaux métalliques :

- Creuser des fondations (profondeur 50 cm, largeur 40 cm).
- Couler un massif de béton (C25/30, norme NF EN 206-1).
- Sceller les poteaux dans les massifs (attendre 7 jours pour le durcissement).

2. Pose des câbles de renfort :

- Fixer un câble en tête des poteaux.
- Fixer un câble en pied des poteaux.
- Tendre les câbles avec un tendeur.

3. Pose du grillage :

- Accrocher le grillage aux câbles avec des agrafes ou des mousquetons.

- Tendre le grillage pour éviter les poches.

4. Jonction entre les nappes :

- Relier les nappes adjacentes avec des fils de jonction.

Normes applicables :

- NF EN 10025-2 : Poteaux en acier.
- NF EN 206-1 : Béton des massifs.
- NF EN 12385 : Câbles de renfort.

Contrôle qualité :

- Vérifier la verticalité des poteaux (niveau à bulle).
- Test de résistance

13.4.4. Pose de Grillage Pendu sur Potence

Objectif :

Fixer le grillage à des poteaux métalliques ancrés dans le sol, pour une stabilité maximale.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Grillage simple torsion	NF EN 10244-2 (maille 60 x 80 mm)	Fil galvanisé (épaisseur 2,5 mm).
Poteaux métalliques	NF EN 10025-2 (acier S235JR)	Hauteur adaptée (3 à 5 m).
Ancrages des poteaux	NF A 35-080 (barres B500B)	Scellés dans des massifs de fondation (béton C25/30).
Câbles de renfort	NF EN 12385 (diamètre 10 mm)	Fixation du grillage aux poteaux.
Serre-câbles	NF D 62-002	Fixation des câbles.
Foreuse hydraulique	NF EN 791	Réalisation des massifs de fondation.

Procédure détaillée :

1. Pose des poteaux métalliques :

- Creuser des fondations (profondeur 50 cm, largeur 40 cm).
- Couler un massif de béton (C25/30, norme NF EN 206-1).

- Sceller les poteaux dans les massifs (attendre 7 jours pour le durcissement).

2. Pose des câbles de renfort :

- Fixer un câble en tête des poteaux.
- Fixer un câble en pied des poteaux.
- Tendrer les câbles avec un tendeur.

3. Pose du grillage :

- Accrocher le grillage aux câbles avec des agrafes ou des mousquetons.
- Tendre le grillage pour éviter les poches.

4. Jonction entre les nappes :

- Relier les nappes adjacentes avec des fils de jonction.

Normes applicables :

- NF EN 10025-2 : Poteaux en acier.
- NF EN 206-1 : Béton des massifs.
- NF EN 12385 : Câbles de renfort.

Contrôle qualité :

- Vérifier la verticalité des poteaux (niveau à bulle).
- Test de résistance des massifs : Essai de charge (50 kN).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de déformations.

13.5. Matériaux Recommandés

Type de Matériau	Norme	Spécifications
Grillage simple torsion	NF EN 10244-2	Maille 60 x 80 mm, fil galvanisé (épaisseur 2,5 mm), résistance $\geq 500 \text{ N/mm}^2$.
Fil galvanisé	NF EN 10244-2	Épaisseur de zinc $\geq 275 \text{ g/m}^2$ (norme NF EN ISO 1461).
Ancrages (barres B500B)	NF A 35-080	Résistance à l'arrachement $\geq 100 \text{ kN}$.
Coulis de scellement	NF P 18-500 (C20/25)	Résistance à la compression : $f_{c7} > 20 \text{ MPa}$, $f_{c28} > 35 \text{ MPa}$.

Type de Matériau	Norme	Spécifications
Câbles de renfort	NF EN 12385	Diamètre 8 à 10 mm, galvanisés (épaisseur 275 g/m²).
Serre-câbles	NF D 62-002	Acier inoxydable ou galvanisé.
Poteaux métalliques	NF EN 10025-2	Acier S235JR, hauteur 3 à 5 m.
Agrafes	-	Acier galvanisé, compatible avec le grillage.

13.6. Contrôles et Validation

13.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase de pose :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Préparation de la paroi	Vérifier l'absence de débris et de végétation.	Inspection visuelle	Après nettoyage.
Pose des ancrages	Vérifier la verticalité et la résistance des ancrages.	Niveau à bulle + essai de traction	Après scellement.
Pose du grillage	Vérifier la tension et l'absence de poches.	Inspection visuelle + tendeur	Après pose.
Jonction des nappes	Vérifier la solidité des fils de jonction.	Test de traction manuelle	Après jonction.
Pose des câbles	Vérifier la tension et le serrage des câbles.	Tendeur + clé à molette	Après pose.

13.6.2. Contrôle Indépendant

Ils seront effectués et pris en charge financièrement par le titulaire, puis remis à la Moe.

Un contrôle indépendant doit être réalisé par un organisme agréé pour valider :

- La conformité de la pose aux normes (NF EN 10244-2, NF EN 1317).
- La résistance des ancrages (essai de traction ≥ 50 kN).
- La stabilité du grillage (test de charge selon NF EN 1317).

Points de contrôle :

- Résistance mécanique : Essai de charge (5 kN/ml, norme NF EN 1317).
- Stabilité globale : Vérification de l'absence de mouvement sous charge.

- Durabilité : Vérification du traitement anti-corrosion (certificat NF EN ISO 1461).

13.7. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Chutes de grillage	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS (obligatoire).
Ancrages et câbles	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS.
Déblais de forage	17 01 01	Déchetterie de classe 3.	TRACKDECHETS.
Emballages de produits chimiques	15 01 02	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

13.8. Planning Prévisionnel des Travaux

(Exemple pour une pose de grillage sur 50 m de long – Largeur : 3 à 5 m)

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
1. Préparation et repérage	1 jour	Théodolite, logiciel SIG, DICT	NF P 91-100
2. Nettoyage de la paroi	1 jour	Nettoyeur haute pression, BRH	NF EN 1829, DTU 40.35
3. Forage et scellement des ancrages	2 jours	Foreuse, pompe à coulis, niveau à bulle	NF P 18-500, NF EN 1537
4. Pose des câbles de renfort	1 jour	Câbles, serre-câbles, tendeur	NF EN 12385, NF D 62-002
5. Pose du grillage	2 jours	Grillage, agrafes, sangles	NF EN 10244-2
6. Jonction des nappes	1 jour	Fils de jonction, agrafes	NF EN 10244-2
7. Contrôles et validation	1 jour	Appareils de mesure (tendeur, niveau)	NF EN 1317, NF EN 13791

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
Total	9 jours	-	-

- Les travaux doivent être réalisés par des entreprises certifiées.
- Les contrôles indépendants sont obligatoires pour valider la conformité des grillages (norme NF EN 1317).

SECTION TECHNIQUE : TRAVAUX DIVERS

Article 14 : Nettoyage des Glissières de Sécurité

(Longueur : 3 500 mètres)



14.1. Objectif

Le nettoyage des glissières de sécurité (ou barrières métalliques de sécurité routière) vise à :

- Maintenir leur efficacité en éliminant les saletés, dépôts, et corrosion qui pourraient réduire leur capacité à absorber les chocs.
- Prolonger leur durée de vie en limitant les effets de la corrosion (rouille, oxydation).
- Garantir la sécurité routière en évitant les risques de détérioration prématurée (affaiblissement des fixations, perte de résistance).
- Respecter les obligations légales en matière d'entretien des équipements de sécurité routière (Code de la route, normes NF EN 1317).
- Améliorer l'esthétique des infrastructures routières.

Contexte spécifique :

- Glissières métalliques en acier galvanisé (type K16 ou similaire, norme NF EN 1317).
- Environnement :
 - Route de montagne (virages, pente, exposition aux intempéries).
 - Saletés visibles : Poussières, boue, traces de végétation, début de corrosion.

- Fixations : Poteaux en acier scellés dans des massifs de béton.
- Longueur à nettoyer : 3 500 mètres (à diviser en tronçons pour faciliter l'organisation des travaux).

14.2. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Glissières de sécurité	NF EN 1317	Classe de performance : N2 (niveau normal) ou H2 (niveau renforcé). Résistance aux chocs : Essai selon NF EN 1317-2.
Nettoyage des ouvrages métalliques	NF P 98-110	Méthodes de nettoyage : Brossage, lavage haute pression, traitement anti-corrosion.
Protection contre la corrosion	NF EN ISO 12944-1 à 8	Durabilité : ≥ 15 ans (catégorie de corrosivité C4 pour les zones côtières ou montagneuses). Épaisseur de revêtement : $\geq 200 \mu\text{m}$.
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Gants, lunettes, chaussures de sécurité. Signalisation temporaire (panneaux K18, D47).
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Gestion des déchets : Évacuation des résidus de nettoyage vers une décharge agréée. Interdiction de rejet dans le milieu naturel.
Travaux près des lignes électriques	Arrêté du 17/05/2001	Distance minimale de 5 m pour les lignes HTA/HTB. Autorisation obligatoire si < 5 m.
Circulation routière	Code de la route (art. R417-9)	Signalisation temporaire obligatoire (panneaux de chantier). Maintien de la circulation si possible.
Qualité de l'eau	Arrêté du 08/12/2020	Interdiction de rejet d'eaux souillées (laitance, produits chimiques) dans les cours d'eau.
Traçabilité des déchets	Décret n°2020-1552	Utilisation obligatoire de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

14.3. Préparation des Travaux

14.3.1. Étude Préalable

1. Repérage des glissières :
 - Cartographier les 3 500 mètres de glissières à nettoyer doit être approuvée et validée par la Moe.

- Identifier les tronçons :
 - Zones accessibles (accès piéton ou véhicule léger).
 - Zones difficiles d'accès (talus, virages serrés, nécessitant des échafaudages ou nacelles).
 - Proximité des lignes électriques (repérage via DICT – Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux).
- État des glissières :
 - Niveau de saleté (poussière, boue, végétation).
 - Degré de corrosion (rouille superficielle ou profonde).
 - Fixations (poteaux, ancrages, boulons).

2. Vérification des contraintes :

- Accès au site : Vérifier les restrictions (route étroite, circulation maintenue).
- Sécurité : Identifier les risques (chute de hauteur, proximité de la route).
- Environnement : Repérer les zones sensibles (cours d'eau, végétation protégée).

3. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- Autorisation pour travaux à proximité des lignes électriques (si applicable, auprès d'Enedis ou RTE).
- DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) pour repérage des réseaux enterrés.

14.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Nettoyage de glissières".
 - "Circulation alternée" (si la route est maintenue ouverte).
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Cônes de signalisation pour délimiter la zone de travail.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les zones en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) pour les glissières en talus.

- Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) si risque de chute.

14.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des glissières et des outils.
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris métalliques).
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Vêtements de travail	NF EN ISO 13688	Protection contre les salissures et les produits chimiques.
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (nettoyeur haute pression).
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).

14.4. Processus de Nettoyage

14.4.1. Nettoyage Préliminaire (Dépoussiérage et Désherbage)

Objectif : Éliminer les saletés grossières (poussières, feuilles, végétation) avant le nettoyage approfondi.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Balai métallique	-	Nettoyage manuel des dépôts légers.
Souffleur thermique	NF EN 60335-1	Élimination des poussières et débris légers.
Débroussailleuse	NF EN 60335-1	Coupe de la végétation le long des glissières.
Brouette	-	Évacuation des déchets verts.
Sac poubelle	-	Collecte des petits débris.

Procédure détaillée :

1. Délimiter la zone :

- Baliser un tronçon de 50 à 100 mètres pour faciliter l'organisation.

- Interdire l'accès aux piétons et véhicules non autorisés.

2. Éliminer la végétation :

- Couper les herbes et buissons le long des glissières avec une débroussailleuse.
- Évacuer les déchets verts vers une benne ou un sac poubelle.

3. Dépoussiérer les glissières :

- Utiliser un souffleur thermique pour éliminer les poussières et saletés légères.
- Balayer manuellement les zones inaccessibles (avec un balai métallique).

Normes applicables :

- NF P 98-110 : Nettoyage des ouvrages métalliques.
- NF X 30-120 : Gestion des déchets verts.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de débris sur les glissières.
- Documenter l'état avant/après nettoyage (photos).

14.4.2. Nettoyage Approfondi (Lavage Haute Pression)

Objectif : Éliminer les saletés incrustées (boue, traces de rouille, graisses) et préparer la surface pour un traitement anti-corrosion.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Nettoyeur haute pression	NF EN 1829 (pression 100-200 bars)	Nettoyage des glissières avec de l'eau (éventuellement additionnée de détergent biodégradable).
Buse rotative	-	Nettoyage uniforme des surfaces métalliques.
Détergent biodégradable	NF EN 15687-1	Élimination des graisses et saletés tenaces (si nécessaire).
Bâche de protection	-	Protection de l'environnement (récupération des eaux de lavage).
Récupérateur d'eaux usées	-	Récupération des eaux pour éviter la pollution (obligatoire près des cours d'eau).

Procédure détaillée :

1. Préparer le nettoyeur :

- Régler la pression entre 100 et 200 bars (selon le degré de saleté).
- Utiliser une buse rotative pour un nettoyage homogène.

2. Nettoyer les glissières :

- Commencer par le haut pour éviter les traces de ruissellement.
- Maintenir une distance de 30 à 50 cm entre la buse et la glissière.
- Insister sur les zones corrodées (rouille, dépôts tenaces).
- Utiliser un détergent biodégradable (norme NF EN 15687-1) si nécessaire (pour les graisses ou huiles).

3. Récupérer les eaux usées :

- Placer une bâche sous les glissières pour récupérer les eaux de lavage.
- Évacuer les eaux vers une station de traitement (si polluées) ou un réseau d'assainissement agréé.

Normes applicables :

- NF EN 1829 : Nettoyeurs haute pression.
- NF EN 15687-1 : Détergents biodégradables.
- Arrêté du 08/12/2020 : Interdiction de rejet d'eaux souillées dans le milieu naturel.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de saletés résiduelles (inspection visuelle).
- Test de propreté : Passer un chiffon blanc sur la glissière (pas de traces).
- Documenter le nettoyage (photos, registre de chantier).

14.4.3. Traitement Anticorrosion

Objectif : Protéger les glissières contre la corrosion et prolonger leur durée de vie.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Peinture anticorrosion	NF EN ISO 12944-5 (épaisseur 200 µm)	Protection des glissières (couleur gris souris ou selon demande du maître d'œuvre).
Primaire d'accrochage	NF EN ISO 12944-1	Amélioration de l'adhérence de la peinture.
Pistolet à peinture	-	Application uniforme de la peinture.
Pinceau	-	Retouches manuelles.
Bâche de protection	-	Protection contre les intempéries pendant le séchage.

Procédure détaillée :

1. Préparer la surface :
 - Sécher les glissières après lavage (attendre 24h si nécessaire).
 - Dégraisser les zones tenaces avec un solvant (si nécessaire).
2. Appliquer le primaire d'accrochage :
 - Pulvériser ou appliquer au pinceau un primaire (norme NF EN ISO 12944-1).
 - Laisser sécher 4 à 6 heures.
3. Appliquer la peinture anticorrosion :
 - 2 couches de peinture (épaisseur totale : 200 µm).
 - Laisser sécher 24h entre chaque couche.
 - Respecter les conditions climatiques (température > 5°C, pas de pluie 48h après application).

Normes applicables :

- NF EN ISO 12944-5 : Peinture anticorrosion (durabilité ≥ 15 ans, catégorie C4).
- NF EN ISO 12944-1 : Primaires d'accrochage.

Contrôle qualité :

- Test d'épaisseur : Mesure au palmer (épaisseur ≥ 200 µm).
- Test d'adhérence : Test au quadrillage (norme NF EN ISO 2409).
- Inspection visuelle : Vérifier l'uniformité de la peinture.

14.4.4. Vérification des Fixations et Ancrages

Objectif : S'assurer de la stabilité des glissières après nettoyage.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Clé à molette	-	Vérification du serrage des boulons et écrous.
Niveau à bulle	-	Vérification de l'alignement des poteaux.
Testeur de tension	-	Contrôle de la tension des câbles de liaison (si présents).
Marteau	-	Test de stabilité des poteaux (pas de jeu).

Procédure détaillée :

1. Inspecter les poteaux :
 - Vérifier la verticalité avec un niveau à bulle (tolérance : ± 5 mm/m).
 - Contrôler le scellement des poteaux dans les massifs de béton (pas de fissures).
2. Inspecter les fixations :
 - Vérifier le serrage des boulons et écrous (clé à molette).
 - Remplacer les éléments corrodés (boulons, écrous, plaques).
3. Inspecter les câbles de liaison (si présents) :
 - Vérifier la tension (allongement < 2 %, norme NF EN 12385).
 - Contrôler le serrage des serre-câbles (norme NF D 62-002).

Normes applicables :

- NF EN 1317-2 : Résistance des glissières.
- NF EN 12385 : Câbles de liaison.
- NF D 62-002 : Serre-câbles.

Contrôle qualité :

- Test de stabilité : Poussée manuelle sur les poteaux (pas de mouvement).
- Test de tension : Vérifier l'allongement des câbles (< 2 %).
- Documenter les contrôles (fiche d'inspection).

14.5. Matériaux et Produits Recommandés

Type de Matériau/Produit	Norme	Spécifications
Peinture anti-corrosion	NF EN ISO 12944-5	Épaisseur 200 µm, durabilité ≥ 15 ans, catégorie C4. Couleur : Gris souris ou selon demande.
Primaire d'accrochage	NF EN ISO 12944-1	Compatible avec les peintures anticorrosion.
Détergent biodégradable	NF EN 15687-1	pH neutre, sans phosphates.
Nettoyeur haute pression	NF EN 1829	Pression 100-200 bars, débit 500-1000 l/h.
Bâche de protection	-	Résistante aux intempéries, dimension adaptée.
Récupérateur d'eaux usées	-	Bac de récupération (volume ≥ 1 m³).

14.6. Contrôles et Validation

14.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase de nettoyage :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Dépoussiérage	Vérifier l'absence de débris et de végétation.	Inspection visuelle	Après chaque tronçon.
Lavage haute pression	Vérifier l'absence de saletés résiduelles.	Test du chiffon blanc	Après chaque tronçon.
Traitement anticorrosion	Vérifier l'épaisseur et l'uniformité de la peinture.	Palmer + test au quadrillage	Après application.
Fixations et ancrages	Vérifier la stabilité des poteaux et des fixations.	Niveau à bulle + clé à molette	Après contrôle.

14.7. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Déchets métalliques (boulons, écrous)	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS (obligatoire).
Déchets de peinture	08 01 11*	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Déchets verts	20 01 08	Déchetterie ou compostage.	TRACKDECHETS.
Eaux usées	19 08 05	Station de traitement des eaux.	Registre de traçabilité.

⚠ Note : Les déchets marqués d'un * doivent faire l'objet d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

14.8. Planning Prévisionnel des Travaux

(Exemple pour le nettoyage de 3 500 mètres de glissières)

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
1. Préparation et repérage	2 jours	Théodolite, logiciel SIG, DICT	NF P 91-100
2. Dépoussiérage et désherbage	5 jours	Souffleur, débroussailleuse, brouette	NF P 98-110, NF X 30-120
3. Nettoyage haute pression	10 jours	Nettoyeur haute pression, bâche	NF EN 1829, NF EN 15687-1
4. Traitement anti-corrosion	7 jours	Peinture, pistolet, bâche	NF EN ISO 12944-5
5. Vérification des fixations	3 jours	Clé à molette, niveau à bulle	NF EN 1317-2, NF EN 12385
6. Contrôles et validation	2 jours	Palmer, testeur d'adhérence	NF EN ISO 2409, NF EN 1317-2
Total	29 jours	-	-

- Les travaux doivent être réalisés par des entreprises certifiées.

Article 15 : Remise en peinture des Glissières de Sécurité (Couleur Blanche)

(Longueur : 850 mètres – Glissières déjà peintes en blanc)

15.1. Objectif

La remise en peinture des glissières de sécurité déjà peintes en blanc vise à :

- Rétablir leur visibilité pour les usagers de la route (sécurité active).
- Protéger contre la corrosion (rouille, oxydation) et prolonger leur durée de vie.
- Maintenir leur efficacité en tant que dispositif de sécurité passive (norme NF EN 1317).
- Respecter les obligations légales en matière d'entretien des équipements de sécurité routière (Code de la route, normes NF EN ISO 12944).
- Améliorer l'esthétique des infrastructures routières.

Contexte spécifique :

- Glissières métalliques en acier galvanisé (type K16 ou similaire, norme NF EN 1317).
- Couleur actuelle : Blanc (remise en peinture dans la même couleur).
- Environnement :
 - Route de montagne (virages, pente, exposition aux intempéries).
 - Saletés visibles : Traces de boue, poussière, début de corrosion.
 - Fixations : Poteaux en acier scellés dans des massifs de béton.
- Longueur à traiter : 850 mètres (à diviser en tronçons pour faciliter l'organisation des travaux).

15.2. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Glissières de sécurité	NF EN 1317	Classe de performance : N2 ou H2. Visibilité : Couleur contrastée (blanc recommandé).
Peinture anticorrosion	NF EN ISO 12944-5	Durabilité : ≥ 15 ans. Catégorie de corrosivité : C4 (zones montagneuses ou côtières). Épaisseur : $\geq 200 \mu\text{m}$.
Préparation des surfaces	NF EN ISO 12944-4	Dégraissage et décapage des anciennes couches (norme NF EN ISO 8501-1).
Application de la peinture	NF EN ISO 12944-6	2 couches (primaire + peinture). Conditions climatiques : Température $> 5^{\circ}\text{C}$, humidité $< 80 \%$.

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Gants, lunettes, masques, chaussures de sécurité. Signalisation temporaire (panneaux K18, D47).
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Gestion des déchets : Évacuation des résidus de peinture vers une décharge agréée. Interdiction de rejet dans le milieu naturel.
Travaux près des lignes électriques	Arrêté du 17/05/2001	Distance minimale de 5 m pour les lignes HTA/HTB. Autorisation obligatoire si < 5 m.
Circulation routière	Code de la route (art. R417-9)	Signalisation temporaire obligatoire. Maintien de la circulation si possible.
Traçabilité des déchets	Décret n°2020-1552	Utilisation obligatoire de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

15.3. Préparation des Travaux

15.3.1. Étude Préalable

1. Repérage des glissières :

- Cartographier les 850 mètres de glissières à repeindre.
- Identifier les tronçons :
 - Zones accessibles (accès piéton ou véhicule léger).
 - Zones difficiles d'accès (talus, virages serrés, nécessitant des échafaudages ou nacelles).
 - Proximité des lignes électriques (repérage via DICT).
- État des glissières :
 - Degré de corrosion (rouille superficielle ou profonde).
 - Adhérence de l'ancienne peinture (test au quadrillage, norme NF EN ISO 2409).
 - Fixations (poteaux, ancrages, boulons).

2. Vérification des contraintes :

- Accès au site : Vérifier les restrictions (route étroite, circulation maintenue).
- Sécurité : Identifier les risques (chute de hauteur, proximité de la route).
- Environnement : Repérer les zones sensibles (cours d'eau, végétation protégée).

3. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- Autorisation pour travaux à proximité des lignes électriques (si applicable, auprès d'Enedis ou RTE).
- DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) pour repérage des réseaux enterrés.

15.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Peinture en cours".
 - "Circulation alternée" (si la route est maintenue ouverte).
 - Feux clignotants (si circulation maintenue).
 - Cônes de signalisation pour délimiter la zone de travail.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les zones en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) pour les glissières en talus.
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) si risque de chute.

15.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des glissières et des outils.
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, particules de peinture).
Masque anti-poussière	NF EN 149	Obligatoire pour le ponçage et l'application de peinture.
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Combinaison de travail	NF EN ISO 13688	Protection contre les produits chimiques (peinture, solvants).

Équipement	Norme	Utilisation
Protecteur auditif	NF EN 352-1	Obligatoire pour les outils bruyants (ponceuse, compresseur).

15.4. Processus de remise en peinture

15.4.1. Préparation des Surfaces

Objectif : Éliminer les salissures, l'ancienne peinture écaillée et la corrosion pour assurer une bonne adhérence de la nouvelle peinture.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Brosse métallique	-	Décapage manuel des zones corrodées ou écaillées.
Ponceuse électrique	NF EN 60745-1	Décapage mécanique des anciennes couches de peinture.
Compresseur	NF EN 837-1	Nettoyage des surfaces après décapage.
Dégraissant	NF EN 15687-1	Élimination des graisses et huiles (si nécessaire).
Chiffons industriels	-	Essuyage des surfaces avant application de la peinture.
Ruban de masquage	-	Protection des zones non à peindre (fixations, signalisation).

Procédure détaillée :

1. Délimiter la zone :

- Baliser un tronçon de 50 à 100 mètres pour faciliter l'organisation.
- Interdire l'accès aux piétons et véhicules non autorisés.

2. Décaper l'ancienne peinture :

- Zones écaillées ou corrodées :
 - Utiliser une brosse métallique pour les petites zones.
 - Utiliser une ponceuse électrique pour les grandes surfaces (grain 80-120).
- Nettoyer les surfaces :
 - Souffler les poussières avec un compresseur.
 - Dégraisser avec un dégraissant biodégradable (norme NF EN 15687-1) si nécessaire.

3. Contrôler l'état des surfaces :

- Test d'adhérence : Test au quadrillage (norme NF EN ISO 2409) pour vérifier la cohésion de l'ancienne peinture.
- Repérer les zones à traiter (corrosion, écaillage) et les marquer pour application d'un primaire.

Normes applicables :

- NF EN ISO 8501-1 : Préparation des surfaces métalliques (degré de propreté Sa 2,5).
- NF EN ISO 2409 : Test d'adhérence des peintures.
- NF EN 15687-1 : Dégraissants biodégradables.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de poussière et de graisse sur les surfaces.
- Documenter l'état des surfaces avant application (photos).

15.4.2. Application du Primaire d'Accrochage

Objectif : Améliorer l'adhérence de la peinture sur le support métallique.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Primaire d'accrochage	NF EN ISO 12944-1	Compatible avec la peinture blanche (époxy ou polyuréthane).
Pistolet à peinture	-	Application uniforme du primaire.
Pinceau	-	Retouches manuelles (zones difficiles d'accès).
Bâche de protection	-	Protection de l'environnement (récupération des excédents de primaire).

Procédure détaillée :

1. Appliquer le primaire :

- Pulvériser ou appliquer au pinceau le primaire sur les zones décapées ou corrodées.
- Respecter les conditions climatiques :
 - Température : > 5°C.

- Humidité : < 80 %.
- Pas de pluie pendant l'application et le séchage.

2. Laisser sécher :

- Durée de séchage : 4 à 6 heures (selon les instructions du fabricant).

Normes applicables :

- NF EN ISO 12944-1 : Primaire d'accrochage pour structures métalliques.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de bulles ou de coulures sur le primaire.
- Test d'adhérence : Test au quadrillage après séchage (norme NF EN ISO 2409).

15.4.3. Application de la Peinture Blanche

Objectif : Appliquer une couche de peinture blanche pour rétablir la visibilité et protéger contre la corrosion.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Peinture blanche anticorrosion	NF EN ISO 12944-5 (épaisseur 200 µm)	Type : Époxy ou polyuréthane. Durabilité : ≥ 15 ans. Catégorie C4.
Pistolet à peinture	-	Application uniforme de la peinture.
Pinceau	-	Retouches manuelles (zones difficiles d'accès).
Ruban de masquage	-	Protection des zones non à peindre.
Bâche de protection	-	Protection contre les intempéries pendant le séchage.

Procédure détaillée :

1. Préparer la peinture :

- Mélanger la peinture selon les instructions du fabricant.
- Ajuster la viscosité si nécessaire (avec un solvant compatible).

2. Appliquer la première couche :

- Pulvériser la peinture avec un pistolet (pression 2-3 bars).

- Respecter une distance de 30 à 50 cm entre le pistolet et la surface.
- Appliquer en bandes parallèles pour éviter les coulures.

3. Laisser sécher :

- Durée de séchage : 24 heures (selon les conditions climatiques).

4. Appliquer la deuxième couche :

- Répéter l'application pour une épaisseur totale de 200 µm.
- Laisser sécher 24 heures avant remise en service.

Normes applicables :

- NF EN ISO 12944-5 : Peinture anticorrosion (durabilité $\geq$ 15 ans, catégorie C4).
- NF EN ISO 12944-6 : Application de la peinture (conditions climatiques).

Contrôle qualité :

- Vérifier l'épaisseur de la peinture :
 - Mesure au palmer (épaisseur $\geq$ 200 µm).
- Test d'adhérence :
 - Test au quadrillage (norme NF EN ISO 2409).
- Inspection visuelle :
 - Vérifier l'uniformité de la couleur et l'absence de défauts (coulures, bulles).

15.5. Matériaux et Produits Recommandés

Type de Matériau/Produit	Norme	Spécifications
Peinture blanche anticorrosion	NF EN ISO 12944-5	Époxy ou polyuréthane, épaisseur 200 µm, durabilité $\geq$ 15 ans, catégorie C4. Couleur : Blanc RAL 9010.
Primaire d'accrochage	NF EN ISO 12944-1	Compatible avec les peintures époxy ou polyuréthane.
Dégraissant biodégradable	NF EN 15687-1	pH neutre, sans phosphates.
Pistolet à peinture	-	Pression 2-3 bars, compatible avec les peintures époxy/polyuréthane.

Type de Matériau/Produit	Norme	Spécifications
Ponceuse électrique	NF EN 60745-1	Puissance 500-1000 W, grain 80-120.
Bâche de protection	-	Résistante aux intempéries, dimension adaptée.

15.6. Contrôles et Validation

15.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase de peinture :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Préparation des surfaces	Vérifier l'absence de poussière, graisse et écaillage.	Inspection visuelle + test au quadrillage	Après chaque tronçon.
Application du primaire	Vérifier l'absence de bulles ou de coulures.	Inspection visuelle	Après application.
Application de la peinture	Vérifier l'épaisseur et l'uniformité de la peinture.	Palmer + test au quadrillage	Après chaque couche.
Séchage	Vérifier l'absence de défauts (craquelures, coulures).	Inspection visuelle	Après séchage.

15.7. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Déchets de peinture	08 01 11*	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Chiffons souillés	15 02 02*	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Emballages de peinture	15 01 10	Centre de recyclage des emballages.	TRACKDECHETS.

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Poussières métalliques	17 01 01	Déchetterie de classe 3.	TRACKDECHETS.

⚠ Note : Les déchets marqués d'un * doivent faire l'objet d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

15.8. Planning Prévisionnel des Travaux

(Exemple pour la remise en peinture de 850 mètres de glissières)

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
1. Préparation et repérage	1 jour	Théodolite, logiciel SIG, DICT	NF P 91-100
2. Décapage et nettoyage	4 jours	Ponceuse, compresseur, dégraissant	NF EN ISO 8501-1, NF EN 15687-1
3. Application du primaire	2 jours	Pistolet à peinture, pinceau	NF EN ISO 12944-1
4. Application de la peinture (2 couches)	4 jours	Pistolet à peinture, bâche de protection	NF EN ISO 12944-5, NF EN ISO 12944-6
5. Contrôles et validation	1 jour	Palmer, testeur d'adhérence	NF EN ISO 2409, NF EN ISO 12944-5
Total	12 jours	-	-

Article 16 : Mise en Place de Dispositifs Réfléchissants, Signalisation Montagne et Remplacement des Panneaux de Signalisation Routière

16.1. Objectif

Cet article définit les procédures pour :

1. La mise en place de dispositifs réfléchissants (catadioptrés) sur les glissières de sécurité pour améliorer leur visibilité nocturne et par mauvais temps.

2. La mise en place d'une signalisation adaptée aux zones montagneuses (panneaux spécifiques).
3. Le remplacement systématique des panneaux de signalisation routière ou d'indication (dégradés, illisibles, ou non conformes aux normes).

Ces travaux visent à :

- Améliorer la sécurité routière en montagne (visibilité réduite, conditions météo difficiles).
- Respecter les normes en vigueur (NF P 98-100, NF EN 12899-1, Code de la route).
- Garantir la durabilité des équipements face aux intempéries (neige, gel, pluie).
- Assurer la conformité avec les exigences du Code de la route et des gestions de voirie (DREAL, Conseils départementaux, ministère des Armées si applicable).
- Glissières métalliques en acier galvanisé (type K16 ou similaire, norme NF EN 1317).
- Environnement montagneux :
 - Route sinueuse avec virages serrés.
 - Visibilité réduite la nuit ou par temps de brouillard.
 - Présence de végétation dense et de talus rocheux.
- Panneaux existants : Certains dégradés (peinture écaillée, corrosion) ou non conformes aux normes actuelles.

16.2. Normes et Réglementations Applicables

16.2.1. Dispositifs Réfléchissants (Catadioptres)

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Catadioptres	NF EN 12899-1	Classe 1 ou 2 (visibilité ≥ 150 m la nuit). Résistance aux UV et intempéries.
Fixation sur glissières	NF P 98-100	Collage ou rivetage (résistance au vent ≥ 100 km/h). Espacement : Tous les 2 à 3 m.
Couleur et visibilité	Arrêté du 24/11/1967	Blanc pour les glissières (contraste avec la route). Réflexion minimale : 400 mcd/lux.

16.2.2. Signalisation Montagne

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Panneaux de signalisation	NF P 98-100	Matériaux : Acier galvanisé ou aluminium. Visibilité : Rétro réfléchissants (classe 2).

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Signalisation des virages	Code de la route (art. R417-10)	Panneaux A18a/b (virage à gauche/droite). Distance minimale : 150 m avant le virage.
Signalisation des pentes	Code de la route (art. R417-11)	Panneaux A19 (pente > 10 %). Répétition tous les 100 m en descente.
Signalisation des chutes de pierres	Code de la route (art. R417-12)	Panneaux A21 ("Risque de chute de pierres"). Hauteur : 1,5 m au-dessus du sol.

16.2.3. Remplacement des Panneaux de Signalisation

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Panneaux routiers	NF P 98-100	Matériaux : Acier galvanisé (épaisseur $\geq 1,5$ mm) ou aluminium. Fixation : Poteaux en acier galvanisé (diamètre 60-80 mm).
Visibilité	Arrêté du 24/11/1967	Rétro réfléchissants (classe 2). Hauteur : 1 à 2,5 m au-dessus du sol.
Implantation	Code de la route (art. R417-9)	Distance de lisibilité : ≥ 150 m. Angle de visibilité : 10° à 30° .
Résistance aux intempéries	NF EN ISO 12944-2	Durabilité : ≥ 10 ans. Protection anti-corrosion (galvanisation ou peinture époxy).

16.2.4. Sécurité et Environnement

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Casque, gants, chaussures de sécurité, harnais (si travail en hauteur).
Signalisation temporaire	NF P 91-100	Panneaux de chantier : "Travaux en cours", "Risque de chute". Feux clignotants si nécessaire.
Gestion des déchets	Arrêté du 08/12/2020	Tri sélectif (métaux, panneaux, emballages). Évacuation vers décharge agréée.
Traçabilité des déchets	Décret n°2020-1552	TRACKDECHETS obligatoire pour les sites du ministère des Armées.
Protection des réseaux	NF S70-003-1 et 2	DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) avant forage.

16.3. Préparation des Travaux

16.3.1. Étude Préalable

1. Repérage et diagnostic :

- Cartographier les glissières et doit être approuvée et validée par la Moe :
 - Localisation des tronçons à équiper (longueur totale : variable selon besoin).
 - Identification des zones à risque (virages, pentes, chutes de pierres).
- Inspection des glissières :
 - État de la peinture (écaillage, corrosion).
 - Stabilité des fixations (poteaux, ancrages).
- Repérage des panneaux existants :
 - Localisation.
 - État (lisibilité, conformité aux normes, corrosion).
 - Besoin de remplacement (panneaux illisibles, déformés, ou non rétroréfléchissants).

2. Vérification des contraintes :

- Accès au site : Vérifier les restrictions (route étroite, circulation maintenue).
- Sécurité : Identifier les risques (chute de hauteur, proximité de la route).

3. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- Autorisation pour travaux à proximité des lignes électriques (si applicable, auprès d'Enedis ou RTE).
- DICT (pour repérage des réseaux enterrés avant forage).

16.3.2. Signalisation et Sécurité

• Baliser la zone :

- Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Risque de chute d'objets".
 - "Circulation alternée" (si nécessaire).
- Feux clignotants (si circulation maintenue).
- Cônes de signalisation pour délimiter la zone de travail.

- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les travaux en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) pour les glissières en talus.
 - Filets de sécurité (norme NF EN 1263-1) si risque de chute.

16.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des glissières et des panneaux.
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris).
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).
Masque anti-poussière	NF EN 149	Obligatoire pour le ponçage ou l'application de peinture.

16.4. Mise en Place des Dispositifs Réfléchissants (Catadioptres)



16.4.1. Choix des Catadioptres

Type de Catadioptre	Norme	Caractéristiques	Utilisation
Catadioptre classe 1	NF EN 12899-1	Visibilité : ≥ 150 m. Couleur : Blanc (pour glissières). Fixation : Collage ou rivetage.	Glissières en zone peu fréquentée.
Catadioptre classe 2	NF EN 12899-1	Visibilité : ≥ 300 m. Résistance aux UV : 10 ans. Fixation : Rivetage recommandé.	Glissières en zone à fort trafic ou montagneuse.
Bande réfléchissante	NF EN 12899-1	Largeur : 50 mm. Couleur : Blanc ou argent. Adhésif haute résistance.	Application sur les bords des glissières pour une visibilité continue.

16.4.2. Préparation des Glissières

Objectif : Nettoyer et préparer les glissières pour une fixation optimale des catadioptres.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Brosse métallique	-	Nettoyage manuel des saletés et de la rouille.
Nettoyeur haute pression	NF EN 1829 (100-200 bars)	Élimination des poussières et débris incrustés.
Dégraissant	NF EN 15687-1	Élimination des graisses et huiles.
Chiffons industriels	-	Sécher les surfaces après nettoyage.
Ponceuse électrique	NF EN 60745-1	Décapage des zones corrodées (si nécessaire).

Procédure détaillée :

1. Nettoyer les glissières :

- Éliminer les saletés (poussières, boue) avec un nettoyeur haute pression.
- Dégraisser les zones de fixation avec un dégraissant biodégradable.
- Sécher les surfaces avec des chiffons industriels.

2. Décaper les zones corrodées :

- Utiliser une brosse métallique ou une ponceuse pour éliminer la rouille.
- Vérifier l'état du métal : Pas de trous ou de déformations majeures.

3. Marquer les points de fixation :

- Espacement : Tous les 2 à 3 mètres (selon la norme NF P 98-100).

- Positionnement : En haut et en bas des glissières pour une visibilité optimale.

Normes applicables :

- NF EN 12899-1 : Dispositifs réfléchissants.
- NF P 98-100 : Signalisation routière.
- NF EN 1829 : Nettoyeurs haute pression.

Contrôle qualité :

- Vérifier la propreté des surfaces (pas de poussière, graisse, ou rouille).
- Documenter l'état des glissières avant pose (photos).

16.4.3. Pose des Catadioptres

Objectif : Fixer les catadioptres de manière durable et visible.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Catadioptres classe 1 ou 2	NF EN 12899-1	Fixation par rivetage.
Riveteuse	-	Fixation mécanique des catadioptres (si nécessaire).
Niveau à bulle	-	Vérification de l'alignement des catadioptres.
Ruban de masquage	-	Protection des zones non concernées.

Procédure détaillée :

1. Fixation :
 - Rivetage :
 - Percer des trous dans la glissière (diamètre adapté au rivet).
 - Fixer le catadioptre avec une riveteuse.
2. Vérifier l'alignement :
 - Utiliser un niveau à bulle pour s'assurer que les catadioptres sont horizontaux.
3. Tester la visibilité :
 - Vérifier la réflexion la nuit avec un phare (visibilité ≥ 150 m).

Normes applicables :

- NF EN 12899-1 : Pose des catadioptres.
- NF P 98-100 : Signalisation routière.

Contrôle qualité :

- Test de visibilité nocturne : Vérifier la réflexion avec un phare.
- Test de résistance : Tirer sur les catadioptres (résistance ≥ 50 N).
- Inspection visuelle : Vérifier l'alignement et l'absence de défauts.

16.5. Mise en Place de la Signalisation Montagne



16.5.1. Panneaux Spécifiques pour Zones Montagneuses

Type de Panneau	Norme	Caractéristiques	Emplacement
Panneau A18a (Virage à gauche)	NF P 98-100	Forme triangulaire, fond blanc, bord rouge. Rétro réfléchissant classe 2.	150 m avant le virage.
Panneau A18b (Virage à droite)	NF P 98-100	Idem A18a.	150 m avant le virage.
Panneau A19 (Pente > 10 %)	NF P 98-100	Forme triangulaire, fond blanc, symbole noir (pente). Rétro réfléchissant classe 2.	Tous les 100 m en descente.

Type de Panneau	Norme	Caractéristiques	Emplacement
Panneau A21 (Chute de pierres)	NF P 98-100	Forme triangulaire, fond blanc, symbole noir (pierre). Rétro réfléchissant classe 2.	En amont des zones à risque.
Panneau AB20 (Passage étroit)	NF P 98-100	Forme rectangulaire, fond blanc, bord rouge. Rétro réfléchissant classe 2.	Avant les ponts ou tunnels étroits.
Panneau K25 (Fin de pente)	NF P 98-100	Forme carrée, fond blanc. Rétro réfléchissant classe 2.	En fin de descente.

16.5.2. Implantation des Panneaux

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Panneaux rétro réfléchissants	NF P 98-100	Classe 2, acier galvanisé ou aluminium.
Poteaux en acier galvanisé	NF EN 10025-2	Diamètre 60-80 mm, hauteur 1,5 à 2,5 m.
Scellement chimique	NF EN 1537	Fixation des poteaux dans le sol.
Niveau à bulle	-	Vérification de la verticalité des poteaux.
Marteau-piqueur	NF EN 60745-1	Réalisation des trous pour le scellement.

Procédure détaillée :

1. Repérage des emplacements :

- Utiliser un GPS ou un plan topographique pour localiser les panneaux.
- Vérifier la visibilité depuis la route (angle de 10° à 30°).

2. Pose des poteaux :

- Creuser un trou (profondeur 50-60 cm, diamètre 20 cm).
- Sceller le poteau avec du ciment rapide ou un scellement chimique.
- Vérifier la verticalité avec un niveau à bulle.

3. Fixation des panneaux :

- Fixer le panneau sur le poteau avec des boulons inox (norme NF EN 10088-3).
- Vérifier l'orientation : Le panneau doit être perpendiculaire à la route.

4. Vérification finale :

- Test de lisibilité : Le panneau doit être lisible à 150 m.

- Test de rétroréflexion : Vérifier avec un phare la nuit.

Normes applicables :

- NF P 98-100 : Implantation des panneaux.
- Code de la route (art. R417-9 à R417-12) : Signalisation routière.

Contrôle qualité :

- Vérifier la verticalité des poteaux (niveau à bulle).
- Test de lisibilité : Distance ≥ 150 m.
- Test de rétroréflexion : Visibilité nocturne ≥ 150 m.

16.6. Remplacement des Panneaux de Signalisation Routière ou d'Indication



16.6.1. Démontage des Ancien Panneaux

Objectif : Retirer les panneaux dégradés ou non conformes avant leur remplacement.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Clé à molette	-	Desserrage des boulons de fixation.
Perceuse	NF EN 60745-1	Démontage des poteaux scellés (si nécessaire).
Pied-de-biche	-	Décoller les panneaux fixés sans boulons.
Benne à déchets	-	Évacuation des anciens panneaux.

Procédure détaillée :

1. Sécuriser la zone :
 - Baliser autour du panneau à démonter.
 - Couper l'alimentation électrique si le panneau est éclairé.
2. Démonter le panneau :
 - Desserrage des boulons avec une clé à molette.
 - Retirer le panneau du poteau.
3. Démonter le poteau (si nécessaire) :
 - Dégager le scellement avec une perceuse ou un marteau-piqueur.
 - Retirer le poteau avec un pied-de-biche.
4. Évacuer les déchets :
 - Trier les matériaux (métaux, panneaux, fixations).
 - Évacuer vers une décharge agréée (TRACKDECHETS obligatoire).

Normes applicables :

- NF P 98-100 : Démontage des panneaux.
- Arrêté du 08/12/2020 : Gestion des déchets.

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de débris sur la zone.
- Documenter le démontage (photos, registre).

16.6.2. Pose des Nouveaux Panneaux

Objectif : Installer des panneaux neufs et conformes aux normes.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Panneaux neufs	NF P 98-100	Acier galvanisé ou aluminium, rétro réfléchissants classe 2.
Poteaux neufs	NF EN 10025-2	Acier galvanisé, diamètre 60-80 mm.
Boulons inox	NF EN 10088-3	Fixation des panneaux sur les poteaux.
Scellement chimique	NF EN 1537	Fixation des poteaux dans le sol.

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Niveau à bulle	-	Vérification de la verticalité.

Procédure détaillée :

1. Préparer les fondations :
 - Creuser un trou (profondeur 50-60 cm, diamètre 20 cm).
 - Sceller le poteau avec du ciment rapide ou un scellement chimique.
2. Fixer le panneau :
 - Positionner le panneau à la hauteur réglementaire (1 à 2,5 m).
 - Fixer avec des boulons inox (serrage au couple recommandé).
3. Vérifier l'orientation :
 - Le panneau doit être perpendiculaire à la route et visible à 150 m.
4. Tester la rétroréflexion :
 - Vérifier la visibilité nocturne avec un phare.

Normes applicables :

- NF P 98-100 : Pose des panneaux.
- Code de la route (art. R417-9) : Implantation et visibilité.

Contrôle qualité :

- Vérifier la verticalité des poteaux (niveau à bulle).
- Test de lisibilité : Distance ≥ 150 m.
- Test de rétroréflexion : Visibilité nocturne ≥ 150 m.

16.7. Contrôles et Validation

16.7.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Pose des catadioptrés	Vérifier la fixation et la visibilité.	Phare, niveau à bulle	Après chaque tronçon.
Pose des panneaux	Vérifier la verticalité, la lisibilité et la rétroréflexion.	Niveau à bulle, phare	Après chaque pose.
Remplacement des panneaux	Vérifier la conformité et la fixation.	Inspection visuelle	Après chaque remplacement.

16.8. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Ancien panneaux métalliques	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS (obligatoire).
Poteaux en acier	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS.
Déchets de peinture	08 01 11*	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Emballages	15 01 10	Centre de recyclage des emballages.	TRACKDECHETS.

⚠ Note : Les déchets marqués d'un * doivent faire l'objet d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

16.9. Planning Prévisionnel des Travaux

(Exemple pour un tronçon de 1 km de route montagneuse)

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
1. Préparation et repérage	2 jours	Théodolite, GPS, DICT	NF P 91-100
2. Nettoyage des glissières	3 jours	Nettoyeur haute pression, brosse métallique	NF EN 1829

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
3. Pose des catadioptrés	4 jours	Catadioptrés, adhésif, riveteuse	NF EN 12899-1
4. Pose des panneaux montagne	5 jours	Panneaux, poteaux, scellement chimique	NF P 98-100
5. Remplacement des panneaux	5 jours	Panneaux, poteaux, boulons inox	NF P 98-100
6. Contrôles et validation	2 jours	Phare, niveau à bulle, testeur de rétroréflexion	NF EN 12899-1, NF P 98-100
Total	21 jours	-	-

Article 17 : Mise en Place de Dispositifs de Numérotation sur les Ouvrages

(Plaques à 4 chiffres pour identification des murs, glissières, panneaux, etc.)



17.1. Objectif

La mise en place de dispositifs de numérotation (plaques métalliques ou plastiques à 4 chiffres) sur chaque ouvrage vise à :

- Identifier clairement chaque élément du patrimoine (murs, glissières, panneaux, etc.) pour :
 - Faciliter la maintenance (interventions ciblées).
 - Améliorer la traçabilité des travaux (rapports d'inspection, historiques).
 - Optimiser la gestion des urgences (localisation rapide en cas d'incident).

- Respecter les normes en vigueur pour la signalisation et l'identification des ouvrages (NF P 91-100, NF EN ISO 12944, Code de la route).
- Garantir la durabilité des plaques face aux intempéries (pluie, gel, UV).
- Assurer la lisibilité à distance (normes de contraste et de taille).
- Ouvrages concernés : Murs de soutènement, glissières de sécurité, panneaux de signalisation, etc.
- Type de numérotation : Plaques métalliques ou plastiques avec 4 chiffres (ex. : "MUR 7" → "0007").
- Environnement :
 - Zones montagneuses (exposition aux intempéries, variations de température).
 - Proximité de la végétation (risque de masquage des plaques).
- Fixation : Sur murs en béton, glissières métalliques ou poteaux.

17.2. Normes et Réglementations Applicables

Domaine	Norme/Référence	Exigences
Identification des ouvrages	NF P 91-100	Plaques de signalisation : Lisibilité à 20 m. Couleur : Contraste élevé (noir sur fond blanc ou inversement).
Matériaux des plaques	NF EN ISO 12944-2	Durabilité : ≥ 15 ans. Protection anti-corrosion (galvanisation ou peinture époxy).
Fixation des plaques	NF EN 10088-3 (inox)	Résistance aux intempéries et aux chocs. Fixation : Rivets, boulons inox ou collage.
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI : Gants, lunettes, chaussures de sécurité. Signalisation temporaire.
Environnement	Code de l'environnement (art. L541-1)	Gestion des déchets : Évacuation des anciennes plaques vers une décharge agréée.
Traçabilité	Décret n°2020-1552	TRACKDECHETS obligatoire pour les sites du ministère des Armées.
Signalisation routière	Code de la route (art. R417-9)	Visibilité : Plaques non masquées par la végétation. Hauteur : 1 à 2 m au-dessus du sol.

17.3. Préparation des Travaux

Doit être approuvé et validé par la Moe.

17.3.1. Étude Préalable et Numérotation

1. Inventaire des ouvrages :

- Lister tous les ouvrages à numéroté (murs, glissières, panneaux, etc.).
- Attribuer un numéro unique à 4 chiffres à chaque ouvrage (ex. : "0001" à "9999").
- Cartographier les emplacements avec :
 - Coordonnées GPS de chaque ouvrage.
 - Type d'ouvrage (mur, glissière, panneau).
 - Photo de référence pour chaque plaque.

2. Choix des plaques :

- Matériau :
 - Acier galvanisé (norme NF EN 10142) pour une durabilité optimale.
 - Aluminium anodisé (norme NF EN 755) pour un poids léger.
 - Plastique résistant aux UV (norme NF EN ISO 4892) pour les zones moins exposées.
- Dimensions :
 - 200 x 100 mm (standard pour une bonne lisibilité).
 - Épaisseur : 2 mm (acier) ou 3 mm (aluminium/plastique).
- Couleur :
 - Fond blanc + chiffres noirs (meilleur contraste).
 - Fond rouge + chiffres blancs (pour les zones à risque élevé).

3. Vérification des contraintes :

- Accès aux ouvrages : Vérifier les restrictions (talus, hauteur, proximité de la route).
- Sécurité : Identifier les risques (chute de hauteur, proximité de lignes électriques).
- Environnement : Repérer les zones sensibles (végétation à tailler pour éviter le masquage).

4. Demande d'autorisations :

- Autorisation du gestionnaire de la route (DREAL, Conseil départemental, ou ministère des Armées).
- DICT (Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux) si forage.

17.3.2. Signalisation et Sécurité

- Baliser la zone :
 - Panneaux de chantier (norme NF P 91-100) :
 - "Travaux en cours".
 - "Pose de plaques".

- Cônes de signalisation pour délimiter la zone de travail.
- Équipements de protection collective :
 - Échafaudages (norme NF EN 12810-2) pour les travaux en hauteur (> 2 m).
 - Nacelles élévatrices (norme NF EN 280) pour les ouvrages en talus.

17.3.3. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Équipement	Norme	Utilisation
Casque de sécurité	NF EN 397	Obligatoire pour tous les intervenants.
Gants anti-coupures	NF EN 388	Protection contre les arêtes vives des plaques et des outils.
Lunettes de protection	NF EN 166	Protection contre les projections (poussières, débris).
Chaussures de sécurité	NF EN ISO 20345	Semelle anti-perforation et antidérapante.
Harnais et longe	NF EN 361	Obligatoire pour les travaux en hauteur (> 2 m).

17.4. Fabrication et Préparation des Plaques

17.4.1. Fabrication des Plaques

Objectif : Produire des plaques durables, lisibles et conformes aux normes.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Plaques en acier galvanisé	NF EN 10142	Épaisseur 2 mm, traitement anti-corrosion (zinc ≥ 275 g/m ²).
Plaques en aluminium	NF EN 755	Épaisseur 3 mm, anodisation pour résistance aux UV.
Plaques en plastique	NF EN ISO 4892	Résistance aux UV, épaisseur 3 mm.
Peinture époxy	NF EN ISO 12944-5	Couleur : Noir (chiffres) ou blanc (fond). Épaisseur 80 μ m.
Pochoirs numériques	-	Pour une application précise des chiffres.
Machine de gravure laser	-	Gravure des chiffres pour une durabilité accrue (optionnel).

Procédure détaillée :

1. Découpe des plaques :

- Découper les plaques aux dimensions 200 x 100 mm (scie à métaux ou découpe laser).
- Poncer les bords pour éviter les coupures.

2. Application de la peinture :

- Nettoyer les plaques avec un dégraissant (norme NF EN 15687-1).
- Appliquer un primaire d'accrochage (norme NF EN ISO 12944-1).
- Peindre le fond (blanc) et les chiffres (noir) avec une peinture époxy (2 couches).
- Laisser sécher 24h entre chaque couche.

3. Option : Gravure laser :

- Graver les chiffres directement sur la plaque (sans peinture) pour une durabilité maximale.

Normes applicables :

- NF EN 10142 : Acier galvanisé.
- NF EN ISO 12944-5 : Peinture époxy.
- NF EN ISO 4892 : Résistance aux UV (plastique).

Contrôle qualité :

- Vérifier l'absence de défauts (bulles, coulures).
- Test d'adhérence : Test au quadrillage (norme NF EN ISO 2409).
- Test de lisibilité : Vérifier la visibilité à 20 m.

17.5. Pose des Plaques de Numérotation

17.5.1. Préparation des Supports

Objectif : Nettoyer et préparer les supports (murs, glissières, poteaux) pour une fixation optimale.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Brosse métallique	-	Nettoyage des saletés et de la rouille.
Nettoyeur haute pression	NF EN 1829	Élimination des poussières et débris incrustés.

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Dégraissant	NF EN 15687-1	Élimination des graisses et huiles.
Chiffons industriels	-	Sécher les surfaces après nettoyage.
Niveau à bulle	-	Vérification de l'horizontalité des plaques.

Procédure détaillée :

1. Nettoyer le support :

- Éliminer les saletés (poussières, boue) avec un nettoyeur haute pression.
- Dégraisser la zone de fixation avec un dégraissant biodégradable.
- Sécher avec des chiffons industriels.

2. Repérer l'emplacement :

- Positionner la plaque à 1,5 m du sol (hauteur standard pour lisibilité).
- Vérifier l'horizontalité avec un niveau à bulle.

3. Préparer les fixations :

- Percer des trous (si fixation par boulons ou rivets) :
 - Diamètre : Adapté aux fixations (ex. : 6 mm pour des boulons M6).
 - Profondeur : 20 mm (pour scellement chimique si nécessaire).

Normes applicables :

- NF EN 1829 : Nettoyeurs haute pression.
- NF EN 15687-1 : Dégraissants biodégradables.

Contrôle qualité :

- Vérifier la propreté du support (pas de poussière, graisse, ou rouille).
- Documenter l'état du support avant pose (photos).

17.5.2. Fixation des Plaques

Objectif : Fixer les plaques de manière durable et visible.

Matériel nécessaire :

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Boulons inox (A2 ou A4)	NF EN 10088-3	Fixation mécanique (diamètre 6-8 mm).
Rivets aveuglants	NF EN ISO 14588	Fixation rapide sans accès à l'envers.
Collage (adhésif époxy)	NF EN 1504-4	Fixation sans perçage (pour les supports sensibles).
Équerres de fixation	NF EN 10025-2	Pour les plaques lourdes ou les supports irréguliers.
Clé à molette	-	Serrage des boulons.

Procédure détaillée :

1. Choisir le type de fixation :

- Fixation par boulons/rivets (recommandé pour les murs et glissières) :
 - Percer des trous dans la plaque et le support.
 - Fixer avec des boulons inox (serrage au couple recommandé).
 - Utiliser des rondelles pour répartir la pression.
- Fixation par collage (pour les supports lisses ou fragiles) :
 - Appliquer un adhésif époxy (norme NF EN 1504-4) au dos de la plaque.
 - Presser fermement pendant 24h.
- Fixation par équerres (pour les poteaux ou supports irréguliers) :
 - Fixer l'équerre au support avec des boulons inox.
 - Visser la plaque sur l'équerre.

2. Vérifier la fixation :

- Tester la résistance : Tirer sur la plaque (force ≥ 50 N).
- Vérifier l'alignement : La plaque doit être horizontale et lisible.

Normes applicables :

- NF EN 10088-3 : Boulons inox.
- NF EN ISO 14588 : Rivets aveuglants.
- NF EN 1504-4 : Adhésifs époxy.

Contrôle qualité :

- Test de résistance : Tirer sur la plaque (pas de mouvement).

- Test de lisibilité : Vérifier la visibilité à 20 m.
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de défauts (coulures, bulles).

17.6. Contrôles et Validation

17.6.1. Autocontrôle par le Titulaire

Le titulaire doit effectuer un autocontrôle systématique après chaque phase de pose :

Phase de Travaux	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode	Fréquence
Fabrication des plaques	Vérifier l'absence de défauts (bulles, coulures).	Inspection visuelle	Après fabrication.
Préparation des supports	Vérifier la propreté et la planéité.	Niveau à bulle	Après nettoyage.
Fixation des plaques	Vérifier la résistance et l'alignement.	Test de traction + niveau	Après chaque pose.
Lisibilité	Vérifier la visibilité à 20 m.	Inspection visuelle	Après pose.

17.7. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Code Déchet (CED)	Mode d'Élimination	Traçabilité
Anciennes plaques métalliques	17 04 05	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS (obligatoire).
Anciennes plaques plastiques	07 02 13*	Centre de recyclage des plastiques.	TRACKDECHETS.
Chutes de peinture	08 01 11*	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Emballages	15 01 10	Centre de recyclage des emballages.	TRACKDECHETS.

⚠ Note : Les déchets marqués d'un * doivent faire l'objet d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

17.8. Planning Prévisionnel des Travaux

(Exemple pour la pose de 100 plaques sur un site de montagne)

Étape	Durée Estimée	Équipements Nécessaires	Norme/Référence
1. Inventaire et numérotation	1 jour	Logiciel SIG, GPS	-
2. Fabrication des plaques	2 jours	Scie, peinture, pochoirs	NF EN ISO 12944-5
3. Préparation des supports	3 jours	Nettoyeur haute pression, brosse métallique	NF EN 1829
4. Pose des plaques	5 jours	Boulons inox, riveteuse, équerres	NF EN 10088-3, NF EN ISO 14588
5. Contrôles et validation	1 jour	Niveau à bulle, test de traction	NF EN ISO 2813, NF P 91-100
Total	12 jours	-	-

Article 18 : Optimisation du Système Solaire et Remise en État des Équipements

(Autonomie de 5 jours sans ensoleillement – Barrière automatique, local technique et barrière manuelle)

18.1. Objectifs

Ce projet vise à :

- Optimiser le système solaire existant pour garantir une autonomie de 5 jours sans ensoleillement pour la barrière automatique.
- Remettre en état la porte du local technique (peinture, réglage des charnières et serrure).
- Rénover la barrière manuelle (nettoyage, peinture anticorrosion, réglage des mécanismes).
- Respecter les normes en vigueur :
 - Électriques : NF C 15-100, NF C 15-712 (installations photovoltaïques).
 - Sécurité : Code du travail (art. R4541-1), NF EN 62109 (onduleurs).
 - Environnement : Arrêté du 08/12/2020 (gestion des déchets), TRACKDECHETS.
 - Mécaniques : NF EN ISO 12944 (peinture anticorrosion), NF EN 1317 (barrières de sécurité).

Contexte :

- Installation solaire existante :
 - Panneaux photovoltaïques (2 panneaux en série, puissance estimée : 400-600 Wc).
 - Contrôleur de charge MPPT (Victron Energy ou Axitec, modèle MPPT 100/20).
 - Onduleur (Victron Energy Phoenix 24/800 ou similaire).
 - Batteries (GEL 12V 214Ah/C20, modèle DYN/DGY12-200EV).
 - Local technique : Armoire électrique avec disjoncteurs, régulateurs et câblage.
- Barrière automatique : Alimentée par le système solaire (consommation estimée : 50-100 Wh/jour).
- Barrière manuelle : Porte métallique avec charnières rouillées et peinture écaillée.
- Porte du local technique : Corrosion et défaut de fermeture (charnières et serrure à régler).

18.2. Analyse de l'Installation Existante

18.2.1. Composants du Système Solaire

Élément	Modèle (d'après photos)	Caractéristiques Techniques	Norme Applicable
Panneaux solaires	Axitec AC-280PH/60S	Puissance crête (Pmp) : 280 Wc (x2 = 560 Wc). Tension (Umpp) : 31,67 V. Courant (Imp) : 8,85 A.	NF EN 61215, NF EN 61730
Contrôleur MPPT	Victron SmartSolar 100/20	Tension max. : 100 V. Courant max. : 20 A. Rendement : 98 %.	NF EN 62109-1
Onduleur	Victron Phoenix 24/800	Tension d'entrée : 24 V. Puissance nominale : 800 VA. Tension de sortie : 230 V AC.	NF EN 62109-2
Batteries GEL	DYN/DGY12-200EV	Tension : 12 V. Capacité : 214 Ah (C20). Technologie : GEL (étanche, sans entretien).	NF EN 60623
Câblage	-	Section : 6 mm ² (DC) et 2,5 mm ² (AC). Protection : IP65.	NF C 15-100

18.2.2. Consommation de la Barrière Automatique

- Consommation quotidienne estimée :
 - Moteur de barrière : 50 Wh/jour (10 cycles d'ouverture/fermeture).
 - Électronique (automatisme, capteurs) : 20 Wh/jour.
 - Total : 70 Wh/jour (soit 5,8 Ah/jour en 12 V).
- Autonomie actuelle (avec 2 batteries 12V 214Ah en série) :
 - Capacité totale : 214 Ah x 24 V = 5 136 Wh.

- Autonomie théorique : $5\,136\text{ Wh} / 70\text{ Wh/jour} = 73\text{ jours}$ (sans soleil).
- Problème identifié :
 - Sous-dimensionnement des panneaux (560 Wc insuffisant pour recharger les batteries en 5 jours sans soleil).
 - Absence de gestion intelligente de l'énergie (pas de suivi de la charge).
 - Batteries vieillissantes (perte de capacité si $> 5\text{ ans}$).

18.2.3. Diagnostic des Équipements à Rénover

Élément	Problèmes Identifiés	Actions Correctives
Porte du local technique	Corrosion des charnières, peinture écaillée, serrure déréglée.	Nettoyage, peinture anti-corrosion, réglage des charnières et serrure.
Barrière manuelle	Rouille sur les charnières et la structure, peinture délavée, mécanismes grippés.	Décapage, peinture anti-corrosion, graissage des charnières, réglage des mécanismes.

18.3. Optimisation du Système Solaire pour 5 Jours d'Autonomie



18.3.1. Calcul des Besoins Énergétiques

1. Consommation quotidienne :

- Barrière automatique : 70 Wh/jour .
- Marge de sécurité (20 %) : $70\text{ Wh} \times 1,2 = 84\text{ Wh/jour}$.
- Consommation sur 5 jours : $84\text{ Wh} \times 5 = 420\text{ Wh}$.

2. Capacité des batteries requise :

- Tension du système : 24 V (2 batteries 12 V en série).
- Capacité minimale : $420\text{ Wh} / 24\text{ V} = 17,5\text{ Ah}$.
- Avec marge (30 % pour vieillissement) : $17,5\text{ Ah} \times 1,3 = 22,75\text{ Ah}$.
- Capacité existante : 214 Ah (largement suffisant, mais vérifier l'état des batteries).

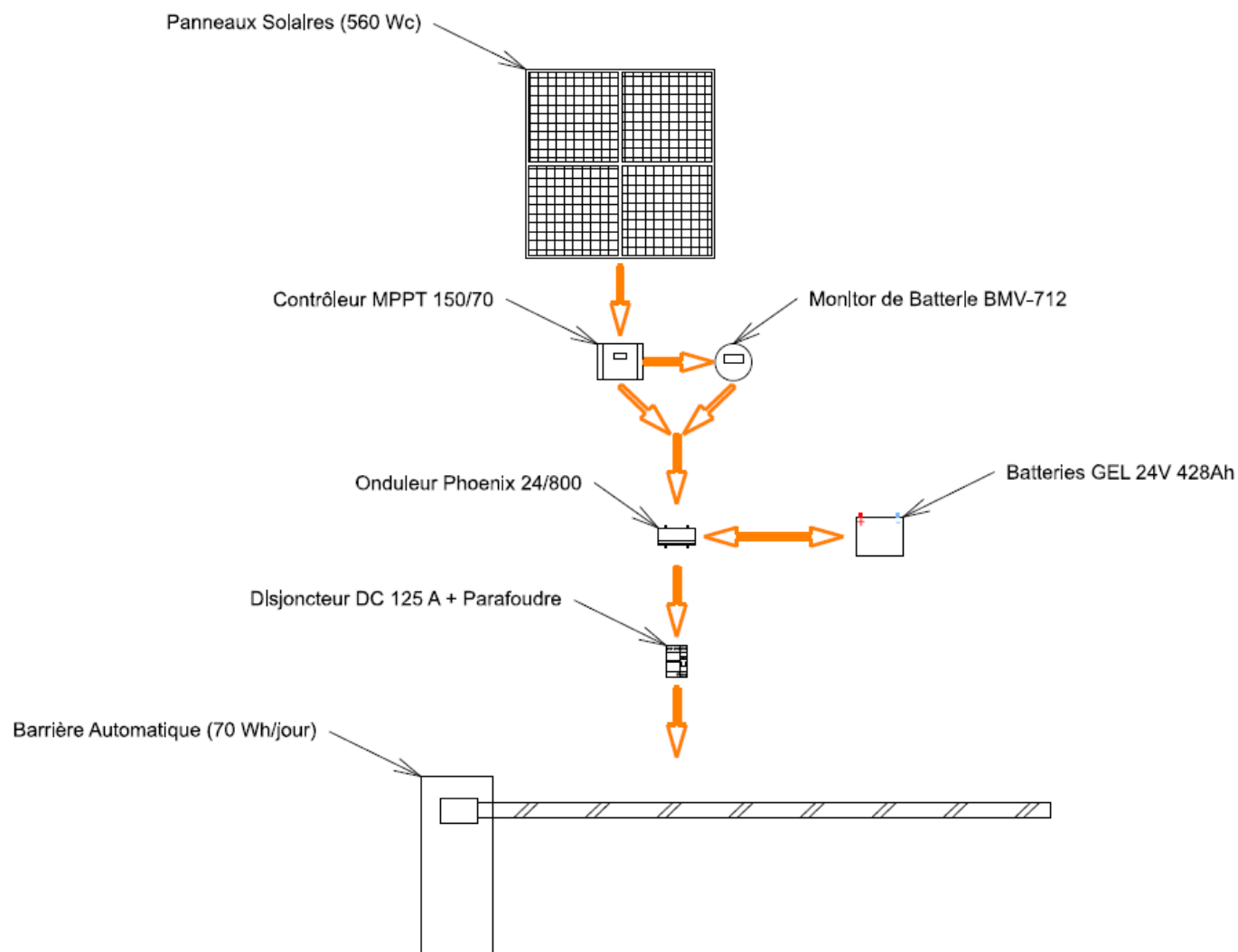
3. Production solaire requise :

- Ensoleillement moyen en montagne : 3 à 4 kWh/m²/jour (hiver).
- Production nécessaire pour recharger 420 Wh en 5 jours : 420 Wh / 5 jours = 84 Wh/jour.
- Puissance des panneaux requise :
 - Rendement système : 80 % (pertes contrôleur + onduleur).
 - Puissance nécessaire : 84 Wh / (3 kWh/m²/jour x 0,8) = 28 Wc.
 - Avec marge (50 % pour jours nuageux) : 28 Wc x 1,5 = 42 Wc.
 - Puissance existante : 560 Wc (largement suffisant).
- Problème identifié :
 - Surcharge des batteries (les panneaux produisent trop par rapport à la consommation).
 - Absence de régulation adaptée (risque de surcharge et de réduction de la durée de vie des batteries).

18.3.2. Solutions Proposées

Problème	Solution	Norme/Justification
Surcharge des batteries	Ajouter un régulateur MPPT avec suivi de charge (ex. : Victron SmartSolar 150/70).	NF EN 62109-1 : Gestion optimisée de la charge.
Autonomie insuffisante en hiver	Ajouter une batterie supplémentaire (12V 214Ah) pour porter la capacité à 428 Ah.	NF EN 60623 : Augmentation de la capacité sans modifier la tension.
Manque de suivi de la charge	Installer un monitor de batterie (ex. : Victron BMV-712).	NF EN 62051 : Surveillance en temps réel.
Perte d'énergie par câblage	Vérifier et remplacer les câbles (section 10 mm ² pour le DC, 4 mm ² pour l'AC).	NF C 15-100 : Réduction des pertes par effet Joule.
Absence de protection contre les surintensités	Ajouter un disjoncteur DC 125 A et un parafoudre.	NF C 15-100 : Protection des installations électriques.

18.3.3. Schéma Optimisé du Système Solaire



18.3.4. Liste des Matériels



Matériel	Modèle (Type)	Quantité	Norme
Contrôleur MPPT	Victron SmartSolar 150/70	1	NF EN 62109-1
Batterie GEL 12V 214Ah	DYN/DGY12-200EV	2	NF EN 60623
Monitor de batterie	Victron BMV-712	1	NF EN 62051
Disjoncteur DC 125 A	ABB S801C125	1	NF EN 60947-2
Parafoudre DC	Dehn Blok D 600	1	NF EN 61643-11

Matériel	Modèle (Type)	Quantité	Norme
Câbles DC 10 mm ²	-	10 m	NF C 15-100
Câbles AC 4 mm ²	-	5 m	NF C 15-100

18.3.5. Procédure d'Installation

1. Couper l'alimentation :

- Déconnecter les panneaux solaires du contrôleur.
- Déconnecter les batteries de l'onduleur.

2. Remplacer le contrôleur MPPT :

- Démonter l'ancien contrôleur (conserver les câbles).
- Installer le nouveau contrôleur MPPT 150/70 (suivre le schéma de câblage Victron).
- Configurer les paramètres (tension de charge : 29,2 V pour batteries GEL).

3. Ajouter les batteries supplémentaires :

- Connecter les 2 nouvelles batteries 12V en série avec les existantes (pour maintenir 24 V).
- Vérifier les connexions (serrage des bornes, isolation).

4. Installer le monitor de batterie :

- Connecter le BMV-712 aux batteries (via shunt 500 A).
- Configurer les alarmes (seuil bas : 20 % de charge).

5. Ajouter les protections :

- Installer le disjoncteur DC 125 A entre les panneaux et le contrôleur.
- Installer le parafoudre DC en amont du contrôleur.

6. Remplacer les câbles défectueux :

- Remplacer les câbles DC par des câbles 10 mm² (section adaptée à 560 Wc).
- Vérifier l'isolation (test au mégohmmètre : > 1 MΩ).

7. Remise sous tension :

- Reconnecter les batteries à l'onduleur.
- Reconnecter les panneaux au contrôleur.
- Tester le système (mesurer la tension de charge, vérifier l'autonomie).

Normes applicables :

- NF C 15-100 : Installations électriques basse tension.
- NF C 15-712 : Installations photovoltaïques.
- NF EN 62109 : Onduleurs et contrôleurs de charge.
- NF EN 60623 : Batteries stationnaires.

Contrôle qualité :

- Test de charge : Vérifier que les batteries atteignent 100 % de charge en 4-5 heures d'ensoleillement.
- Test d'autonomie : Simuler 5 jours sans soleil (débrancher les panneaux) et vérifier que la barrière fonctionne.
- Test de sécurité : Vérifier l'isolation (500 V DC) et la protection contre les surintensités.

18.4. Remise en État de la Porte du Local Technique



18.4.1. Diagnostic

- Problèmes identifiés :
 - Corrosion des charnières (rouille, grippage).
 - Peinture écaillée (protection anticorrosion défailante).
 - Serrure déréglée (difficulté à fermer/ouvrir).

18.4.2. Matériel Nécessaire

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Brosse métallique	-	Nettoyage de la rouille et des saletés.
Ponceuse électrique	NF EN 60745-1	Décapage de l'ancienne peinture.

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Dégraissant	NF EN 15687-1	Élimination des graisses.
Peinture anticorrosion	NF EN ISO 12944-5 (épaisseur 120 µm)	Protection des charnières et de la porte.
Graisse lubrifiante	NF EN 12080	Lubrification des charnières.
Clé à molette	-	Réglage des charnières et de la serrure.
Niveau à bulle	-	Vérification de l'alignement de la porte.

18.4.3. Procédure de Remise en État

1. Démonter la porte (si nécessaire) :
 - Retirer les charnières avec une clé à molette.
 - Poser la porte au sol sur des cales en bois.
2. Nettoyer et décaper :
 - Brosser les charnières et la porte pour éliminer la rouille.
 - Poncer les surfaces à peindre (grain 80-120).
 - Dégraisser avec un dégraissant biodégradable.
3. Appliquer la peinture anticorrosion :
 - Appliquer un primaire d'accrochage (norme NF EN ISO 12944-1).
 - Peindre en 2 couches (épaisseur totale : 120 µm, couleur : gris ou blanc).
 - Laisser sécher 24h entre chaque couche.
4. Lubrifier les charnières :
 - Appliquer de la graisse (norme NF EN 12080) sur les axes des charnières.
5. Remonter et régler la porte :
 - Fixer les charnières avec des boulons inox.
 - Régler l'alignement avec un niveau à bulle.
 - Régler la serrure (ajuster la gâche si nécessaire).

Normes applicables :

- NF EN ISO 12944-5 : Peinture anticorrosion (durabilité ≥ 15 ans).
- NF EN 12080 : Graisses lubrifiantes.

Contrôle qualité :

- Test d'ouverture/fermeture : La porte doit s'ouvrir et se fermer sans effort.
- Test de résistance : Vérifier que la porte résiste au vent (100 km/h).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de rouille résiduelle et l'uniformité de la peinture.

18.5. Remise en État de la Barrière Manuelle



18.5.1. Diagnostic

- Problèmes identifiés :
 - Rouille sur la structure (charnières, bras, poteaux).
 - Peinture écaillée (protection défailante).
 - Mécanismes grippés (charnières, serrure).

18.5.2. Matériel Nécessaire

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Brosse métallique	-	Nettoyage de la rouille.
Ponceuse électrique	NF EN 60745-1	Décapage de l'ancienne peinture.
Dégraissant	NF EN 15687-1	Élimination des graisses.
Peinture anticorrosion	NF EN ISO 12944-5 (épaisseur 200 µm)	Protection de la barrière.
Graisse lubrifiante	NF EN 12080	Lubrification des charnières et des mécanismes.

Matériel	Norme/Spécification	Utilisation
Clé à molette	-	Réglage des charnières et des mécanismes.
Niveau à bulle	-	Vérification de l'alignement.

18.5.3. Procédure de Remise en État

1. Nettoyer la barrière :

- Brosser toute la structure pour éliminer la rouille et les saletés.
- Poncer les surfaces à peindre (grain 80-120).
- Dégraisser avec un dégraissant biodégradable.

2. Démonter les mécanismes (si nécessaire) :

- Retirer les charnières et les bras mobiles.
- Nettoyer chaque pièce individuellement.

3. Appliquer la peinture anticorrosion :

- Appliquer un primaire d'accrochage (norme NF EN ISO 12944-1).
- Peindre en 2 couches (épaisseur totale : 200 µm, couleur : blanc ou gris).
- Laisser sécher 24h entre chaque couche.

4. Lubrifier les mécanismes :

- Appliquer de la graisse sur les charnières, axes et engrenages.

5. Remonter et régler la barrière :

- Fixer les charnières avec des boulons inox.
- Régler les bras mobiles pour un mouvement fluide.
- Vérifier le verrouillage (serrure ou loquet).

Normes applicables :

- NF EN ISO 12944-5 : Peinture anticorrosion (catégorie C4 pour extérieur).
- NF EN 12080 : Graisses lubrifiantes.
- NF EN 1317 : Barrières de sécurité (stabilité et fonctionnement).

Contrôle qualité :

- Test d'ouverture/fermeture : La barrière doit s'actionner sans à-coups.

- Test de résistance : Vérifier que la barrière résiste au vent (120 km/h).
- Inspection visuelle : Vérifier l'absence de rouille et l'uniformité de la peinture.

18.6. Normes et Réglementations Complètes

Domaine	Norme/Référence	Application
Installations électriques	NF C 15-100	Règles générales pour les installations basse tension.
Installations photovoltaïques	NF C 15-712	Spécificités pour les systèmes solaires (câblage, protection, mise à la terre).
Onduleurs et contrôleurs	NF EN 62109-1 et 62109-2	Exigences de sécurité et de performance.
Batteries stationnaires	NF EN 60623	Batteries GEL et AGM (durée de vie, charge, sécurité).
Peinture anticorrosion	NF EN ISO 12944-1 à 8	Protection des structures métalliques (durabilité $\geq$ 15 ans).
Graisses lubrifiantes	NF EN 12080	Lubrification des mécanismes (température, résistance à l'eau).
Sécurité des travailleurs	Code du travail (art. R4541-1)	Port des EPI, signalisation temporaire.
Gestion des déchets	Arrêté du 08/12/2020	Tri sélectif, traçabilité (TRACKDECHETS).
Barrières de sécurité	NF EN 1317	Exigences pour les barrières automatiques et manuelles.

18.7. Planning Prévisionnel des Travaux

Étape	Durée Estimée	Équipements/Ressources	Norme/Référence
1. Diagnostic et inventaire	1 jour	Multimètre, caméra thermique	NF C 15-100
2. Optimisation du système solaire	3 jours	Contrôleur MPPT, batteries, câbles	NF C 15-712, NF EN 62109
3. Remise en état de la porte du local	2 jours	Peinture, graisse, outils de réglage	NF EN ISO 12944-5
4. Remise en état de la barrière manuelle	2 jours	Peinture, graisse, clé à molette	NF EN 12944-5, NF EN 1317

Étape	Durée Estimée	Équipements/Ressources	Norme/Référence
5. Tests et validation	1 jour	Multimètre, testeur de charge	NF EN 62109, NF C 15-100
Total	9 jours	-	-

18.8. Contrôles et Validation

18.8.1. Autocontrôle par le Titulaire

Étape	Contrôle à Réaliser	Outil/Méthode
Système solaire	Vérifier la tension des batteries (24-29 V), la production des panneaux (560 Wc).	Multimètre, monitor BMV-712
Porte du local	Vérifier l'ouverture/fermeture, l'absence de rouille.	Test manuel, inspection visuelle
Barrière manuelle	Vérifier le mouvement fluide, l'absence de grippage.	Test manuel, inspection visuelle
Sécurité électrique	Vérifier l'isolation (500 V DC), la protection contre les surintensités.	Mégohmmètre, testeur de disjoncteur

18.8.2. Contrôle Indépendant

Un contrôle indépendant doit être réalisé par un organisme agréé pour valider :

- La conformité électrique (NF C 15-100, NF C 15-712).

Points de contrôle :

- Test d'autonomie : Simuler 5 jours sans soleil et vérifier le fonctionnement de la barrière.
- Test de charge : Vérifier que les batteries atteignent 100 % de charge en 5 heures d'ensoleillement.
- Test de résistance : Vérifier que les portes et barrières résistent au vent (120 km/h).

18.9. Gestion des Déchets

Type de Déchet	Mode d'Élimination	Traçabilité
Anciennes batteries	Centre de recyclage agréé (filière REP batteries).	BSDD + TRACKDECHETS.

Type de Déchet	Mode d'Élimination	Traçabilité
Ancien contrôleur MPPT	Centre de recyclage des DEEE.	TRACKDECHETS.
Peinture et solvants	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Chiffons souillés	Centre de traitement des déchets dangereux.	BSDD + TRACKDECHETS.
Métaux (charnières, boulons)	Centre de recyclage des métaux.	TRACKDECHETS.

⚠ Note : Les déchets marqués d'un * doivent faire l'objet d'une fiche de données de sécurité (FDS).

Obligations :

- Tri sélectif des déchets sur chantier.
- Évacuation vers des filières agréées.
- Utilisation de TRACKDECHETS pour les sites du ministère des Armées.

Article 19 : Annexes

(Liste complète des annexes nécessaires à la réalisation des travaux)

19.1. Objet

Le présent article recense l'intégralité des annexes nécessaires à la réalisation du marché de réfection de la route d'accès au site de Mont Agel. Ces annexes ont pour objectif de :

- Préciser les exigences techniques (plans, normes, procédures).
- Faciliter la coordination entre les parties prenantes (maître d'ouvrage, titulaire, sous-traitants).
- Garantir la conformité des travaux aux règles de l'art et aux réglementations en vigueur.
- Assurer la traçabilité des documents (études, contrôles, autorisations).

19.2. Liste des Annexes par Catégorie

N°	Titre de l'Annexe	Format
A01	Plan de situation	DWG/PDF
A02	Plan de masse	DWG/PDF
A03	Plan d'exécution	DWG/PDF

N°	Titre de l'Annexe	Format
A04	Plan topo	DWG
A05	Plan réseaux	DWG
A06	Rapports de contrôle et d'inspection	PDF
A07	Planning prévisionnel	DOC
A08	Guide TRACKDECHETS	PDF
A09	Notice DOE	PDF