

## FORUM

## REGESOL : UN OUTIL DE DIAGNOSTIC POUR LES OPÉRATIONS D'AMENDMENT DES SOLS FORESTIERS

ARNAUD LEGOUT – SERGE DIDIER – CLAUDE NYS

Soumis à de nombreux stress, les écosystèmes forestiers connaissent parfois des dysfonctionnements pouvant conduire dans une étape ultime à leur dépérissement. Divers symptômes sont alors observés : jaunissement des feuilles ou des aiguilles, diminution de la feuillaison, dessèchement des jeunes pousses... Les causes possibles sont multiples et la mauvaise nutrition des peuplements en est une.

Dans les années 1980, le phénomène des pluies acides et les risques de dépérissement ont relancé la problématique de la fertilité des sols forestiers. Pour comprendre le phénomène et tenter d'y remédier, les chercheurs ont utilisé des anciens essais de fertilisation-amendement installés dans les années 1970, et de nouveaux essais d'amendement calcique ou magnésien ont été mis en place. L'ensemble de ces essais constitue aujourd'hui le réseau amendement-fertilisation. En parallèle, pour étudier de façon approfondie les cycles biogéochimiques et les entrées-sorties d'éléments minéraux dans les écosystèmes forestiers, des sites « ateliers » ont été fortement instrumentés et suivis intensivement (intégrés aujourd'hui au SOERE F-ORE-T). Le réseau amendement-fertilisation, couplé à l'étude des cycles biogéochimiques, a permis d'améliorer grandement les connaissances sur la restauration de la fertilité minérale par la pratique de l'amendement dans des écosystèmes forestiers dégradés.

### OBJECTIFS ET FONCTIONNEMENT DE REGESOL

Le logiciel REGESOL est un outil d'aide à l'estimation des besoins en nutriments pour bon nombre d'essences forestières (Épicéa, Pin, Douglas, Chêne, Hêtre...), dans différentes conditions stationnelles. C'est un outil informatique de calcul des besoins de correction de la fertilité des sols forestiers basé sur les stocks disponibles, les cycles biogéochimiques et sur les bilans entrées-sorties de nutriments (Ca, Mg, P, K) dans les écosystèmes forestiers. Les entrées considérées pour l'estimation des bilans sont les apports atmosphériques et les apports par altération des minéraux du sol ; les sorties sont les exportations de biomasse et les pertes par drainage (au-delà de la zone explorée par les racines). Les termes du bilan sont estimés à partir de données spatialisées (exemple : carte des dépôts atmosphériques issus du réseau RENECOFOR) ou extrapolés à partir de données engrangées par l'unité Biogéochimie des écosystèmes forestiers (BEF) depuis plus de 20 ans. Les incertitudes les plus fortes concernent les pertes par drainage, puis viennent les apports atmosphériques et les apports par altération. Les nombreuses recherches menées dans le domaine ont notamment pour objectif de mieux comprendre ces flux, les processus en jeu et les variables de contrôle, ce qui permettra *in fine* d'affiner les estimations.

Le principe de fonctionnement du logiciel est détaillé ci-après :

**Étape 1 :** REGESOL évalue les stocks des nutriments (Ca, Mg, K, P...) disponibles dans les sols (un modèle statistique d'extrapolation permet d'évaluer les stocks du sol 0-70 cm à partir de l'analyse de sol 0-15 cm) et les humus ainsi que les flux de nutriments entrant, circulant et sortant de l'écosystème et pouvant alimenter ou dépleter les stocks.

**Étape 2 :** REGESOL compare ensuite les stocks à des normes quantitatives de nutrition établies au cours de 50 ans de recherches par l'unité BEF de l'INRA de Nancy. Ces normes permettent de calculer les besoins pour restaurer un bon fonctionnement du cycle des nutriments dans l'écosystème forestier.

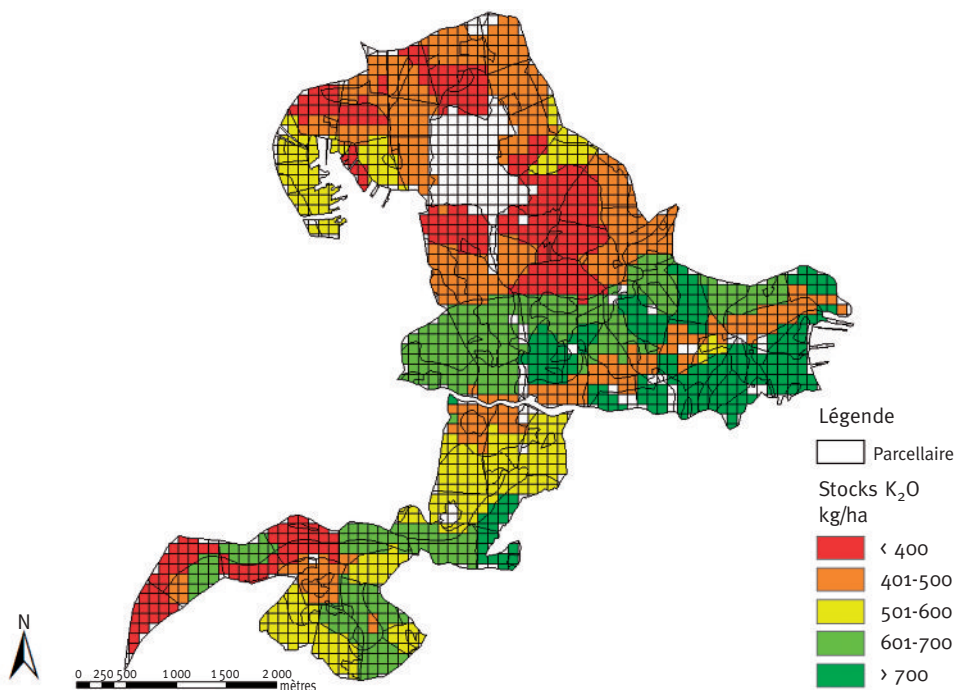
**Étape 3 :** REGESOL produit un dossier technique comprenant des histogrammes de fertilité des sols avant correction, une estimation des besoins en éléments avec la possibilité de calculer les apports en produits, soit par parcelle, soit par zone d'épandage. Des fichiers permettant d'élaborer des cartes de stocks ou de besoins à l'échelle du massif forestier sont également créés.

## DOMAINE D'EXPERTISES DE REGESOL ET CONDITION D'UTILISATION

La restauration de la fertilité minérale de l'écosystème forestier présente sur le long terme des effets bénéfiques tant à l'échelle de la parcelle (meilleure santé des peuplements, limitation des pertes en production, maintien de ses services récréatifs) que de son environnement (diminution de l'acidité des cours d'eau, amélioration de la qualité des eaux de surface).

FIGURE 1

### EXEMPLE DE LA FORÊT DOMANIALE DE RIBEAUVILLÉ



L'expertise permet de fournir aux gestionnaires des analyses spatialisées de sol, des tableaux et cartes dont le jeu de couleurs permet de détecter aisément les zones déficientes en éléments minéraux majeurs (Ca, Mg, K, P). Les sorties de REGESOL, couplées à un système d'information géographique (SIG), s'avèrent être un outil utile pour les aménagistes forestiers.

À ce jour, ce logiciel n'est pas à la disposition du gestionnaire. Les expertises de besoins éventuels en amendement, qui s'appuient en partie sur le logiciel, sont réalisées par l'unité BEF.

## **RÉALISATIONS ACTUELLES ET PROJETS**

Depuis 2010, plus de 30 000 hectares ont été expertisés par l'INRA, principalement dans le massif des Vosges. Une fois le diagnostic réalisé, il appartient aux gestionnaires et aux propriétaires forestiers de décider des priorités et de réaliser les traitements suivant les recommandations fournies par l'INRA.

L'amendement consiste alors à apporter à la surface du sol du carbonate de calcium ou de magnésium parfois complété par d'autres éléments (potassium, phosphore...), en fonction des recommandations fournies. Ces opérations d'amendement, dont le coût est d'environ 500 €/ha et qui sont réalisées par des entreprises spécialisées, répondent à un cahier des charges et font l'objet d'un suivi dans le temps.

Les expertises menées par l'INRA ont conduit depuis 2008 à amender par hélicoptère plus de 4 000 ha dans les Vosges. Circonscrites au départ au Massif vosgien, les demandes d'expertise s'étendent aujourd'hui à d'autres régions (Massif central, Ardennes, Alsace, Bretagne).

Arnaud LEGOUT – Serge DIDIER – Claude NYS  
INRA Centre de Nancy-Lorraine  
Unité Biogéochimie des écosystèmes forestiers  
F-54280 CHAMPENOUX  
(legout@nancy.inra.fr)  
(didier@nancy.inra.fr)  
(nys@nancy.inra.fr)