



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

Service des forêts et de la faune SFF  
Amt für Wald, Wild und Fischerei WaldA

Protection contre les dangers naturels  
Schutz vor Naturgefahren

Route du Mont Carmel 1, Case postale 155,  
1762 Givisiez

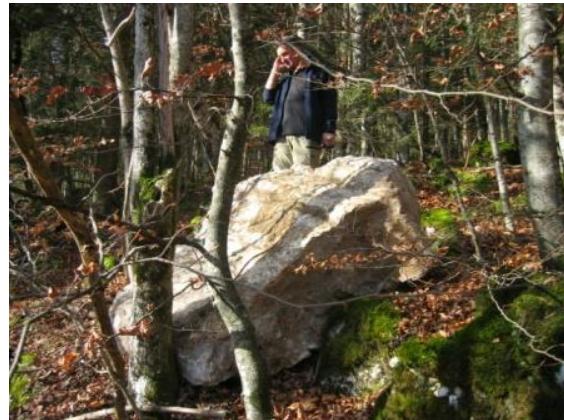
T +41 26 305 23 43, F +41 26 305 23 36  
[www.fr.ch/sff](http://www.fr.ch/sff)

—

*Givisiez, le 10 octobre 2011*

## Rapport explicatif « SilvaProtect »

## Forêts protectrices contre les dangers naturels



## Table des matières

1.	Les forêts - une tâche commune .....	2
2.	Forêts protectrices – définition.....	2
3.	SilvaProtect – délimitation des surfaces dans le canton de Fribourg.....	3
4.	La cartographie des forêts de protection .....	4
5.	Effets de la forêt sur les différents dangers naturels gravitaires .....	5
5.1.	Forêt protectrice contre les avalanches.....	5
5.2.	Forêt protectrice contre les chutes de pierres .....	6
5.3.	Forêt protectrice contre les glissements de terrain.....	7
5.4.	Forêt protectrice contre les processus torrentiels.....	8
6.	Résumé .....	8
7.	Références et glossaire .....	10

### 1. Les forêts - une tâche commune

Dans son article d'introduction, la loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les forêts (LFo) cite parmi ses buts son objectif de conservation et de maintien des fonctions protectrice, sociale et économique de la forêt. Ces mêmes buts ont été repris en tant que tâches communes dans le cadre de la nouvelle répartition des tâches entre la Confédération et les cantons.

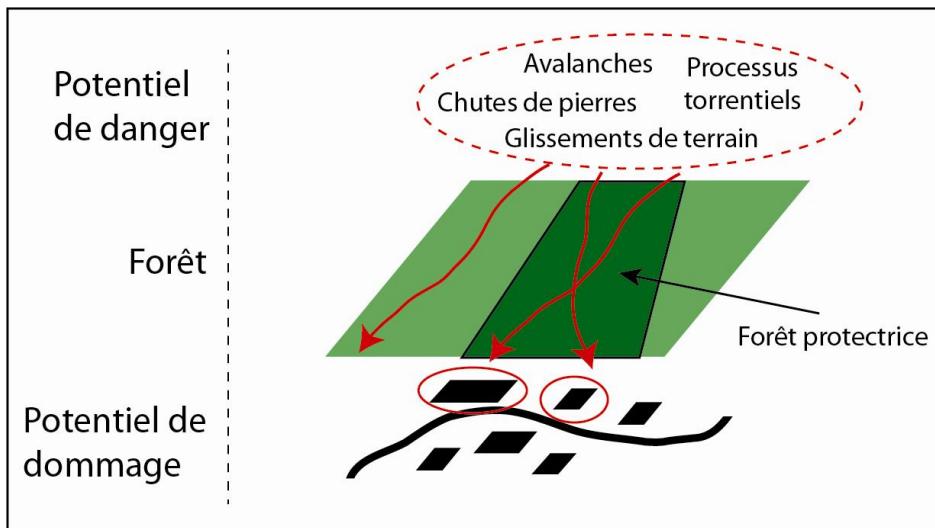
En tant que « forêt protectrice », nous comprenons généralement les forêts qui protègent contre les dangers naturels de manière directe ou indirecte. Il existe d'autres fonctions de la forêt souvent associées avec la notion de protection (protection des sols, protection de la nature, protection des eaux souterraines, rideaux-abris contre le vent), mais seul le contexte de « protection contre les dangers naturels » est associé au thème « forêts protectrices ».

### 2. Forêts protectrices – définition

Une forêt protectrice est une surface forestière qui joue un rôle de protection pour des biens notables. Il faut que les trois conditions suivantes soient simultanément remplies (cf. figure 1) :

1. présence d'un danger naturel gravitaire, respectivement d'un potentiel de danger ; cette notion regroupe les avalanches, les chutes de pierres et de blocs, voire de blocs de glace, les glissements de terrain, les coulées de boue, les laves torrentielles, les crues et les inondations liées aux petits bassins versants ou aux torrents ;
2. présence d'un effet positif de la forêt contre ce danger naturel ;
3. présence d'un potentiel de dommage pertinent (habitations, routes, écoles, etc.) qui doit être protégé.

Le troisième point revêt une importance particulière dans la définition ou la délimitation de la forêt protectrice. En effet, une forêt qui permettrait d'éviter le déclenchement d'une avalanche sans que celle-ci ne menace un objet ou une infrastructure ne peut être considérée comme forêt protectrice. Le potentiel de dégâts doit donc refléter un certain intérêt pour la collectivité.



### 3. SilvaProtect – délimitation des surfaces dans le canton de Fribourg

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a lancé en 2005 un projet nommé « SilvaProtect ». Son but était de fournir les bases pour une délimitation cohérente des forêts protectrices, de faciliter l'interprétation des dispositions légales et de coordonner les démarches nécessaires avec les cantons. La délimitation des forêts protectrices par les cantons devait conduire à un résultat transparent pour l'ensemble de la Suisse, résultat qui pouvait également être utilisé pour définir des stratégies au niveau fédéral.

Dans un premier temps, une détection sommaire des dangers naturels gravitaires a été réalisée, utilisant les données disponibles pour l'ensemble de la Suisse. Cette démarche a fourni une carte indicative des dangers très sommaire qui n'est d'ailleurs pas directement utilisable pour l'aménagement du territoire. Par la suite, les potentiels de dommages disponibles sous forme digitale ont été intégrés dans les modélisations. Les processus pouvant atteindre ces potentiels de dommage ont été détectés et comparés avec la présence de forêts. La synthèse finale délimite les forêts situées dans les zones de ces processus, forêts qui peuvent exercer un effet sur ces dangers (cf. figure 1).

Ces résultats fournissent des mosaïques de surfaces qui sont difficilement utilisables telles quelles. Les cantons, responsables de la délimitation des forêts protectrices, ont vérifié ces résultats bruts pour établir la délimitation des forêts protectrices cantonales selon des critères clairement définis.

Pour le canton de Fribourg, deux opérations principales ont été effectuées :

1. Priorisation des processus : Comme la modélisation peut détecter plusieurs processus dans un même périmètre, il a été choisi de les prioriser en fonction du potentiel de danger et de dommage ainsi que de critères sylvicoles (cf. chap. 4).
2. Arrondis des périmètres : Les résultats de la modélisation se présentent dans un premier temps sous forme de mosaïque, un traitement supplémentaire était nécessaire. L'arrondi des surfaces modélisées a permis de régler cet inconvénient pour finalement produire des surfaces délimitées logiquement et utilisables d'un point de vue pratique (pour la planification, communication, etc.).

A mentionner encore que depuis 1998 déjà, le canton dispose d'une délimitation cantonale des forêts protectrices. Cette première cartographie a servi de base de planification jusqu'en 2011. Le

degré de détail, la précision ainsi que la qualité de cette délimitation étant limités, SilvaProtect a permis une amélioration non négligeable (données de référence, instruments SIG, etc.).

#### **4. La cartographie des forêts de protection**

La cartographie des forêts protectrices a deux objectifs principaux :

1. la localisation spatiale des forêts de protection ;
2. la mise en évidence du processus prioritaire contre lequel la forêt doit agir.

Voici la hiérarchie des processus prioritaires retenue :

1. avalanches ;
2. chutes de pierres ;
3. glissements de terrain ;
4. processus torrentiels dans les torrents (érosion du lit du torrent et des berges, crues, laves torrentielles, etc.).

Lorsque plusieurs processus ont été identifiés dans une même surface de forêt protectrice, c'est le processus prioritaire qui est représenté visuellement. Les autres processus sont considérés comme secondaires et sont répertoriés dans la base de données (métadonnées ou géodatabase) :

**Processus prioritaire :** Processus qui est représenté visuellement sur la carte et contre lequel la forêt doit influer en priorité.

**Processus secondaire(s) :** Cette information indique si d'autres processus avaient été identifiés par simulation informatique lors de la phase I du projet SilvaProtect.

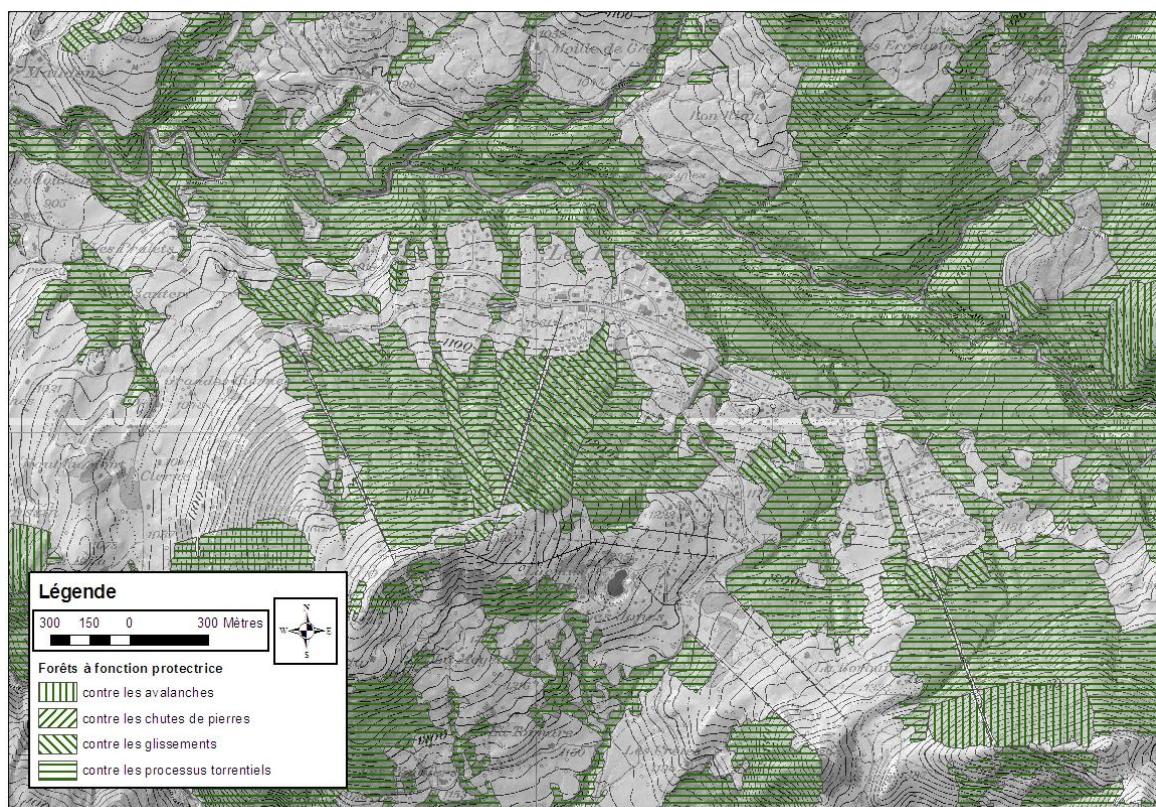


Figure 2 : Exemple de représentation des forêts de protection avec différenciation des processus (selon la présentation sur le guichet cartographique [www.geo.fr.ch](http://www.geo.fr.ch)).

## 5. Effets de la forêt sur les différents dangers naturels gravitaires

### 5.1. Forêt protectrice contre les avalanches

L'efficacité des forêts de protection dépend des caractéristiques de la forêt (ouverture, essences, etc.), mais aussi du contexte topographique, du type de sol et des conditions du manteau neigeux ( $T^{\circ}$ , épaisseur, etc.). Du moment que la zone de déclenchement d'avalanches se situe au-dessus de la forêt, son effet de freinage est très faible. Il n'est donc pas pris en compte comme effet de protection.

Les facteurs suivants jouent ainsi un rôle déterminant :

#### - Interception de la neige

L'épaisseur du manteau neigeux est plus faible en raison de l'interception de la neige par la couronne des arbres (30 à 70 % de la neige est intercepté). Les résineux ont un meilleur effet par rapport aux feuillus car ils ne perdent pas leurs aiguilles en hiver.

#### - Répartition irrégulière du manteau neigeux

Les couronnes des arbres influencent directement la répartition de la neige au sol et empêchent la formation d'étendues importantes de couches instables..

#### - Bilan radiatif

Dans le cas d'une forêt dense et composée d'essence à feuilles persistantes (résineux), les variations de températures durant une journée sont plus faibles. La stabilité du manteau neigeux est renforcée.

#### - Vent

L'accumulation de neige par le vent sur une grande surface (« plaques à vent ») est moins probable dans une forêt dense que sur une surface non boisée. Ainsi, l'accumulation de neige se fait de manière régulière.

#### - Stabilisation mécanique du manteau (effet d'ancrage)

Cet effet d'ancrage direct de la neige par les troncs d'arbres permet d'éviter le déclenchement d'une grande plaque de neige. La rugosité du sol en forêt améliore la cohésion entre la neige et le sol et empêche la formation d'avalanches de fond.

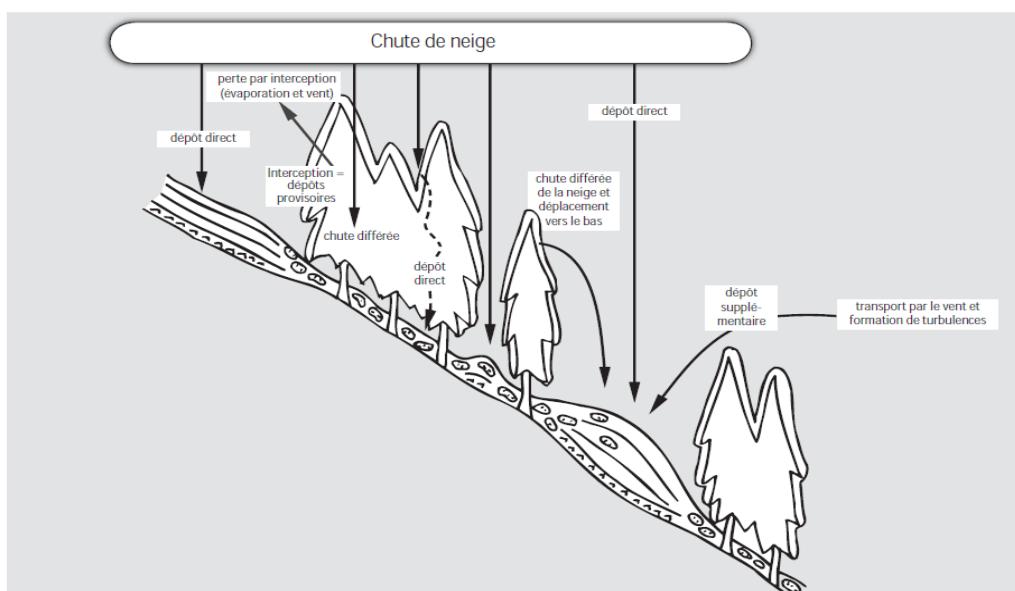


Figure 3 : Illustration des effets de la forêt sur le manteau neigeux (tiré de Meyer 1987, Cemagref).

## 5.2. Forêt protectrice contre les chutes de pierres

Le processus de chutes de pierres et de blocs (volume unitaire < 5 m<sup>3</sup> environ) peut être décomposé en trois phases : 1) déclenchement, 2) transit et 3) arrêt. La forêt joue des rôles de protection différents pour chacune de celles-ci.

### 1) Zone de déclenchement :

Les racines des arbres ont un effet positif en retenant les pierres. Caractérisé par des écarts de températures plus faibles, le micro-climat des forêts réduit la désagrégation de la roche et réduit ainsi la probabilité de déclenchement de chute de pierres. Revers de la médaille, ces mêmes arbres et leurs racines peuvent exercer une pression supplémentaire dans les fissures du rocher (altération de la roche) ou agir comme levier lors de tempêtes pour déstabiliser des parties rocheuses. Les souches d'arbres tombés représentent une source possible de chutes de blocs.

### 2) Zone de transit :

Un arbre peut freiner, dévier de sa trajectoire et parfois stopper une pierre. Cet effet dépend principalement de son diamètre, de son essence et de la taille de la pierre. Par exemple, un chêne d'un diamètre de 40 cm peut dissiper deux fois plus d'énergie lors d'un impact qu'un sapin. Le sol forestier a une rugosité élevée et augmente les frottements qui freinent la pierre.



### 3) Zone d'arrêt et de dépôt :

Lorsque la pente passe en-dessous des 25°-30°, la pierre commence à ralentir d'elle-même. Les facteurs qui contribuent à freiner les pierres sont les mêmes que pour la zone de transit.

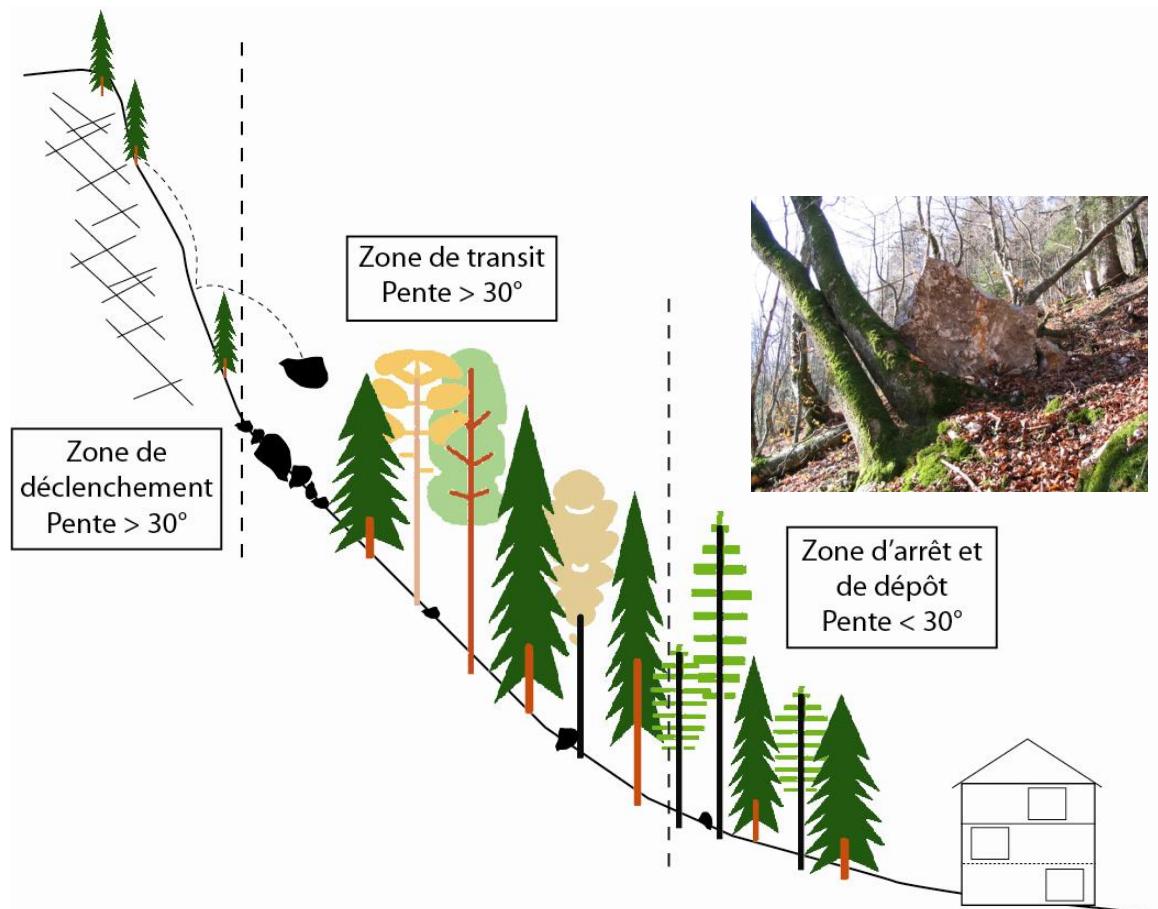


Figure 4 : Illustration des trois zones d'influences de la forêt contre les chutes de pierres.

### 5.3. Forêt protectrice contre les glissements de terrain

Les effets des forêts protectrices sont différents en fonction du type de glissements de terrain :

#### (1) Les glissements superficiels (< 2 mètres, pris en compte dans SilvaProtect)

Le système racinaire d'un arbre a une influence mécanique directe dans ce type de cas. La forêt influence l'hydrologie des sols, le ruissellement d'eau superficiel ainsi que l'infiltration. L'eau est le facteur de déclenchement clé dans pratiquement toutes les situations où il existe une prédisposition générale pour l'occurrence de glissements. En moyenne, une forêt intacte peut absorber environ 1/3 des précipitations annuelles (évapotranspiration).

Idéalement, les effets de la forêt sont améliorés en favorisant des essences d'arbres avec un système racinaire profond et une capacité d'amélioration des propriétés des sols (p.ex. sapin blanc).

L'image illustre ces différents aspects (intempéries Sachseln, 1997).

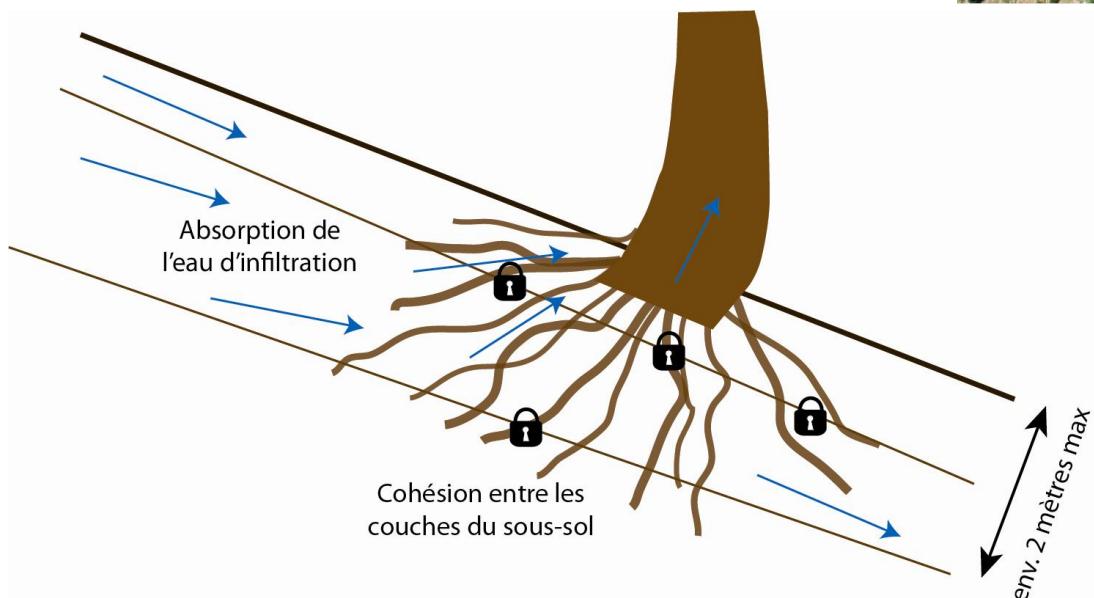
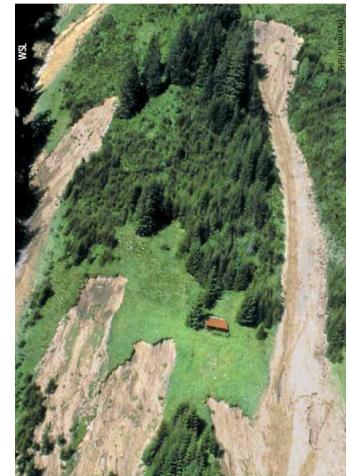


Figure 5 : Illustration des deux effets directs principaux de la forêt sur les glissements superficiels.

#### (2) les glissements de profondeur moyenne à grande (> 2 mètres, exclu dans SilvaProtect).

L'effet direct de la forêt en tant que stabilisateur par ancrage du sol diminue fortement dans ce type de cas. Le potentiel d'absorption des eaux d'infiltration par les arbres a alors un effet indirect sur le glissement puisqu'il diminue la quantité d'eau infiltrée dans le sous-sol. Toutefois, la quantité d'eau effectivement absorbée est difficile à estimer. On part du principe que la forêt a un rôle secondaire en comparaison avec les autres paramètres plus déterminants par rapport à la disposition de ce type d'instabilités.

## 5.4. Forêt protectrice contre les processus torrentiels

Les effets de la forêt sur les torrents sont divisés en trois catégories.

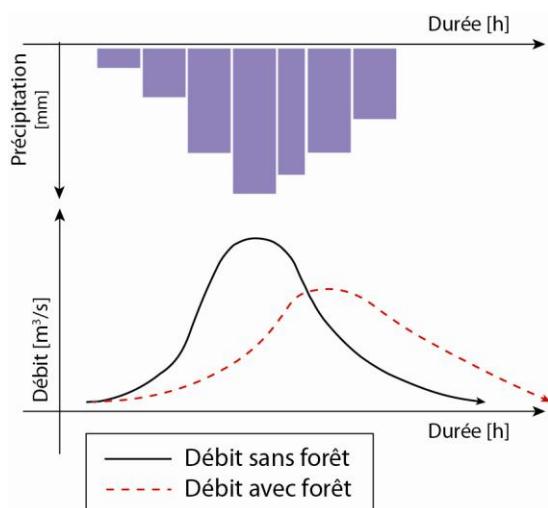
### 1) Effet direct :

Comme dans le contexte des glissements, chaque système racinaire à proximité du torrent a un effet d'ancrage du sol qui limite significativement la capacité d'érosion latérale du torrent. Le torrent ne peut ainsi pas charrier autant de matériel solide que normalement possible sans présence de forêt.



### 2) Effet indirect :

En moyenne, une forêt intacte peut absorber environ 1/3 des précipitations cumulées (eau d'infiltration et interception directe de la pluie par la couronne). En conséquence, le débit de pointe du torrent est réduit lors d'orages ou d'intempéries ce qui diminue sa capacité d'érosion et de transport de matériaux solides. Toutefois, lors de longs épisodes pluvieux, le sol devient saturé en eau et l'effet de la forêt diminue. L'efficacité de cet effet dépend donc d'autres facteurs importants comme le type d'épisode pluvieux (durée et intensité) et le contexte hydrologique (taille et forme du bassin versant). Le type d'essences d'arbres et surtout la part de la surface de la forêt dans le bassin versant peuvent ensuite modifier positivement le débit de pointe.



### 3) Effet négatif :

Si la forêt est mal entretenue à proximité du torrent, des arbres pourraient obstruer le torrent et créer des embâcles (barrages du torrent par les arbres). Ce barrage pourrait céder lors d'épisodes pluvieux et créer une débâcle sous forme d'une coulée de boue ou d'une lave torrentielle par exemple. Cet effet négatif de la forêt est diminué par le nettoyage et l'entretien des berges des cours d'eau là où cela est nécessaire.

## 6. Résumé

Depuis 2011, le canton de Fribourg dispose d'une cartographie des forêts protectrices harmonisée au niveau fédéral. Il est dès lors possible de connaître spatialement les processus contre lesquels la forêt doit prioritairement influer. Cette nouvelle caractéristique permet une gestion encore plus ciblée des soins et interventions nécessaires pour une protection optimale de la forêt contre les dangers naturels gravitaires (Gestion durable des forêts de protection, projet NaiS).

La forêt fribourgeoise atteint aujourd’hui 42'500 ha, soit 25 % du territoire cantonal. Avec une surface de 17'739 ha, les forêts de protection représentent environ 42 % de la surface totale de la forêt.

Tableau 1 : Surfaces de forêts de protection du canton de Fribourg, par processus (septembre 2011).

<b>Processus</b>	<b>Surface [ha]</b>	<b>Proportion [%]</b>
Avalanches	2'177	12.3
Chutes de pierres	176	1
Glissements de terrain	997	5.6
Processus torrentiels	14'384	81.1
<b>Total</b>	<b>17'734</b>	<b>100</b>

Les forêts protectrices font partie d'une stratégie globale de « gestion intégrale des risques » (PLANAT, 2005) :

- la prise en compte des surfaces exposées aux dangers lors du développement urbain (aménagement du territoire) ;
- les mesures techniques de protection ;
- réduction de la vulnérabilité avec des mesures de protection d’objets ;
- les mesures de préparation et d’intervention.

La forêt protectrice n’offre que rarement une protection absolue contre un danger défini, mais elle remplit simultanément d’autres fonctions (sociale, environnementale et économique). Elle est capable de se régénérer elle-même et vieillit mieux qu'un ouvrage technique de protection. Les coûts d’entretien ou de renouvellement sont nettement moins onéreux. Ce dernier point a été illustré par un calcul comparatif entre les coûts de construction et d’entretien d’ouvrages paravalanches sur une surface dénudée et les coûts que représenterait l’entretien sylvicole d’une forêt sur la même surface ; le rapport était de l’ordre de 20:1.

En forêt protectrice, la conservation de la forêt est primordiale. Sans suivi, la fonction protectrice de la forêt peut par endroit être diminuée. Des appréciations de spécialistes sont nécessaires pour définir quelles interventions sont nécessaires et judicieuses. La référence la plus actuelle pour ces questions est la publication faite par l’OFEV en 2005 « Gestion durable des forêts de protection ».

Puisque la stabilité signifie également rajeunissement, des synergies existent en forêt protectrice avec les aspects de production de bois. Les revenus de la vente des bois, complétés au besoin par des contributions publiques (fédérale, cantonale et communale), permettent aux propriétaires d’effectuer les mesures nécessaires selon les normes de qualité et dans le respect des règles de l’art.

## 7. Références et glossaire

### Législation

Constitution fédérale de la Confédération suisse (art. 77 Forêts)

Loi fédérale sur les forêts (LFo, 1991)

Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT, 1979)

### SilvaProtect

OFEV, 2010, Harmonisation des critères de délimitation des forêts protectrices, Rapport de synthèse actualisé sur le projet SilvaProtect-CH phase II, Division Prévention des dangers.

Giamboni M., Wehrli A., 2006, SilvaProtect-CH, Documentation concernant la phase I et II du projet, Version synthétique, OFEV, Division Prévention des dangers.

Meyer-Grass M., 1987, Waldlawinen als Folge immissionsgeschädigter Gebirgswälder. Massnahmen. Verhandlungen der Ges. für Ökologie (Graz 1985) Band XV, 257-265

Site internet de l'Office fédéral de l'environnement sur le sujet :

<http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01920/01964/index.html?lang=fr>

### Gestion durable des forêts protectrices (NaIS)

Frehner M., Wasser B., Schwitter R., 2005, Gestion durable des forêts de protection. Soins sylvicoles et contrôle des résultats : instructions pratiques. (L'environnement pratique). Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 564p.

Site internet de l'Office fédérale de l'environnement sur le sujet :

<http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01920/01963/index.html?lang=fr>

### Liens Internet

Forêt de protection Suisse : [http://www.schutzwald-schweiz.ch/fr\\_index.htm](http://www.schutzwald-schweiz.ch/fr_index.htm)

Centre de sylviculture de montagne : <http://www.gebirgswald.ch>

Plate-forme nationale « Dangers naturels » : <http://www.planat.ch>

Office fédéral de l'environnement, dangers naturels : <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren>

Office fédéral de l'environnement, forêts et bois : <http://www.bafu.admin.ch/wald/index.html?lang=fr>

Terme	Définition
Shapefile	Désigne le fichier qui contient les informations spatiales et attributaires (informations liées au fichier) des surfaces de forêts protectrices.
Périmètre	Désigne les limites des forêts protectrices.
Surface	Désigne les surfaces des zones de forêts protectrices.
Phénomènes, processus	Termes désignant les quatre dangers naturels pris en compte dans SilvaProtect, à savoir les <i>avalanches</i> , les <i>chutes de pierres et de blocs</i> , les <i>glissements de terrain superficiels et coulées de boue</i> et les <i>processus torrentiels (crues, laves torrentielles, érosion)</i> .
Dangers naturels gravitaires	Comprend les dangers naturels liés à la gravité comme : les avalanches, les chutes de pierres et de blocs, les glissements de terrain et les processus torrentiels (crues, laves torrentielles, érosion, etc.).
GRS	Abréviation qui fait référence aux surfaces de forêts protectrices contre les processus torrentiels.
FP	Abréviation pour Forêt Protectrice.