



GUIDE BLEU

GUIDE PRATIQUE DES TECHNIQUES
ET OUVRAGES HYDRAULIQUES



LE NICKEL-SLN

GROUPE ERAMET

EDITION 2012



Ce guide appartient à :

Site :

Service :

GUIDE PRATIQUE DES TECHNIQUES ET OUVRAGES HYDRAULIQUES

Comment lutter contre l'érosion et le transport solide
dans les exploitations de nickel en Nouvelle-Calédonie

GUIDE BLEU

PRÉSENTATION GUIDE

En août 2005 était publié le premier guide pratique formalisant les meilleures pratiques développées au sein de la SLN en matière de gestion des eaux sur site minier. Elaboré à partir d'une l'analyse critique de l'expérience acquise depuis des années par les équipes de terrain, ce document était destiné à évoluer et à s'enrichir des nouvelles expériences.

7 années plus tard, le temps est donc venu de mettre à jour ce guide. Cette deuxième édition comporte toujours deux parties :

- Une présentation générale des principes et des techniques de lutte contre l'érosion et le transport solide au cours des travaux d'exploitation.
- Des fiches signalétiques décrivant les principaux ouvrages : fonctions, critères de dimensionnement, dispositions constructives.

Il est complété de nouvelles fiches et actualisé dans son contenu. Il tient également compte des recommandations de la future charte des bonnes pratiques minières.

En souhaitant que chacun y trouve les informations recherchées.

Bonne lecture à tous.

L'équipe du service environnement minier.

SOMMAIRE

INTRODUCTION À L'ÉROSION P6

Ce qu'il faut savoir sur l'érosion P7

Les trois principes fondamentaux de lutte contre l'érosion P9

LES ACTIONS À ENTREPRENDRE POUR LUTTER CONTRE L'ÉROSION P10

A1 : Mettre hors d'eau les chantiers P11

A2 : Empêcher l'érosion à la source P12

A3 : Organiser les écoulements avant rejet dans le milieu naturel. P14

A4 : Diminuer la charge solide des eaux sortant du chantier P14

A5 : Contrôler les déversements de l'eau sortant des chantiers P15

A6 : Élaborer un plan de gestion des écoulements P15

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES P16

Fiche 1 : Comment calculer le débit de la crue ? P17

Fiche 2 : Passage busé P18

Fiche 3 : Descente d'eau P19

Fiche 4 : Cavalier périphérique. P20

Fiche 5 : Piste drainante P21

Fiche 6 : Tranchée de niveau P22

Fiche 7 : Bassin ralentisseur P23

Fiche 8 : Seuil ralentisseur P24

Fiche 9 : Bassin de sédimentation. P25

Fiche 10 : Retenue de sédimentation P26

Fiche 11 : Cassis en enrochement. P27

Fiche 12 : Seuil en enrochement P28

ANNEXES. P29

Annexe 1 : Choix des stations pluviométriques de référence P30

Annexe 2 : Précipitations 2h 2 ans P30

Annexe 3 : Situation des stations pluviométriques de référence P31

Annexe 4 : Comment calculer l'intensité horaire des précipitations ? P34



Mine de Bonini - Houailou

INTRODUCTION À L'ÉROSION

CE QU'IL FAUT SAVOIR SUR L'ÉROSION

L'érosion résulte de l'association des trois conditions suivantes : surfaces dénudées, pluies intenses et écoulements concentrés.

L'érosion : principale menace pour l'environnement minier

- Démantèlement progressif de la couche de surface.
- Formation de ravines sur les versants naturels.
- Transport solide provoquant l'engravement des cours d'eau et l'envasement du littoral.

Les principales sources de l'érosion dans les travaux miniers

- Chantiers d'ouverture des pistes : perturbation des écoulements avec une augmentation des vitesses d'écoulement et une concentration des débits.
- Décapage et stockage des latérites : développement de grandes surfaces dénudées avec une modification de la morphologie des terrains et du réseau d'écoulement naturel.

La lutte contre l'érosion : protection de l'environnement et intérêt minier

- Lutter contre l'érosion contribue au maintien de l'équilibre naturel et à la préservation des ressources naturelles : faune, flore et ressource en eau.
- Une gestion efficace des écoulements permet de lutter contre l'érosion, d'améliorer les rendements des chantiers d'exploitation et de réduire les coûts de réparation des dégâts induits par des écoulements non contrôlés.

LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION

LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION

- Premier principe : la prévention

Empêcher ou freiner l'apparition de l'érosion au niveau des sources de production (les chantiers en activité).

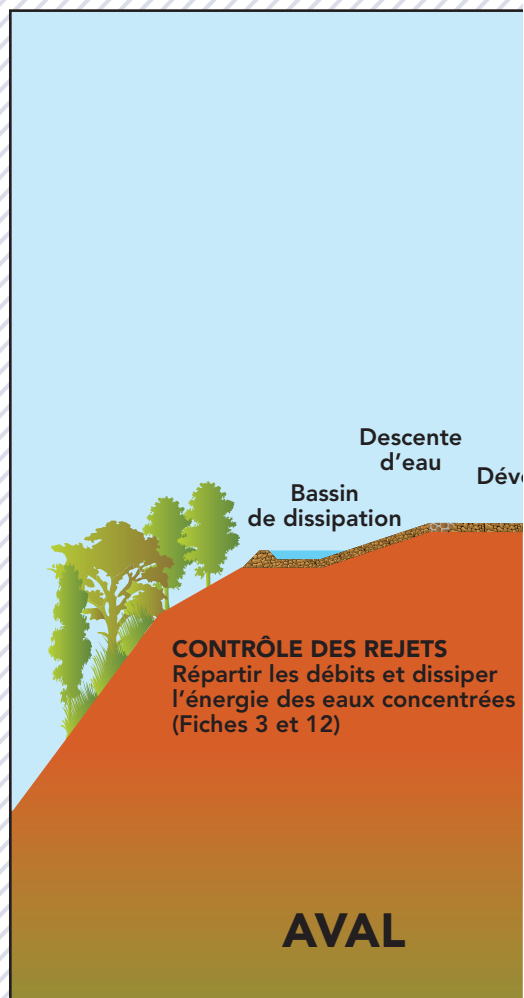
- Deuxième principe : la gestion des écoulements

Réaliser des plans de gestion de l'eau, comportant tous les aménagements hydrauliques et permettant de contrôler les écoulements depuis l'amont du chantier jusqu'aux points de déversement à l'aval des chantiers. Ces plans doivent être mis à jour au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation.

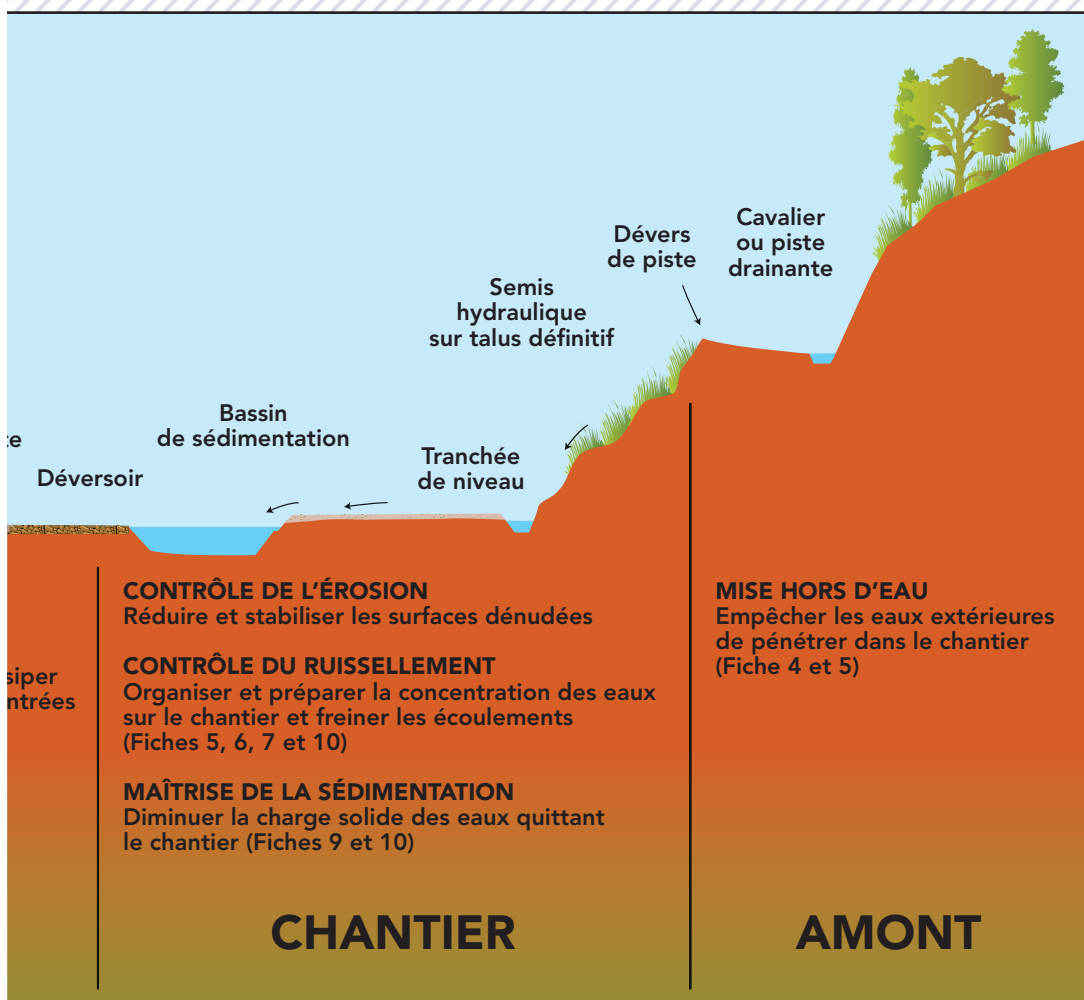
- Troisième principe : la mise en place de parades actives

Maîtriser la sédimentation et diminuer ses conséquences sur l'environnement. La maîtrise de la sédimentation nécessite l'aménagement des retenues d'eau de grandes tailles souvent coûteuses et présentant elles-mêmes des risques potentiels sur l'environnement. Cette action ultime vis-à-vis des risques résiduels doit être réalisée avec grande précaution.

Les actions préventives sont les plus efficaces et les moins coûteuses.



Démarche pour la lutte contre l'érosion et le transport soli

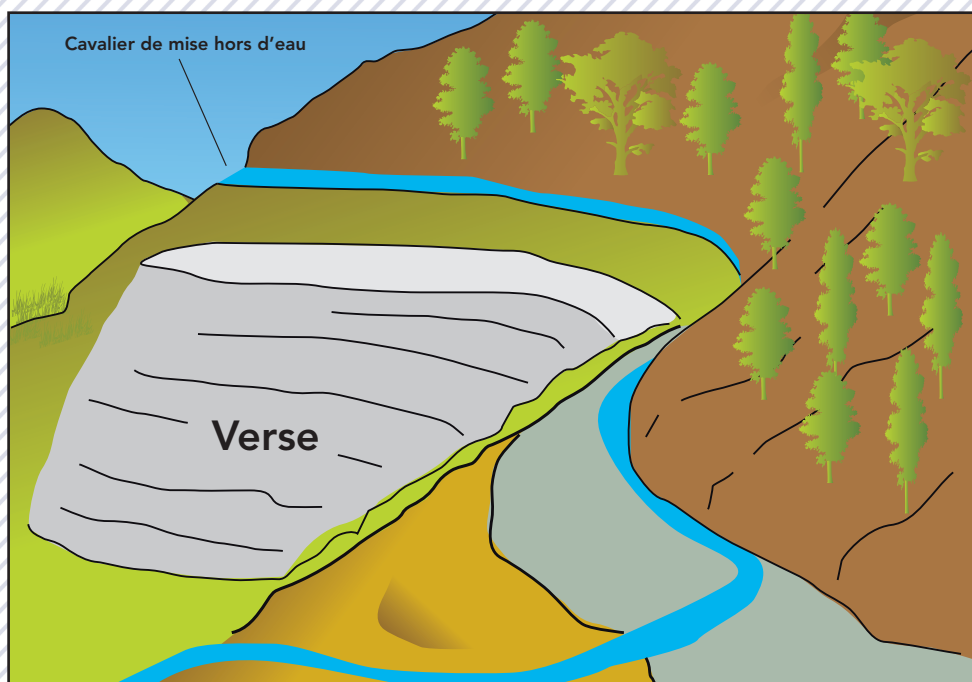


Mine de Bonini - Houailou

LES ACTIONS À ENTREPRENDRE POUR LUTTER CONTRE L'ÉROSION

ACTION 1 : METTRE HORS D'EAU LES CHANTIERS

- Empêcher les eaux extérieures de pénétrer dans les chantiers.
- Collecter et détourner les eaux extérieures par le creusement de cavaliers périphériques.
- Dimensionner les cavaliers pour la crue centennale et pratiquer un entretien régulier en prévision des crues.
- Restituer les eaux collectées dans leur BV d'origine dans les cours d'eau naturels à l'aval des chantiers.



Dispositif de mise hors d'eau d'une verse à latérite

ACTION 2 : EMPÊCHER L'ÉROSION À LA SOURCE

RÉDUIRE LES SURFACES DÉPOURVUES DE COUVERT VÉGÉTAL

- Limiter des ouvertures des pistes à faible durée de vie par l'utilisation du transport par hélicoptère en vue de faire du sondage notamment.
- Décaisser les talus à la pelle hydraulique, transport des déblais par camions et stockage (dans des verses) contrôlé. **Bannir l'utilisation du bull dans les ouvertures des pistes.** (photo 1)
- Conserver un merlon naturel en bordure (des pistes) d'exploitation, optimisation de la largeur selon la taille des engins, nivellement de la piste avec un dévers intérieur de 4 % et une pente longitudinale inférieure à 10%. (photo 2)
- Réhabiliter les pistes par le rétablissement des écoulements naturels et le renforcement des zones potentielles d'accumulation de l'eau.
- Limiter l'avance du défrichement par rapport au décapage des latérites.
- Découper les talus de décapage en plusieurs niveaux sub-verticaux avec des banquettes suffisamment larges pour contenir les (petits) éboulis localisés de latérites.
- Conserver un merlon naturel en bordure des chantiers de décapage avec l'aménagement d'exutoires contrôlés pour les eaux de ruissellement.
- Stocker des latérites dans des sites confinés ou dans des carrières exploitées. (photo 3 et 4)
- Augmenter de façon contrôlée la hauteur de stockage des latérites dans les sites favorables.



Photo 1 - Décaissement des talus à la pelle et transport des déblais par camions



Photo 2 - Conservation d'un merlon naturel



Photo 3 - Verses à stériles en Talweg



Photo 4 - Verses à stériles en comblement de fosse

STABILISER LES SURFACES DÉNUDÉES LE PLUS VITE POSSIBLE

- Encaillasser et compacter (les plates formes) des pistes de roulage avec la mise en place d'un géotextile au-dessus des terrains latéritiques. *(photo 5)*
- Fermer la surface des niveaux de décapage des latérites et des plates formes sommitales des verses par un lissage à la lame du bull ou compactage au rouleau. *(photo 6)*
- Confiner par des enrochements les talus libres des verses à latérites. Cet enrochement doit être mis en place au fur et à mesure de la construction du talus. Le confinement peut être complété par l'épandage de topsoil si disponible. *(photo 7)*
- Protéger les surfaces libres par la mise en place d'un couvert végétal : semis hydrauliques sur les flancs de talus et plantation sur les banquettes et sur les plates-formes sommitales. La réalisation préalable de travaux de gestion des eaux est indispensable. *(photo 8)*
- Epandre du topsoil (si disponible).



Photo 5 - Stabilisation de piste de roulage



Photo 6 - Plateforme de verse lissée à la lame du bull



Photo 7 - Protection frontale en enrochement d'une verse à stériles miniers



Photo 8 - Travaux de gestion des eaux associés à des actions de végétalisation

ACTION 3 : ORGANISER LES ÉCOULEMENTS AVANT REJET DANS LE MILIEU NATUREL

- Aménager un réseau de collecte et de canalisation des eaux de ruissellement.
- Ralentir les écoulements par la mise en place d'ouvrages ralentisseurs ou écrêteurs (seuils écrêteurs ou bassins).
- Rallonger au maximum les chemins d'écoulement au niveau des chantiers.

ACTION 4 : DIMINUER LA CHARGE SOLIDE DES EAUX SORTANT DU CHANTIER

- Aménager des bassins de sédimentation permanents à l'aval des chantiers.
- Créer des petits bassins de sédimentation temporaires à moins de 100 m des zones de production de sédiments.
- Dimensionner le déversoir pour l'évacuation de la crue vingtennale.
- Curer périodiquement les bassins et veiller à leur vidange en prévision des crues.

ACTION 5 : CONTRÔLER LES DÉVERSEMENTS DE L'EAU SORTANT DES CHANTIERS

- Restituer l'eau sortant des chantiers dans le réseau d'écoulement naturel en aval des chantiers.
- Respecter les débits capables des creeks. L'augmentation de débit ne doit pas dépasser 20% du débit initial du talweg.
- Construire des ouvrages de dissipation d'énergie et de diffusion de l'eau au niveau des points de déversement (seuil et matelas en enrochement, ...).

ACTION 6 : ÉLABORER UN PLAN DE GESTION DES ÉCOULEMENTS

- Indiquer les positions des différents ouvrages hydrauliques et des points de déversements. (Exutoires).
- Reporter les limites et les surfaces des bassins versant des différents chantiers.
- Indiquer les chemins d'écoulements et les débits dans les points caractéristiques du réseau.
- Identifier les ouvrages sensibles dont le dysfonctionnement présente un risque potentiel fort sur l'environnement.
- Mettre à jour le plan d'aménagement et vérifier à chaque modification de la configuration des chantiers, le dimensionnement des ouvrages et plus particulièrement des ouvrages sensibles.
- Effectuer un entretien périodique et un contrôle des ouvrages après chaque événement pluvieux remarquable (tenue du registre environnement).



Mine de Kiel - Houailou

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

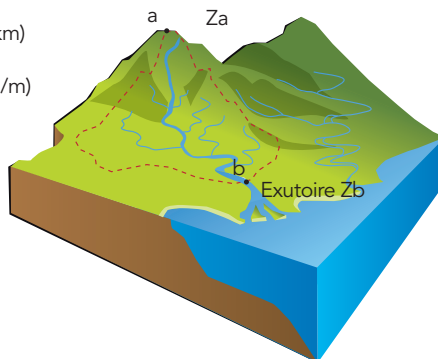
ETAPE 1

Déterminer les caractéristiques du bassin versantA : Surface du bassin versant (km²)

L : Longueur du plus long chemin d'écoulement a-b (km)

H : Dénivelé moyen = $\{ (Z_a + Z_b)/2 - Z_b \}$ (m)

P : Pente moyenne du chemin d'écoulement = H/L (m/m)



ETAPE 2

Déterminer le temps de concentration**Formule de Giandotti****Forte pente > 30%**

$$t_c \text{ (Heure)} = \frac{1,5L + 4 \sqrt{A}}{0,8 \sqrt{H}}$$

L (Km) - H (m) - A (Km²)**Méthode LCPC (petits BV)****Faible pente < 30%**

(Plateforme et plateau incliné)

$$t_c \text{ (min)} = (L/V)/60 \quad L \text{ (m)} - V \text{ (m/s)}$$

Pente (%)	Terrain nu	Maquis minier	Forêt
0 - 3	0,6	0,45	0,3
4 - 7	1,0	0,9	0,6
8 - 11	1,5	1,3	0,9
12 - 15	2,0	1,5	1,05
15 - 30	3,0	2,5	2

Vitesse en m/s

ETAPE 3

Calculer le débit de la crue

$$Q = \frac{C_{lrc} \cdot A}{3,6} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

C : Coefficient de ruissellement (sol dénudé = 1 ; sol avec couvert végétal = 0,8 à 1 (à justifier si 0,8).

lrc : Intensité horaire de la pluie (mm/h) donnée par la formule de Montana - voir annexe 4.

Les périodes de retour prises en compte vont de 5 à 100 ans (cf. tableau en annexe 4).

A : Surface du bassin versant (km²).

La valeur ainsi calculée correspond à la valeur de débit Q dans les formules présentées dans les fiches suivantes.

DESCRIPTIONS

Ouvrage hydraulique comportant une buse enterrée au fond d'un talweg au passage d'une piste, un bassin de mise en charge en tête de buse et un dissipateur d'énergie à la sortie de la buse.

- **Fonction principale** : Drainage des eaux de ruissellement du bassin versant amont des pistes.



DIMENSIONNEMENT

Débit maximum : Cf Tableau ci-contre

Section de la buse d (m) : 0,4 à 1 m

Pente longitudinale : 2%

Charge hydraulique en tête de buse : h (m) = 1,5 d

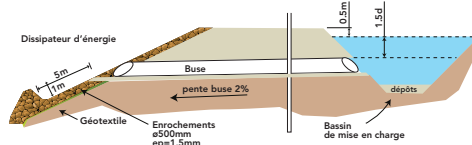
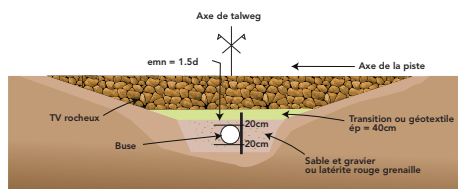
Calcul du débit (buse Armo ou béton)

Diamètre (m)	0,4	0,6	0,8	1
Débit (m³/s)	0,22	0,6	1,2	2,1
Vitesse à la sortie (m/s)	2,4	3,16	3,7	4,2

Épaisseur minimale du remblai au dessus de la buse :

Afin d'empêcher l'écrasement de la buse sous l'effet de la charge induite par le passage des engins miniers, une épaisseur minimale de remblai doit être respectée entre la plateforme de roulage et le toit de la buse.

Ø Buse (m)	Charge par essieu (tonnes)		
	5 à 20	20 à 50	50 à 100
0,4 - 0,6	0,4	0,6	0,8
0,8	0,6	0,8	1,2
1,0	0,8	1,2	1,6



REGLES CONSTRUCTIVES

Les buses doivent être mises en place dans des tranchées creusées préalablement. La buse doit être protégée contre le poinçonnement par la mise en place de remblai calibré autour de la buse. cf Schéma ci dessus. La sortie de la buse doit être obligatoirement munie d'un dissipateur d'énergie en gros enrochements (>500 mm). Il est indispensable d'aménager un bassin en tête de buse. Ce bassin servira à la rétention des produits grossiers de charriage et au maintien d'une charge hydraulique à la tête de la buse.

RECOMMANDATIONS

Il est fortement recommandé d'aménager systématiquement un cassis (fiche 11) au dessus d'un passage busé. Cette disposition permet de palier au risque potentiel de bouchage de la buse pendant les crues. Consolider la sortie des buses afin d'éviter les affouillements.

ENTRETIEN

Pour réduire les risques de bouchage, il est nécessaire de réaliser un entretien fréquent des passages busés (curage du bassin de décantation amont, nettoyage des talus amont avec l'enlèvement des troncs d'arbres instables susceptibles d'obturer l'entrée de la buse). Contrôle périodique de la sortie de la buse et renforcement du dissipateur d'énergie en cas de nécessité.

DESCRIPTIONS

Coursier en enrochements aménagé sur flanc de versé, sur talus minier ou sur versant naturel.

- **Fonction principale** : Drainage des eaux de ruissellement sur forte pente (>10%).



DIMENSIONNEMENT

Section drainante : Idem cavalier périphérique Fiche N° 4.

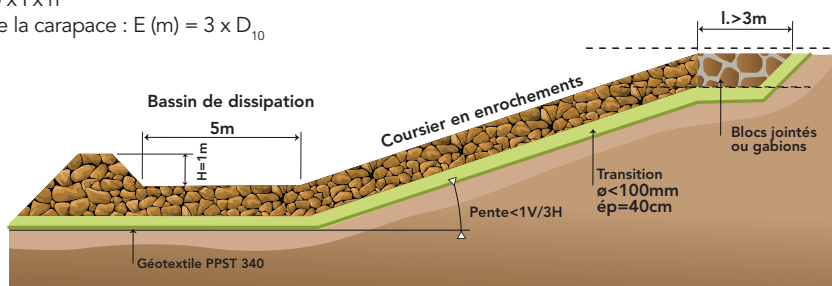
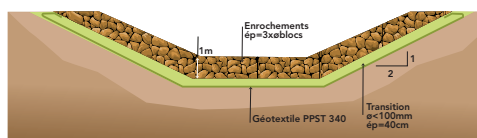
Pente longitudinale : $l = 1v/5h$ à $1v/3h$

Épaisseur de la lame d'eau : $h < 0.3$ m.

Taille des enrochements sur le coursier :

$$D_{10} \text{ (m)} = 20 \times l \times h^{1.33}$$

$$\text{Épaisseur de la carapace} : E \text{ (m)} = 3 \times D_{10}$$



REGLES CONSTRUCTIVES

Creusement d'une tranchée sur le talus, mise en place d'un géotextile de séparation, une couche de transition puis une couche d'enrochements.

Afin de répartir la lame d'eau sur toute la largeur du coursier, il est indispensable d'aplanir et de stabiliser la crête du coursier (gabion ou blocs jointés).

Pour les longues descentes d'eau et afin d'empêcher les concentrations des écoulements, il est conseillé d'aménager des seuils avec des replats de 5 m tous les 15 m de dénivelé.

RECOMMANDATIONS

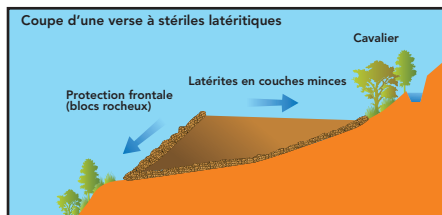
Dans le cas où le débit de projet dépasse $5 \text{ m}^3/\text{s}$, il est fortement recommandé de répartir ce débit entre plusieurs descentes d'eau.

Afin d'empêcher les affouillements, il est indispensable d'aménager un ouvrage de dissipation d'énergie au pied du coursier.

DESCRIPTIONS

Fossé de mise hors d'eau des chantiers et des versers. En général de forme trapézoïdale, il est creusé dans le terrain naturel.

- **Fonction principale** : Collecte et détournement des écoulements.
- **Fonction secondaire** : Drainage.



DIMENSIONNEMENT

$$Q = K \cdot R^{2/3} \cdot S \cdot I^{1/2}$$

Q : débit capable du de la tranchée (m³/s)

R : rayon hydraulique = S/P (m)

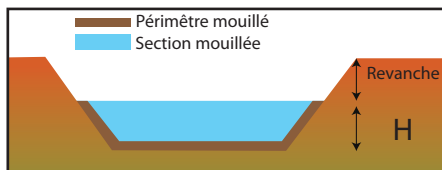
P : périmètre mouillé (m)

S : section mouillée (m²)

I : pente longitudinale de la tranchée (m/m)

K : coefficient de rugosité des parois

H : hauteur de la lame d'eau dans le cavalier (m)



Le cavalier doit évacuer la crue centennale avec une revanche de 0,50m sur la hauteur de la lame d'eau (H). Pour $I > 5\%$ nécessité de protéger le fond par des cailloux de diamètre mini D : $D = 3 \times H \times I$

Les valeurs de Q, K et I étant figées, on fixe la hauteur de la lame d'eau H (0,5 m à 1m maxi) et on calcule la largeur du cavalier (paramètres R et S).

Type de parois*	Valeur de K
En terre droite et uniforme	44
En terre à larges méandres	36
Avec pierres rugueuses et irrégulières	30
Bétonnés	65

* Par défaut, on prendra $K = 30$

REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

Si la pente longitudinale $> 10\%$: nécessité d'un revêtement rugueux avec dissipateurs d'énergie (seuils ou chutes d'eau sur le tracé).

Entretien :

Pour remplir leurs fonctions, les fossés doivent être nettoyés périodiquement pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.

Dimensions minimales du cavalier

	Pente parois (°)	Largeur à la base (m)	Profondeur (m)
Fossé creusé dans les latérites	45	0,8	0,7
Fossé taillé dans le rocheux	80	0,5	0,7



Le cavalier de mise hors d'eau est un ouvrage très sensible. Son disfonctionnement entraîne un disfonctionnement général du dispositif de gestion de l'eau et provoque des dégâts importants le long du chemin d'écoulement.

DESCRIPTIONS

Elle est composée d'une plate forme de roulage inclinée vers l'amont (arase et bande de roulement) et d'un fossé triangulaire (fil d'eau) ou quadrangulaire caniveau) creusé dans le terrain naturel.



- **Fonction principale** : Drainage des eaux de la plate forme, collecte et canalisation des eaux provenant du bassin versant amont de la route.
- **Fonction secondaire** : Mise hors d'eau des chantiers ou des terrains sous jacents.

DIMENSIONNEMENT

$$Q = K.R^{2/3}.S.I^{1/2}$$

Q : débit capable du fil d'eau (m³/s)

R : rayon hydraulique = S/P (m)

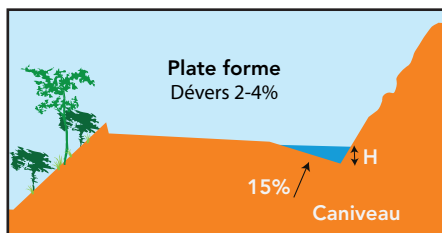
P : périmètre mouillé (m)

S : section mouillée (m²)

I : pente longitudinale du fil d'eau (m/m)

K : coefficient de rugosité des parois

H : hauteur de la lame d'eau dans le fil d'eau (m)



Le fil d'eau doit évacuer la crue centennale avec une revanche de 0,50m sur la hauteur de la lame d'eau H. La revanche est calculée par rapport à la crête du talus aval de la route.

Pour I > 5% nécessité de protéger le fond par des cailloux diamètre mini D : $D = 3 \times H \times I$

Les valeurs de Q, K et I étant figées, on fixe la hauteur de la lame d'eau H (0,5 m à 1m maxi) et on calcule la largeur du fil d'eau varie (paramètres R et S).

Type de parois*	Valeur de K
En terre droite et uniforme	44
En terre à larges méandres	36
Avec pierres rugueuses et irrégulières	30
Bétonnés	65

* Par défaut, on prendra K = 30

REGLES CONSTRUCTIVES

Précautions :

- Si pente longitudinale > 10 %, il est nécessaire d'aménager des dissipateurs d'énergie le long du fil d'eau (seuils ralentisseurs ou bassins ralentisseurs).
- La hauteur d'eau ne doit pas dépasser 50cm. L'eau collectée doit être évacuée systématiquement au passage des (creeks).

Protection :

- La mise en place de cailloux au fond du fil d'eau doit être associée à la pose d'un géotextile au contact des sols latéritiques.

Entretien :

- Pour remplir leurs fonctions, les fils d'eau doivent être nettoyés périodiquement pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.



La piste drainante constitue un ouvrage d'importance élevée. Son bon fonctionnement garantit une utilisation rapide de la piste après les crues même les plus fortes et permet de réaliser des économies sur les travaux d'entretien de la piste.

DESCRIPTIONS

Tranchée quadrangulaire creusée en bordure des niveaux d'exploitation.

- **Fonction principale** : collecte et acheminement des eaux de ruissellement sur le niveau d'exploitation et le talus amont.
- **Fonction secondaire** : Rabattement de la nappe, écrêtement des crues et rétention des sédiments grossiers.



DIMENSIONNEMENT

$$Q = K.R^{2/3}.S.I^{1/2}$$

Q : débit capable du de la tranchée (m³/s)

R : rayon hydraulique = S/P (m)

P : périmètre mouillé (m)

S : section mouillée (m²)

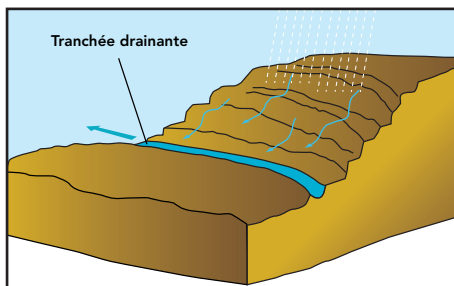
I : pente longitudinale de la tranchée (m/m)

K : coefficient de rugosité des parois

La tranchée doit évacuer **la crue décennale**.

La lame d'eau dans la tranchée doit être limitée à 50 cm.

La pente longitudinale doit être comprise entre 2 et 4%.



Type de parois*	Valeur de K
En terre droite et uniforme	44
En terre à larges méandres	36
Avec pierres rugueuses et irrégulières	30
Bétonnés	65

* Par défaut, on prendra $K = 30$

REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

- Afin d'obtenir un écrêtement de la crue, il faut que le tracé de la tranchée soit le plus long possible jusqu'à l'exutoire.
- Pour améliorer l'efficacité des tranchées, les surfaces des niveaux doivent être planes avec une pente orientée vers les tranchées.
- Pour obtenir un volume suffisant de rétention, la tranchée doit avoir une grande largeur (rétention de l'eau, réduction de la vitesse d'écoulement et augmentation de l'infiltration).

Entretien :

Les tranchées doivent être périodiquement curées pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.



Ces tranchées présentent une grande importance pour la maîtrise de l'érosion et pour la rétention de la charge solide produite dans les chantiers.

DESCRIPTIONS

Petit bassin allongé et peu profond creusé dans le terrain naturel le long du chemin d'écoulement (piste ou chantier).

- **Fonction principale** : ralentissement des écoulements et rétention des particules grossières.
- **Fonction secondaire** : décantation des fines pendant l'adécru et les courtes averses.



DIMENSIONNEMENT

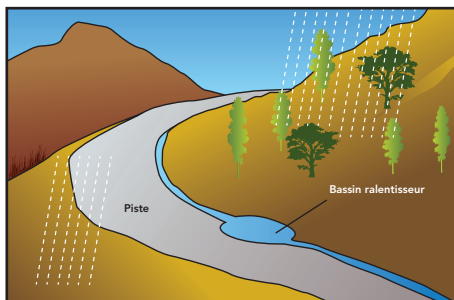
Dimensions conseillées à titre indicatif :

Forme allongée : Longueur > 3 fois la largeur.

Largeur mini : 4 fois la largeur des tranchées d'entrée et de sortie.

Longueur mini : 12 m.

Profondeur : 2 m sous le fond des tranchées d'entrée et de sortie. L'efficacité du bassin n'est pas liée à sa capacité de rétention d'eau mais plutôt à son pouvoir de ralentissement des écoulements par élargissement de la section.



REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

- Il est préférable de réaliser plusieurs petits bassins rapprochés et répartis sur le tracé des tranchées plutôt qu'un seul gros bassin.
- Pour éviter les risques de débordement, le bassin doit être creusé dans le terrain naturel. La réalisation de digues de retenue provoque une surélévation de la lame d'eau qui est souvent difficile à contrôler.

Entretien :

- Pour éviter la re-mobilisation des dépôts au fond du bassin, il est nécessaire de réaliser un curage et une vidange périodique pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.



Quel que soit leur volume, ces bassins présentent des zones d'infiltration préférentielles et provoquent par conséquent un chargement hydraulique des fractures naturelles. Pour éviter le risque de renard, ces bassins doivent être creusés loin des crêtes des versants naturels

DESCRIPTIONS

Petite digue en enrochement aménagée perpendiculairement au fil d'eau en bordure des pistes.

- **Fonction principale** : ralentissement des écoulements et rétention des particules grossières.



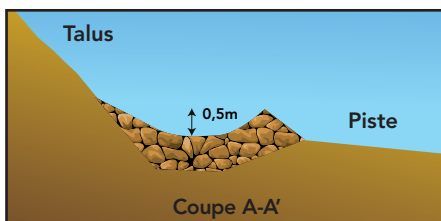
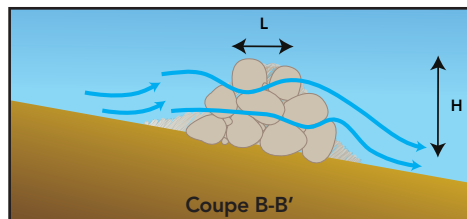
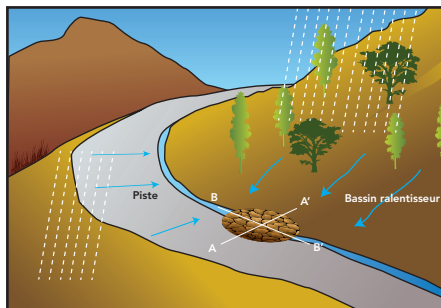
DIMENSIONNEMENT

Hauteur (H) : 1,5 m

Largeur en crête (L) : 1 m

Talus amont et aval : 1/1

Enrochement : 300 à 1000 mm



REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

- Pour éviter les débordements latéraux, les extrémités de la digue doivent être plus hautes (+0,5m) que la partie centrale.
- Il est fortement déconseillé d'utiliser des matériaux de faible perméabilité (mélange blocs et terre) pour la construction de la digue.

Entretien :

- Pour éviter la re-mobilisation en amont de la digue, il est nécessaire de réaliser un curage périodique pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.



Les bassins ralentisseurs (fiche n°7) sont plus efficaces et plus sécuritaires que les seuils ralentisseurs.

DESCRIPTIONS

Grand bassin de rétention d'eau creusé dans le terrain naturel (ou fond de carrière noyé).

- **Fonction principale** : ralentissement des écoulements, rétention des particules grossières et décantation des fines.
- **Fonction secondaire** : écrêtement des crues.



DIMENSIONNEMENT

Hauteur d'eau maxi dans le bassin : 3 m au maximum

Forme : Longueur > 3 x Largeur

Déversoir : $Q = n.L.2g.H^{3/2}$

Q : Débit de la crue vingtennale (m^3/s)

ou centennale pour les ouvrages sensibles

N : = 0,4

L : Largeur du déversoir en m (3 m au minimum)

G : Accélération de la pesanteur.

H : Hauteur d'eau sur le déversoir en m (limitée à 1 m)

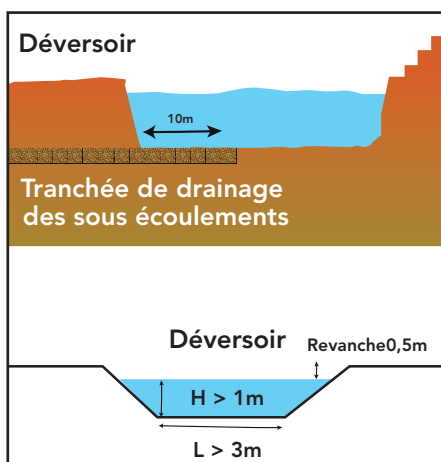
Volume de la retenue : $V_{2h} = C \times H_{2h} \times S \times 103 (m^3)$

Le volume est calculé pour 2h de pluie biennale

H_{2h} : Hauteur de pluie relative à un temps de concentration d'une heure et à la période de retour 2 années (mm). Elle est donnée par Météo France (cf. annexe 2).

S : Surface du bassin versant (km^2).

C : Coefficient de ruissellement.



REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

- Quel que soit son volume, le bassin doit être obligatoirement muni d'un déversoir.
- Pour les bassins situés à l'aplomb des ruptures des pentes naturelles, une tranchée de drainage doit être aménagée entre le fond du bassin et l'exutoire.
- La tranchée doit être remplie de cailloux, entourée de géotextile puis enterrée.
- Les bassins doivent être situés au plus près des sources potentielles d'érosion (verses et zones de décapage).

Entretien :

- Pour améliorer son efficacité, il est nécessaire de réaliser un curage périodique du bassin pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.
- Pour faciliter les opérations de curage, l'accès au bassin sera prévu lors de sa construction.
- Pour faciliter la gestion de l'entretien il est nécessaire d'élaborer des fiches d'intervention (dates, nature, quantitatif, ...).



Lorsqu'ils sont situés à proximité des ruptures de pente, ces bassins donnent naissance à des phénomènes de renard (érosion régressive par soutirage) potentiellement impactant pour l'environnement.

DESCRIPTIONS

Grande retenue d'eau formée par la construction d'une digue en enrochement à travers un talweg.

- **Fonction principale** : ralentissement des écoulements, rétention des particules grossières et décantation des fines.
- **Fonction secondaire** : écrêtement des crues dans le cas des retenues de grand volume.



DIMENSIONNEMENT

Hauteur d'eau maxi dans le bassin : 3 m

Hauteur maxi de la digue (côté amont) : $h = 5$ m

Pentes : Amont $2\frac{1}{3}H$, aval $1\frac{1}{2}H$

Largeur en crête : $\frac{1}{3}$ hauteur digue (mini 3m)

Déversoir : $Q = n.L 2g.H^{\frac{3}{2}}$

Q : Débit de la crue vingtennale ou centennale pour les ouvrages sensibles (m^3/s)

N : = 0,4

L : Largeur du déversoir en m (4 m au minimum)

G : Accélération de la pesanteur.

H : Hauteur d'eau sur le déversoir en m (limitée à 1 m)

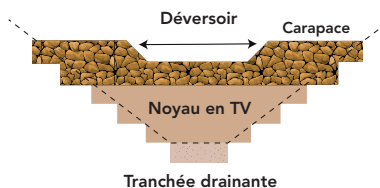
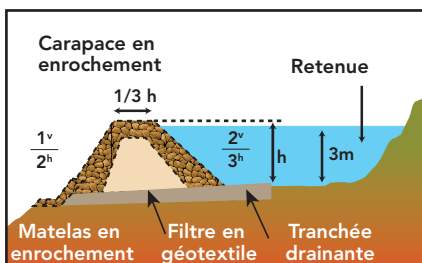
Volume de la retenue : $V_{2h} = C \times H_{2h} \times S \times 10^3$ (m^3)

Le volume est calculé pour 2h de pluie biennale

H_{2h} : Hauteur de pluie relative à une pluie de 2 heures et de récurrence biennale (mm). Elle est donnée par Météo France (cf. annexe 4).

S : Surface du bassin versant (km^2).

C : Coefficient de ruissellement.



REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

- Quel que soit son volume, la digue doit être obligatoirement munie d'un déversoir.
- La carapace doit être composée de blocs 300 à 1000 mm.
- Le noyau peut être constitué de TV (0 – 150 mm) ou de latérites compactées par couche de 1m. Il doit être protégé par un géotextile.
- Une tranchée remplie de cailloux et entourée de géotextile doit être réalisée en fond du talweg sous le noyau.
- La digue doit être implantée dans un site ayant un contexte géotechnique favorable : pente talweg < 15% confinement latéral, absence de doline ou renards dans l'assise. L'assise doit être défrichée et curée des dépôts éventuels.

Entretien :

- Pour éviter la re-mobilisation en amont de la digue, il est nécessaire de réaliser un curage périodique pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.

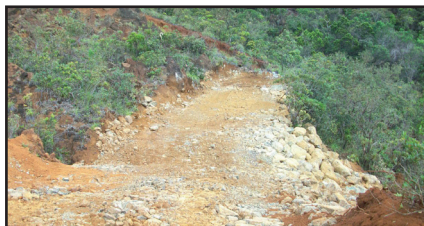


Ces ouvrages présentent un risque potentiel pour l'environnement. Leur construction doit être soumise à l'approbation de GEM. Dans le cas d'un creek non pérenne, il est conseillé de vidanger la retenue en prévision des crues ultérieures.

DESCRIPTIONS

Ouvrage en enrochement situé au droit d'un talweg au passage d'une piste.

- **Fonction principale** : passage drainant à travers un talweg.
- **Fonction secondaire** : ralentissement et diffusion des écoulements et rétention des matériaux de charriage.



DIMENSIONNEMENT

Section drainante S :

$$Q = V \times S/3 \text{ (cruë biennale)}$$

Q : débit capable du drain (m^3/s)

V : vitesse d'écoulement = 0.5 m/s par défaut

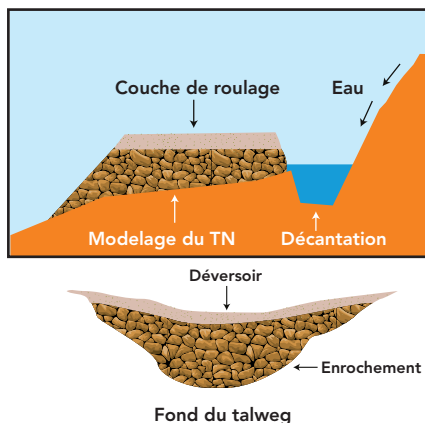
S : section totale (m^2) = 3 fois la section utile S_u
au passage de l'eau (porosité = 33%)

Exemple :

si $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$, il faut $S_u = 2 \text{ m}^2$ donc $S = 6 \text{ m}^2$

Déversoir :

Idem fiche 9, dimensionné pour une crue vingtennale ou centennale pour les ouvrages sensibles.



REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

- Pour centrer les écoulements, l'enrochement doit avoir la forme d'un cassis.
- L'enrochement doit être constitué dans sa partie basse de blocs de 300 à 1000 mm sur 2 m d'épaisseur.
- Mise en place d'une couche de roulage (50 – 150 mm) à la surface de l'enrochement.
- L'assise de l'enrochement doit être préparée (essartage, curage des boues et aménagement de banquettes dans le cas où la pente > 10%).
- La base de l'enrochement doit être de préférence couverte de géotextile.
- Une petite retenue de décantation et de mise en charge peut être aménagée en amont du cassis.
- L'assise de la digue doit être préparée (essartage, curage des boues, aménagement de banquettes d'ancrage).

Entretien :

- Pour éviter le colmatage de l'enrochement, il est nécessaire de réaliser un curage périodique du bassin de décantation amont pendant la saison pluvieuse et en prévision des crues.



Les cassis en enrochement sont préférables aux passages busés. Les passages busés concentrent les écoulements et provoquent souvent une érosion régressive à la sortie des buses.

DESCRIPTIONS

Petite digue filtrante en enrochement aménagée dans un talweg.

- **Fonction principale** : ralentissement et diffusion des écoulements et rétention des particules grossières.
- **Fonction secondaire** : décantation des fines en décrue.



DIMENSIONNEMENT

Hauteur maxi de la digue (côté amont) : $h = 3 \text{ m}$

Pentes : Amont $2\frac{1}{3}^H$, aval $1\frac{1}{2}^H$

Largeur en crête : $2/3$ hauteur digue (mini 3 m)

Déversoir : $Q = n.L 2g.H^{3/2}$

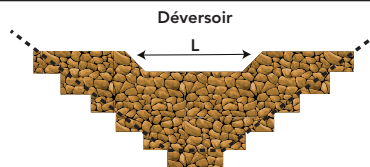
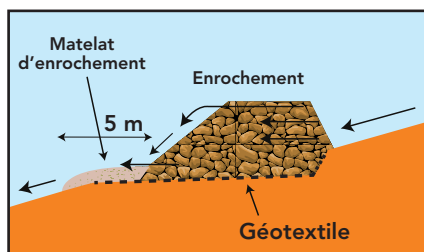
Q : Débit de la **crue vingtennale ou centennale**
pour les ouvrages sensibles (m^3/s)

N = 0,4

L : Largeur du déversoir en m (3 m au minimum)

G : Accélération de la pesanteur.

H : Hauteur d'eau sur le déversoir en m (limitée à 1 m)



Tranchée drainante

REGLES CONSTRUCTIVES

Recommandations :

- Afin d'éviter les affouillements latéraux, la digue doit être obligatoirement munie d'un réservoir central.
- La digue doit être constituée totalement de blocs de 300 à 1000 mm et ne doit pas renfermer de noyaux étanches ou de faible perméabilité.
- L'assise de la digue doit être préparée (essartage, curage des boues et aménagement de banquettes dans le cas où la pente > 10%).
- La base de la digue doit être couverte de géotextile.
- La digue doit être implantée dans le site ayant un contexte géotechnique favorable : pente talweg < 20% et confinement latéral.
- Pour dissiper l'énergie de chute d'eau, il est nécessaires d'aménager un matelas en enrochement (500 à 1000 mm) au pied du talus aval de la digue (longueur minimale de 5 m).

Entretien :

Selon les possibilités d'accès au site, un curage de la retenue permettra d'améliorer son efficacité en saison pluvieuse et en prévision des crues.



La mise en place de géotextile sur le talus amont est prohibée.



• Mine de Tiébaghi - Koumac

ANNEXES

CHOIX DES STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES DE RÉFÉRENCE

Le choix des stations de référence est proposé par Météo France
(Réf étude : DIRNC-ETD-SLN_DR_2011_v2).

La liste des stations pluviométriques de référence est donnée dans le tableau ci-dessous :

Nom du site minier	Référence actuelle	Référence future
POUM	TIEBAGHI-DAVAR (1988)	POUM-SLN-MF (2008)
TIEBAGHI	TIEBAGHI-DAVAR (1988)	
ETOILE DU NORD	TIEBAGHI-DAVAR (1988)	
KOPETO	KOPETO-DAVAR (1988)	
MONEO	HOUAILOU-MF (1993)	
PORO-FRANCAISE	HOUAILOU-MF (1993)	PORO-DAVAR (2008)
PORO-BONINI	HOUAILOU-MF (1993)	PORO-DAVAR (2008)
KIEL	HOUAILOU-MF (1993)	MENAZI-DAVAR (2002)
MEA	HOUAILOU-MF (1993)	MEA-MF (2008)
DOTHIO	CANALA – MF (1993)	THIO-PLATEAU-MF (2008)
THIO - PLATEAU	CANALA – MF (1993)	THIO-PLATEAU-MF (2008)
THIO - CAMP DES SAPINS	KONGOUHAOU-DAVAR (1986)	THIO-CAMP DES SAPINS (2008)
OPOUE	TOMO-DAVAR (1999)	

Les stations de référence futures ne pourront être utilisées qu'après 10 ans de retour de données enregistrées.

PRÉCIPITATIONS 2H 2 ANS

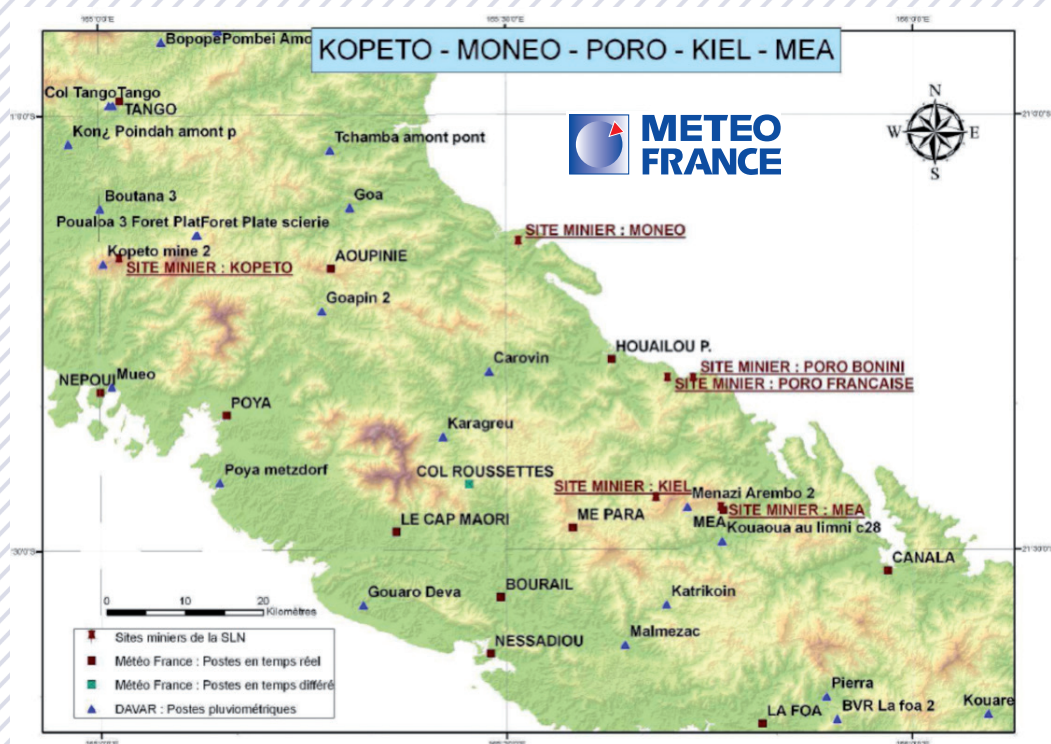
Les quantiles 2h2ans des stations de référence à prendre en compte pour les calculs de dimensionnement d'ouvrage sont listés dans le tableau ci-dessous :

(source : Météo-France)

Nom de la station de reference	Quantile 2h2ans (en mm)
TIEBAGHI-DAVAR	83,7
KOPETO-DAVAR	69,2
HOUAILOU-MF	85,9
CANALA – MF	75,6
KONGOUHAOU-DAVAR	67,3
TOMO-DAVAR	56,4

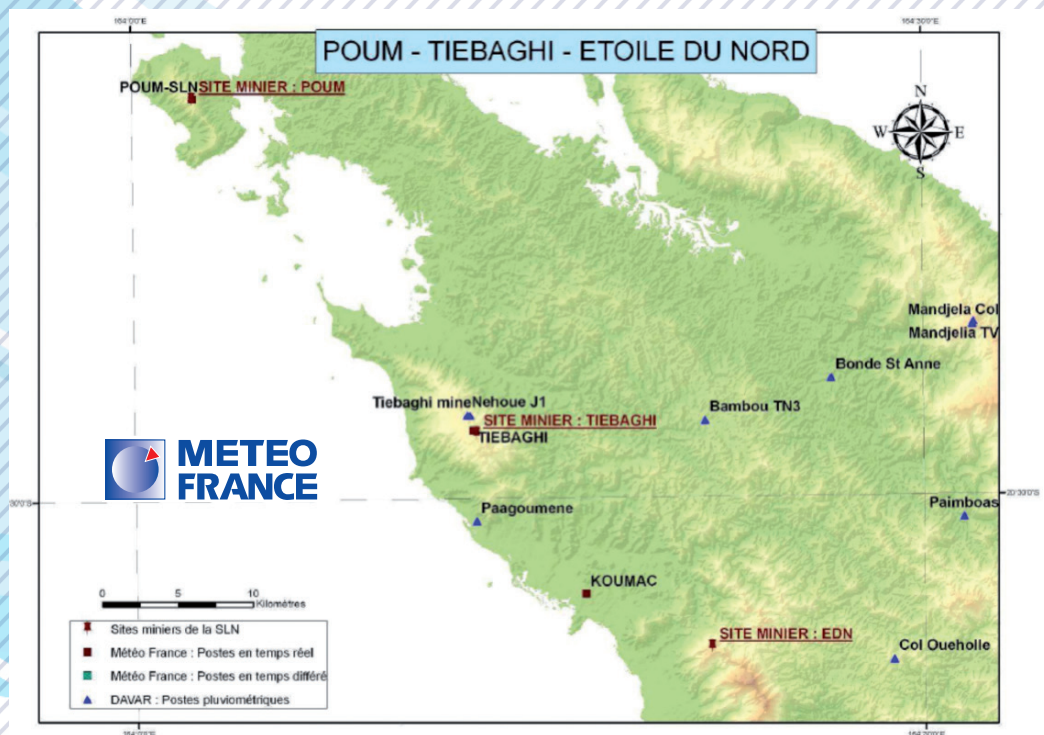
Ces hauteurs sont calculées par la méthode de renouvellement. Les dépassements de seuils sont ajustés par la loi de Gumbel (Davar) et Pareto (Météo-France).

SITUATION DES STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES DE RÉFÉRENCE KOPETO - MONEO - PORO - KIEL - MEA



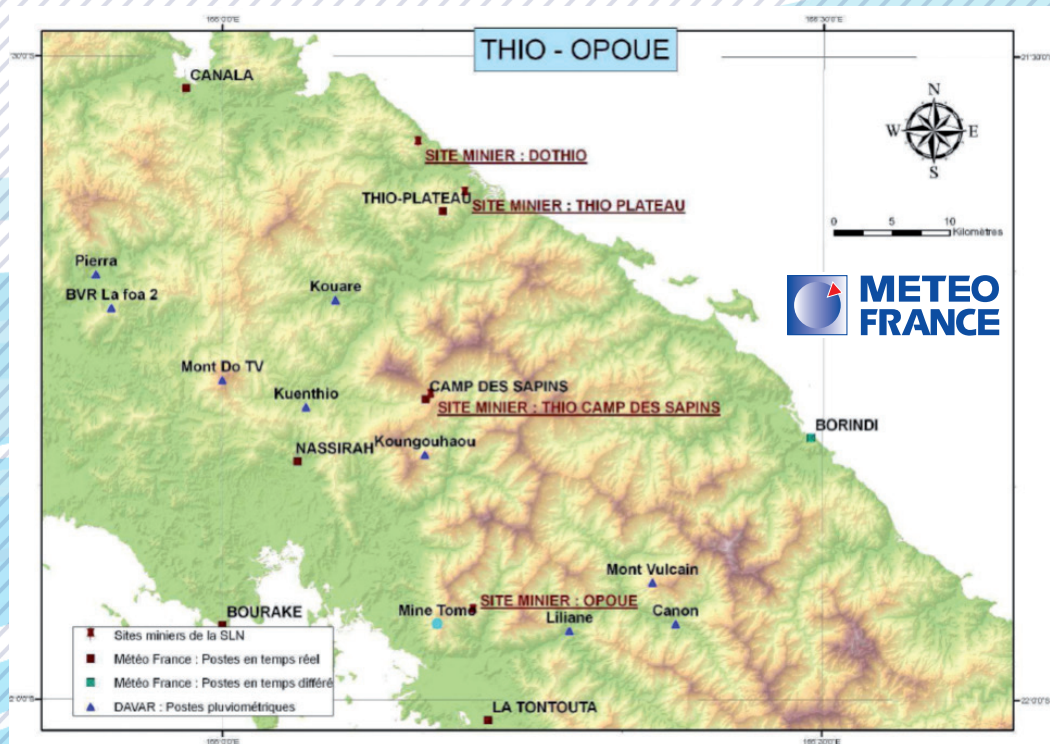
(source Météo France)

SITUATION DES STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES DE RÉFÉRENCE POUM - TIEBAGHI - ETOILE DU NORD



(source Météo France)

SITUATION DES STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES DE RÉFÉRENCE THIO - OPOUE



(source Météo France)

COMMENT CALCULER L'INTENSITÉ HORAIRE DES PRÉCIPITATIONS ?

COEFFICIENTS DE MONTANA FORMULE DES INTENSITÉS (source Météo France)

Formule de Montana :

$$I(d) = A \cdot d^B$$

Avec,

$I(d)$ = intensité des précipitations (en mm/h).

d = pas de temps choisi (en min), la durée de pluie est prise égale au temps de concentration T_c .

A et B = constantes données par Météo France.

Le tableau ci-dessous liste les différents coefficients de Montana donnés par stations et par durée pour temps de retour allant de 5 à 100 ans.

	5		10		20		50		100	
Nom	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
CANALA	241,00	-0,33	236,00	-0,29	227,00	-0,24	215,00	-0,19	204,00	-0,15
HOUAILOU	296,00	-0,33	298,00	-0,29	296,00	-0,25	285,00	-0,20	272,00	-0,16
KOPETO	311,00	-0,40	331,00	-0,39	352,00	-0,38	381,00	-0,37	402,00	-0,37
KONGOUHAOU	251,00	-0,37	269,00	-0,36	287,00	-0,36	311,00	-0,35	330,00	-0,34
TIEBAGHI	298,00	-0,33	327,00	-0,31	357,00	-0,30	398,00	-0,28	428,00	-0,27
TOMO	351,00	-0,46	398,00	-0,46	439,00	-0,46	495,00	-0,46	539,00	-0,45

Ces coefficients doivent être pris pour calculer l'intensité de pluie horaire utilisée dans la formule rationnelle de calcul de débit de pointe d'un bassin versant (Cf. Fiche n°1).

CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ
DE LA SLN ET NE PEUT ÊTRE REPRODUIT,
MÊME PARTIELLEMENT, SANS L'AUTORISATION
DU DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA SLN
(OU DE SES REPRÉSENTANTS AUTORISÉS).

GUIDE BLEU



LE NICKEL-SLN
GROUPE ERAMET

CONCEPT