Thèse de doctorat

Lorienne Thüler

Définition, détermination et cartographie de la vulnérabilité des forêts par rapport à la protection des eaux souterraines.

Définition, détermination et cartographie de la vulnérabilité des forêts par rapport à la protection des eaux souterraines.

1. Vulnérabilité: définition

Sensibilité d'un quelconque système à toute sorte de contrainte induisant une modification de ce système.

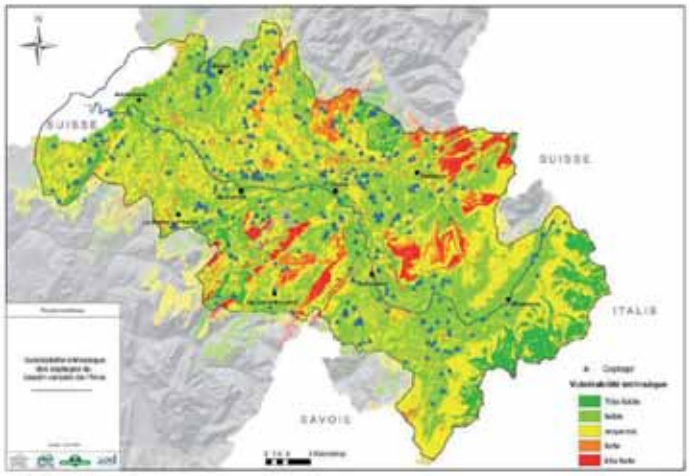
« Le concept de vulnérabilité des eaux souterraines est basé sur le postulat que l'environnement (ici forestier) offre une protection naturelle pour les eaux souterraines, plus particulièrement par rapport aux contaminations liées à l'activité humaine. » (VRBA & ZAPOROZEC, 1994) « Le terme de vulnérabilité des eaux souterraines, sous-entendu à une contamination, a le sens contraire de « protection naturelle des eaux souterraine contre tout type de contamination » » COST 620, 2003).

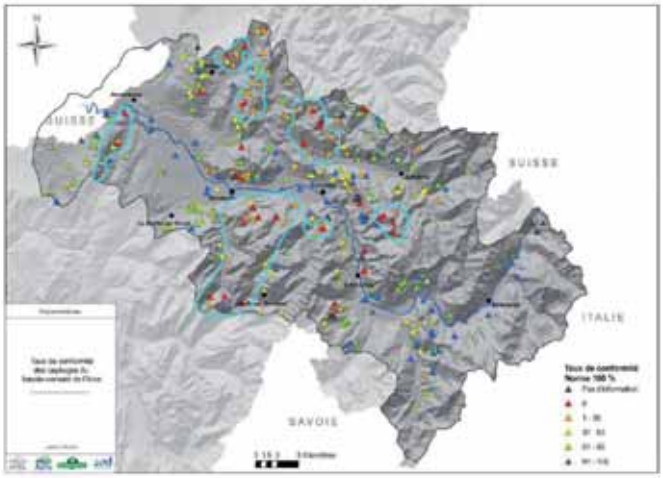
En d'autres terme, la vulnérabilité d'un aquifère est définie comme étant la probabilité que la qualité de ses eaux soit négativement affectée par un polluant issu de l'activité humaine.

2. Etat de la recherche en France:

Cartographie de la vulnérabilité sur le site de l'Arve:

Indice de vulnérabilité intrinsèque: **70%** (50% pente * 50% géol) + **30%** occupation du sol





Certaines zones définies comme très peu vulnérables présentent une qualité des eaux non conforme aux normes. Il est donc intéressant d'approfondir la méthode.

Définition, détermination et cartographie de la vulnérabilité des forêts par rapport à la protection des eaux souterraines.

3. Cartographie de vulnérabilité en milieu forestier, plusieurs approches:

3.1. Vulnérabilité intrinsèque : les paramètres pris en considération sont indépendants de l'action humaine et considérés comme fixes dans le temps.

3.2. Vulnérabilité liée au type de contaminant : les indices des paramètres établis pour la cartographie de la vulnérabilité intrinsèque sont corrélés avec le type de contaminant et son comportement dans l'aquifère (polluant organique ou inorganique par exemple).

3.3. Vulnérabilité liée à l'ouvrage: correspond plus ou moins aux zones de protection des eaux souterraines. Les indices des paramètres sont ajustés au type d'ouvrage, à sa profondeur, à la présence de drains et à leur nombre.

Pour le moment, l'étude se concentre sur l'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère dans son ensemble (site du Mont Gibloux).

3.1. Elaboration d'une méthode simple mais détaillée des zones de vulnérabilité intrinsèque en aquifère forestier

Paramètres déterminants:

3.1.1. **Géologie et hydrogéologie**: définition des indices hydrogéologiques selon les formations géologiques et géomorphologiques en présence. Définition de 4 classes de perméabilité:

- très perméable (karst, zones à forte fracturation, marais drainés en connexion avec la nappe…).

- perméable (roche fissurée et poreuse, molasse fissurée…).

- semi-perméable (molasse non fracturée, moraine locale, cônes d'alluvion…).

- très peu perméable voire imperméable (moraine de fond, terrains argileux, terrains en glissement…).

A intégrer à cela les données hydrologiques de base (cours d'eau, lacs…).

Définition, détermination et cartographie de la vulnérabilité des forêts par rapport à la protection des eaux souterraines.

3.1.2. **Pente**: définition d'indices de vulnérabilité en fonction de la pente, et plus particulièrement des zones de pied de pente (à corréler éventuellement avec l'épaisseur du sol et l'intensité du couvert forestier)

Définition de 3 classes de pente:

- 0 – 20°: pente faible, faible vulnérabilité à l'intérieur de cette zone et moyenne aux abords (pied de pente).

- 20 – 40°: pente moyenne, vulnérabilité moyenne à l'intérieur de la zone et forte aux abords (pied de pente).

- > 40°: pente forte, forte vulnérabilité à l'intérieur de la zone et très élevée aux abords (pied de pente).

3.1.3. **Sol:** définition d'indices de vulnérabilité en fonction des caractéristiques du sol selon son épaisseur, son pH, sa perméabilité et la forme d'humus qui le recouvre. Ce paramètre sera étudié par les pédologues (Luc Scherrer, Jean-Michel Gobat), et intégré dans cette méthode.

3.1.4. **Nature du peuplement**: La nature du peuplement (âge, stade de développement, espèce dominante) influence la vulnérabilité d'un aquifère forestier. Cependant, certains facteurs déterminants sont souvent déjà pris en compte dans les paramètres décrits précédemment.

-Le type d'espèce dominante influence principalement le pH du sol et le type d'humus qui se développe à sa surface.

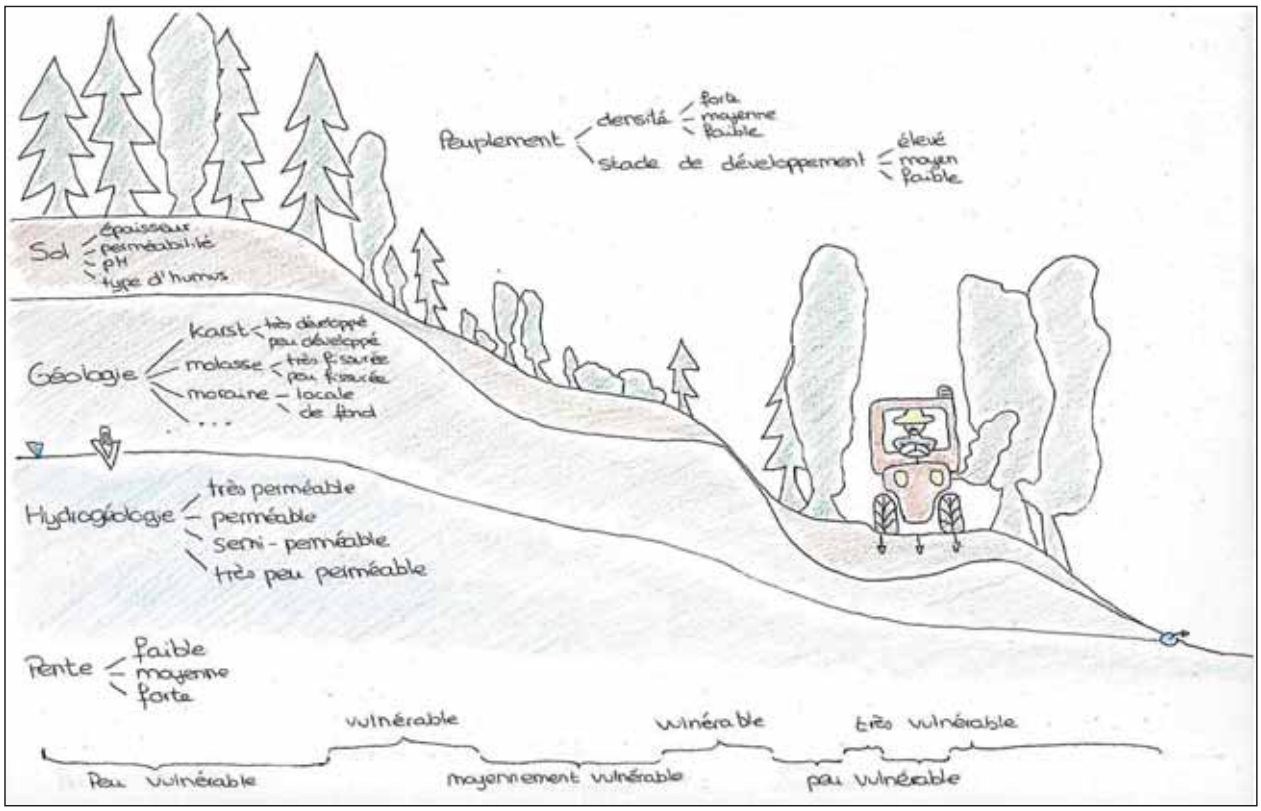
-L'âge du peuplement ainsi que son stade de développement déterminent l'intensité de la couverture forestière, et ce paramètres est à mettre en lien avec la pente.

3.1.5. **Autres:** L'occupation du sol est, hors milieu forestier, un paramètre très variable et influencé par l'activité humaine. Ceci explique pourquoi il ne sera pour le moment pas pris en compte dans l'établissement de cette méthodologie. De plus, l'occupation du sol en milieu forestier est étroitement lié à la nature du peuplement, et les aménagements y sont rares. Il faut néanmoins prendre en considération les nombreuses pistes servant à l'exploitation sylvicole et aux différents aménagements qui y sont liés.

La question de l'orientation d'un versant peut aussi être posée, comme celle des sentiers pédestres et des activités de loisir qui se déroulent en forêt. Ces paramètres étant secondaires, ils seront pour le moment laissés de côté.

Définition, détermination et cartographie de la vulnérabilité des forêts par rapport à la protection des eaux souterraines.

4. Synthèse



5. Validation de la carte

Il est possible de se référer à plusieurs paramètres afin de valider une carte de vulnérabilité. Le plus simple est de se référer à la turbidité de l'eau dans les sources et captages, car elle est généralement un bon indice du point de vue du transfert de contaminant, et est facilement mesurable. Cependant, il est parfois difficile d'identifier la provenance de cette turbidité (proche, lointaine, provenant du sol, des sédiments…). Il est aussi possible de vérifier la qualité des eaux souterraines dans les zones jugées vulnérables. Cependant, si aucune pollution (sous-entendu apport de contaminant par l'activité humaine) n'a lieu elle sera considérée comme bonne à ce moment mais pourra être très mauvais après contamination.

Afin de valider la carte de façon optimale, un ou plusieurs essais de traçages seront réalisés et un échantillonnage sera effectué dans différentes sources placées dans des zones de vulnérabilité variables.

6. Délais

Fin du projet « Alpeau »: élaboration d'une carte simple sur le site du Gibloux, et en tirer une méthodologie. Tester la carte si possible.

Fin de thèse: généraliser, affiner et tester la méthodologie.