

Un outil d'aide à la décision pour la gestion des chablis en Région wallonne

S. Riguelle¹, J. Hébert¹, B. Jourez²

¹ : Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels, Faculté universitaire des Sciences agronomiques, 2 Passage des Déportés, B-5030, Gembloux, Belgique.

² : Laboratoire de Technologie du Bois, Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole, Service Public de Wallonie, 23 Av. Maréchal Juin, B-5030, Gembloux, Belgique.

Correspondance : riguelle.s@fsagx.ac.be

Après une tempête de grande ampleur, les propriétaires, les professionnels du secteur et les pouvoirs publics se retrouvent dans l'expectative quant au devenir des bois chablis. Il est donc intéressant de disposer d'un outil d'aide à la décision permettant d'identifier les goulots d'étranglement dans la mobilisation des bois et de comparer des stratégies afin de valider les mesures de gestion les plus susceptibles d'atténuer les impacts négatifs de la crise sur la filière.

Résumé

L'outil d'aide à la décision pour la gestion des chablis est un logiciel informatique qui permet de modéliser le déroulement au cours du temps des différentes opérations de mobilisation des chablis (vente, exploitation, transport, stockage, transformation) et par là même de comparer plusieurs scénarios afin d'en déduire la meilleure stratégie opérationnelle. La principale entrée du système dynamique est le volume de dégâts qui peut être estimé en quelques jours par une méthode d'inventaire rapide. Trente paramètres rentrent actuellement en ligne de compte pour prédire le comportement des différents stocks du système au cours du temps. L'outil a fait l'objet d'une validation auprès de spécialistes et une procédure de veille est actuellement en cours d'élaboration.

Mots clés : tempête, chablis, outil d'aide à la décision, gestion de crise, analyse prospective, mobilisation de la ressource.

Abstract

In order to efficiently manage post-storm damages, we developed a computer software that would be used as a decision support system by the public authorities to make the best decisions as soon as possible after the storm, as well by showing an overview of the present situation as by comparing efficiency of several prospective simulations. The model was built on the basis of previous windthrow events in Europe and its parameters were defined after a full literature review. The system dynamics approach was used to simulate the complex scheme composed by post-storm management operations (inventory, selling, harvesting, transport and transformation). Thirty parameters can be modified by the operator to simulate the crisis situation. The main entry system is the amount of damage, which can be estimated in a very short time (3 days) by using the regional forest inventory network. The first results showed a great potential to predict evolution of a windthrow crisis and the bottlenecks which have to be solved to improve post-storm management. Of course, a validation in real conditions should confirm tool efficiency and possibility to extend its scale.

Keywords: storm damage management, decision support system, wood supply chain, system analysis

Introduction

Même si le nombre et l'intensité des tempêtes n'ont que peu évolué au cours du XX^e siècle (Bessemoulin, 2002) et qu'il n'est pas possible de prouver un changement des caractéristiques intrinsèques des tempêtes sur les années récentes pouvant se distinguer de la variabilité naturelle de ces événements (Planton, 2002), il est clair que l'amplitude et la fréquence des dégâts vont croissantes depuis quelques décennies (Doll, 1991). Or, les conséquences gravissimes de ces phénomènes pour le secteur forestier ne sont plus à rappeler : pertes de revenus parfois énormes affectant les propriétaires privés et publics, déstabilisation durable de la gestion forestière et de toute l'économie de la filière, risques accrus des problèmes phytosanitaires en forêt, ou encore désolation des paysages (Lesgourgues et Drouineau, 2009).

Paradoxalement, ce sujet fut le parent pauvre de la recherche pendant longtemps car il était bien plus facile d'oublier les cataclysmes que de financer des programmes d'études sur une hypothétique catastrophe à venir. Brutalement, les ouragans Lothar et Martin (250 millions d'Euros de dégâts en Europe de l'Ouest) ont remis cette thématique sur le devant de la scène, suite aux frayeurs qu'ils suscitèrent et aux débats qu'ils engendrèrent (Corvol, 2005). Les travaux de recherche sur ce thème se sont dès lors multipliés, notamment sous l'impulsion du GIP ECOFOR. Plus récemment, les ouragans Kyrill (2007) et Klaus (2009) ont confirmé l'importance pour le secteur forestier d'être dorénavant préparé à gérer de telles catastrophes.

Ainsi donc, en Wallonie, principale région boisée de Belgique, les décideurs politiques et administratifs ont compris l'importance de mettre en œuvre un vaste programme de recherche sur le sujet pour faire face à une éventuelle catastrophe qui n'a fort heureusement plus touché la région depuis 20 ans. L'objectif principal de cette étude initiée en 2005 était d'adapter au contexte régional les multiples connaissances relatives à la gestion des chablis et de les intégrer dans un outil unique d'aide à la décision. Cet outil doit permettre aux gestionnaires de crise (Gouvernement wallon, Centre régional de crise, Département de la Nature et des Forêts, représentants de la filière bois) de comparer plusieurs stratégies opérationnelles et de prendre une décision réfléchie, rapide et calculée dans un contexte difficile. Le développement de cet outil, son fonctionnement et son apport dans le contexte des chablis sont présentés dans cet article.

1. Modélisation du système chablis

1.1. Choix du modèle

La méthode retenue pour la simulation numérique et la représentation graphique du système "crise chablis" est la Dynamique des Systèmes (Forrester, 1980). Cette théorie a un domaine d'application très étendu, et est particulièrement adaptée à la représentation des systèmes environnementaux ou de Développement Durable. Les caractéristiques principales de cette méthode sont selon Boulanger et Bréchet (2003) :

- La représentation du système en termes de stocks, valeurs instantanées qui s'accroissent ou diminuent entre deux instants donnés en fonction des flux entrant et sortant (appelés également capacités par après).
- Ce sont les relations entre ces différents stocks qui déterminent le comportement dynamique du système. Ces interactions (*feedbacks*) peuvent conduire à des phénomènes de croissance ou de décroissance lorsqu'elles se renforcent mutuellement, et à des comportements de stabilisation lorsqu'elles se compensent les unes les autres.

Un des atouts de la méthode est précisément son extrême flexibilité qui permet de représenter tout système dynamique au moyen des diagrammes de flux. Ces modèles sont en revanche extrêmement gourmands en données. Comme celles-ci manquent généralement, leur identification et leur estimation

est très importante pour la construction du modèle, celui-ci pouvant être extrêmement sensible aux valeurs des paramètres et des stocks à l'initialisation. Ce constat renforce l'utilité d'une procédure de veille des données du logiciel (§ 2.2). La construction du modèle débute par la réalisation d'un diagramme sagittal, représentant les différents éléments qui composent le système en terme de stocks et de flux, et précisant les relations établies entre les différentes variables du système modélisé (Figure 1).

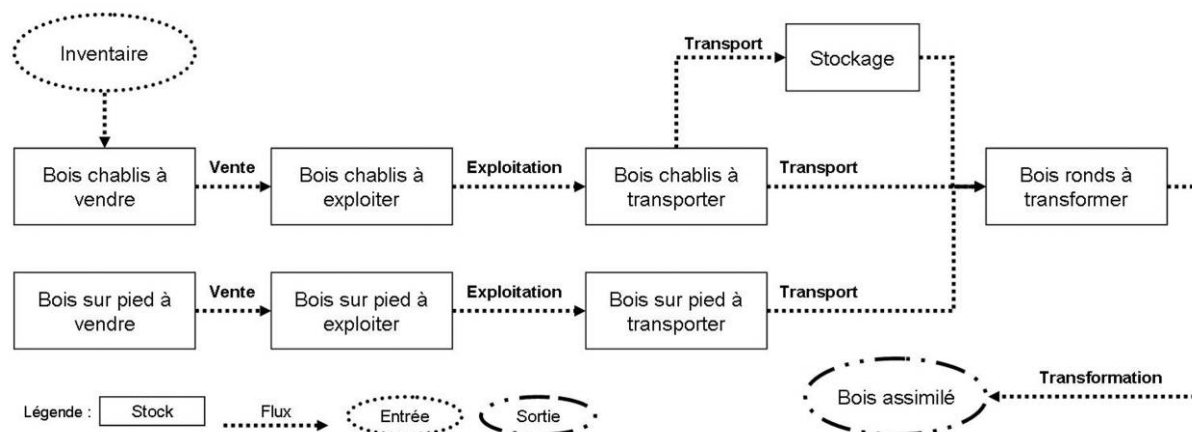


Figure 1 : Représentation schématique du système global "crise chablis".

1.2. Entrées, sorties et paramètres du système

1.2.1. Estimation des dégâts

La principale entrée du système est le volume de dégâts estimé pour l'ensemble de la superficie forestière de Wallonie. Bien entendu, ce paramètre peut être fixé arbitrairement par l'opérateur lorsqu'il effectue des analyses prospectives, mais, lors d'une catastrophe effective, il est nécessaire de fournir au modèle la valeur la plus proche possible de la réalité. Pour ce faire, une méthodologie d'inventaire rapide des dégâts de chablis a été mise au point en collaboration avec le Département de la Nature et des Forêts du Service public de Wallonie (DNF) afin de disposer d'une estimation des dégâts dans les jours suivant le passage de la tempête (Riguelle et al., 2009). Cette méthode se base sur le réseau de placettes de l'Inventaire permanent des Ressources forestières de Wallonie (IPRFW) qui couvre l'ensemble de la superficie boisée productive de la Région à raison d'une placette pour 50 hectares (Lecomte et al., 1992). L'estimation rapide des dégâts se déroule uniquement sur les placettes situées dans les forêts gérées par l'administration régionale. Une extrapolation est prévue pour estimer les dégâts en forêt privée. Dès que la procédure d'inventaire est déclenchée par les autorités compétentes, chaque agent du DNF est invité à se rendre sur les placettes sises dans les peuplements dont il assure la gestion, et à y relever l'intensité de dégâts, exprimée en terme de nombre d'arbres renversés ou cassés sur la surface d'inventaire. En moyenne, chaque préposé forestier est responsable d'une dizaine de placettes, et si l'accès à celles-ci est possible, la procédure peut être réalisée assez rapidement. L'encodage des données se fait directement via une interface en ligne qui permet d'obtenir une estimation de plus en plus précise des dégâts au fur et à mesure que l'inventaire se réalise sur le terrain, et d'affiner ainsi les simulations obtenues grâce à l'outil d'aide à la décision. Cette méthodologie, qui permettra aux gestionnaires de crise de réagir promptement, est rendue possible par la superficie réduite à inventorier, la disponibilité de la main d'œuvre, et *in fine* par le réseau et la base de données de l'IPRFW gérés par la Cellule Inventaire du Département de la Nature et des Forêts et la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (FUSAGx).

1.2.2. Segment Vente

Les entrées dans le système sont au nombre de deux : le volume de dégâts estimé qui intervient une fois en début de simulation et le volume de bois sur pied vendu en temps normal qui intervient périodiquement en fonction du rythme habituel de vente. Les paramètres considérés pour le segment vente sont repris dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Liste des paramètres intervenant dans le segment "Vente" du système global.

Paramètre	Description succincte
Bois sur pied vendu (m ³ /an)	Capacité d'achat du marché en temps normal (hors crise)
Volume mis en vente (%)	Chablis (% du vol. estimé) et bois sur pied (% du vol. annuel)
Temps de résilience (mois)	Délai pour le retour au niveau initial du système (avant crise)
Différentiel de vente (± %)	Hausse ou baisse de la capacité d'achat (situation de crise)
Taux d'échange (%)	Part de bois sur pied échangeable (en valeur) contre des chablis
Rép. des ventes (%/mois)	Répartition pour les chablis (crise) et bois sur pied (hors crise)
Rép. de la capacité d'achat (%)	Répartition entre chablis et bois sur pied
Report délai de paiement (mois)	Désactivé / Activé pour une durée limitée dans le temps.
Décote des bois (€/m ³)	Chablis, volis, bois sur pied
Prix des bois (€/m ³)	Avant et après tempête, par essence

1.2.3. Segment Exploitation

Le volume de bois sur pied acheté avant tempête mais restant à exploiter constitue une entrée supplémentaire au niveau du segment exploitation. C'est sur ce volume que l'échange et le report des délais d'exploitation vont jouer. Les paramètres considérés pour le segment exploitation sont détaillés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Liste des paramètres intervenant dans le segment "Exploitation" du système global.

Paramètre	Description succincte
Inaccessibilité aux coupes (j/an)	Période où l'exploitation est impossible compte tenu du climat
Taux d'exploitation (%)	Part du volume vendu avant tempête pas encore exploité
Report délai d'exploitation (mois)	Désactivé / Activé pour une durée limitée dans le temps
Unités d'exploitations (-)	Nombre d'abatteuses, débardeuses et bûcherons disponibles
Organisation des chantiers (-)	Part de chaque système (mécanisé, mixte, manuel)
Rép. capacité d'exploitation (%)	Répartition chablis / bois sur pied

1.2.4. Segments Transport et stockage

Les segments "transport" et "stockage" sont considérés ensemble car ils sont interdépendants, une partie de la capacité de transport étant dédiée au chargement des bois à destination des aires de stockage, l'autre au transport vers les sites de transformation. Les options relatives à ces segments sont brièvement explicitées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Liste des paramètres intervenant dans les segments "Transport" et "Stockage" du système global.

Paramètre	Description succincte
Inaccessibilité en forêt (j/an)	Accès des camions rendu impossible compte tenu du climat
Caractéristiques du transport (-)	Nombre de camions, distance moyenne du transport (km), poids total roulant autorisé (T)

Type de transport (-)	Direct (industries) ou indirect (industries et/ou aires de stockage)
Rép. capacité de transport (%)	Répartition chablis / bois sur pied
Rép. Cap. de transport chablis (%)	Répartition par essence
Stockage (-)	Désactivé / Activé
Quantité à stocker (m ³)	Volume stocké par type d'essence
Méthode de stockage (-)	Définition du type de méthode utilisée
Durée de stockage (mois)	Fixation d'une durée minimale et/ou maximale

1.2.5. Segment Assimilation

Le segment "assimilation" comprend tous les débouchés de la première transformation du matériau : sciage, pâte à papier, panneaux, bois énergie. La capacité globale d'assimilation est la somme des capacités spécifiques de ces opérations. Le volume exporté est une sortie du système préalable à ce segment, tandis que le volume importé provoque l'effet inverse, c'est-à-dire un afflux supplémentaire de bois devant être assimilé. Les volumes d'essences feuillues et résineuses assimilés, indicateurs de sortie du système, ne sont pas primordiaux dans l'analyse étant donné que l'on s'intéressera plutôt à l'évolution du niveau des stocks au cours du temps. Les paramètres considérés dans le segment "assimilation" sont repris dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Liste des paramètres intervenant dans le segment "Assimilation" du système global.

Paramètre	Description succincte
Périodes de travail réduit (j/an)	Fermetures annuelles
Exportations (m ³ /an)	Volume exporté par essence pendant la crise
Rep. du délai d'exploitation (mois)	Baisse ou hausse des importations pendant la crise
Rendement de transformation (%)	Augmentation éventuelle

1.3. Programmation

Le système dynamique a été programmé en langage Visual Basic dans Microsoft Office Excel 2003. Le logiciel, très didactique et simple d'utilisation, est accompagné d'un fichier distinct qui regroupe les graphiques des simulations réalisées. Les résultats correspondant aux différents scénarios sont enregistrés automatiquement sous forme d'un rapport de simulation pour chacun des cas traités. Ces synthèses seront utilisées par les gestionnaires de la crise (pouvoirs publics, propriétaires, filière bois) pour débattre des meilleures stratégies à mettre en place.

2. Utilisation du logiciel d'aide à la décision

L'outil d'aide à la décision permet aux décideurs et gestionnaires de la crise de comparer plusieurs stratégies opérationnelles sur base des simulations générées par le modèle. Au départ, les valeurs des paramètres du système sont celles qui prévalent au lendemain de la tempête (situation de base). La première modélisation obtenue correspond donc au déroulement attendu des opérations si aucune mesure de gestion n'est prise. Cette évaluation initiale met dès lors en évidence les éventuels goulots d'étranglement qui freineraient la mobilisation des bois chablis. A partir de cette situation de base, il est alors possible pour l'utilisateur de modifier à loisir les options du système pour évaluer l'efficacité des mesures de gestion en regard de ces multiples scénarios. Un exemple d'analyse comparative est proposé ci-après pour illustrer ce propos. Toutefois, les conclusions qui en ressortent ne sont pas à prendre comme des solutions miracles applicables à toutes les situations car elles ne sont valables que pour cet exemple bien spécifique. En règle générale, les décideurs ne peuvent d'ailleurs se reposer

uniquement sur ce type d'analyse pour définir leur stratégie, car il est évident que l'outil ne solutionnera pas la problématique à leur place.

2.1. Exemple d'analyse de cas

2.1.1. Situation de base

La situation de base est modélisée à partir d'un volume de dégâts de 8 millions de m³, correspondant à deux récoltes annuelles en Région wallonne. Les valeurs de base fixées pour les principaux paramètres du système sont les suivantes :

- *Vente* : Capacité d'achat en volume supérieure de 50%, échange de 5%.
- *Exploitation* : 100 unités d'exploitation (une unité comprend : une abatteuse, une débardeuse et un bûcheron) et diminution moyenne du rendement de 20%.
- *Transport* : 100 camions disponibles, trajet moyen de 50 km entre les coupes et les sites de transformation, poids total roulant autorisé (PTRA) de 44 T.
- *Stockage* : aucun.
- *Assimilation* : pas d'exportation et niveau habituel des importations.

Dans ce cas précis, la Figure 2 montre l'état des stocks correspondants aux différentes opérations de mobilisation et de transformation des bois. Pour cette situation de base, on remarque que les capacités d'exploitation et de transport semblent clairement limitantes si l'objectif premier est d'exploiter et de sortir le maximum de bois chablis les deux premières années avant qu'il ne se dégrade. L'opérateur peut modifier les options de l'outil d'aide à la décision pour tenter de se rapprocher de cet objectif. Le système étudié étant dynamique, lorsque l'utilisateur va modifier les options relatives à l'exploitation, la situation de base pour les segments "Transport" et "Assimilation" se verra modifiée.

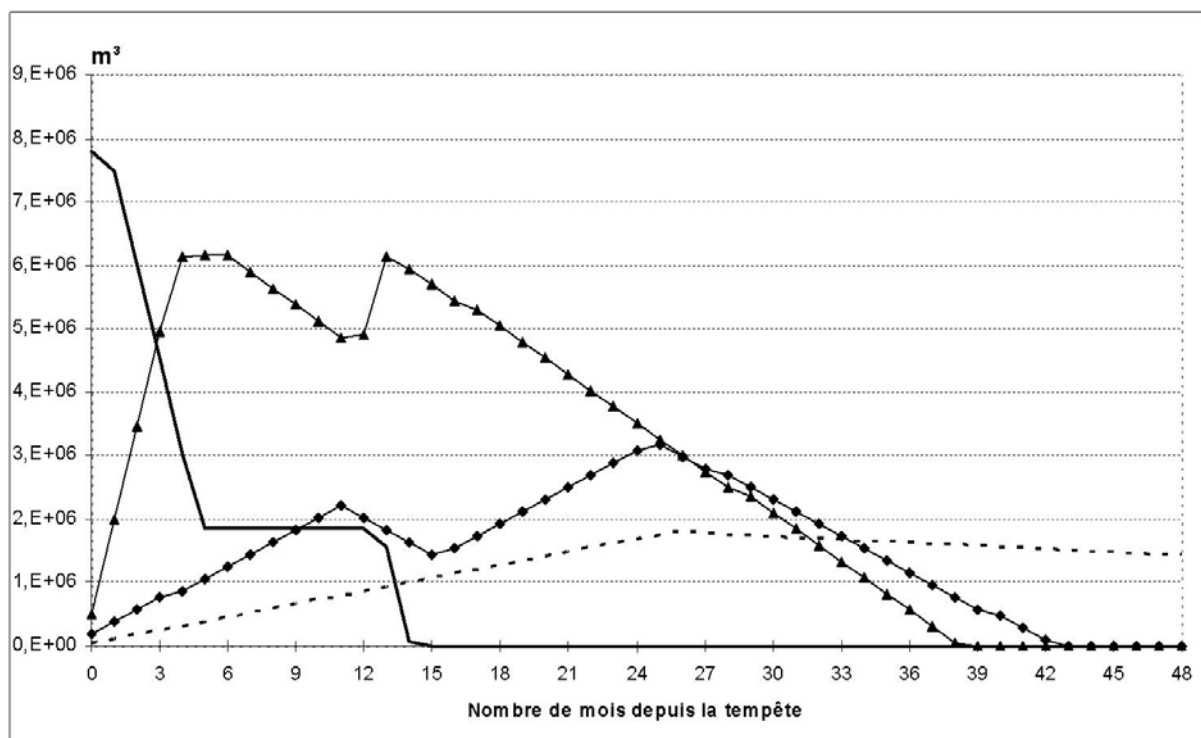


Figure 2 : Niveau du stock de bois chablis pour les différentes opérations de mobilisation. Vente (—) ; Exploitation (—▲—) ; Transport (—●—) ; Assimilation (- - -).

La recherche de la stratégie la plus adaptée doit ainsi se faire par segment successif, en considérant toujours les conséquences en aval des mesures prises en amont du système. Au final, la meilleure stratégie sera celle qui optimise la mobilisation des bois chablis au moindre coût et sans défavoriser un secteur d'activité en particulier. Le résultat final d'un scénario est accompagné d'un graphique présentant l'évolution des volumes de chablis au cours du temps.

2.1.2. Exploitation des bois chablis

En considérant une vente assez rapide des bois, on constate sur la Figure 3 une accumulation du volume à exploiter et une durée totale pour l'opération avoisinant les 3 ans et demi pour la situation de base. Une augmentation de 50 unités d'exploitation permet de réduire ce délai d'un an et pour 100 unités supplémentaire d'un an et demi. L'activation du report des délais d'exploitation pour 12 mois conduit à une baisse de la valeur maximale des stocks mais pas de la durée totale d'exploitation. Un report plus long de 24 mois permet par contre de réduire ce laps de temps de quatre mois supplémentaires.

A partir de cette analyse, il est possible au gestionnaire de crise de mettre en œuvre les mesures concrètes permettant d'atteindre les objectifs fixés (exploiter les bois en 2 ans). On remarque qu'à défaut de pouvoir augmenter indéfiniment la capacité d'exploitation en investissant dans des machines et en attirant de la main d'œuvre étrangère, il lui est possible de soulager les entrepreneurs forestiers en activant une mesure de report des exploitations de bois sur pied achetés avant tempête.

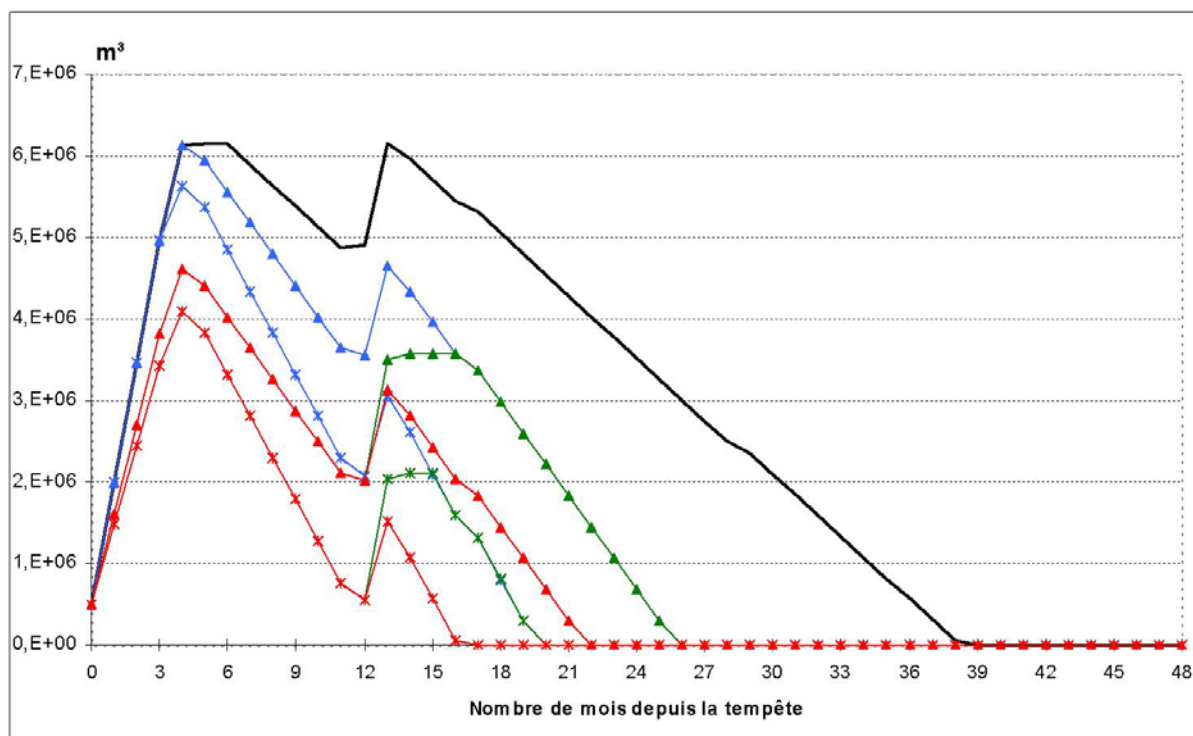


Figure 3 : Evolution des stocks de chablis restant à exploiter en fonction des scénarios étudiés. Situation de base avec 100 unités d'exploitation : (—) ; 150 unités : (—▲—) ; 200 unités : (—★—) ; 150 unités et report des délais d'exploitation de 12 mois : (—▲—) ; 200 unités et report des délais d'exploitation de 12 mois : (—★—) ; 150 unités et report des délais d'exploitation de 24 mois : (—▲—) ; 200 unités et report des délais d'exploitation de 24 mois : (—★—).

2.1.3. Transport et stockage des bois chablis

Partant de l'hypothèse que le scénario de 150 unités d'exploitation et du report des délais d'exploitation de 24 mois analysé ci-dessus est validé, la situation de base évolue et n'est plus la même qu'initialement (§ 2.1.1). Après cette nouvelle modélisation, la valeur maximale du stock culmine à plus de 4 Mm³ deux ans après la tempête, quand toute l'exploitation a été réalisée, et la durée totale de transport atteint quasiment quatre ans. L'impact positif d'une augmentation du poids total roulant autorisé de 44 à 55 T est flagrant comme le montre la Figure 4. Cette adaptation réglementaire permet en effet de diminuer le stock en forêt et de réduire d'une année le délai de transport des bois. Les mesures en faveur de l'augmentation de la capacité de transport peuvent aussi être couplées au stockage des bois chablis. Si l'impact de cette opération se fait plus ressentir sur le segment assimilation comme illustré par après, le recours au stockage peut jouer sur le volume restant en forêt. Dans cet exemple spécifique, le stockage d'un million de m³ permet de réduire encore plus substantiellement ce stock. Cet exemple illustre l'importance des mesures en faveur du transport (aides, aménagements réglementaires) pour doper ce secteur en cas de crise, mais aussi assurer le transport des bois sur les aires de stockage.

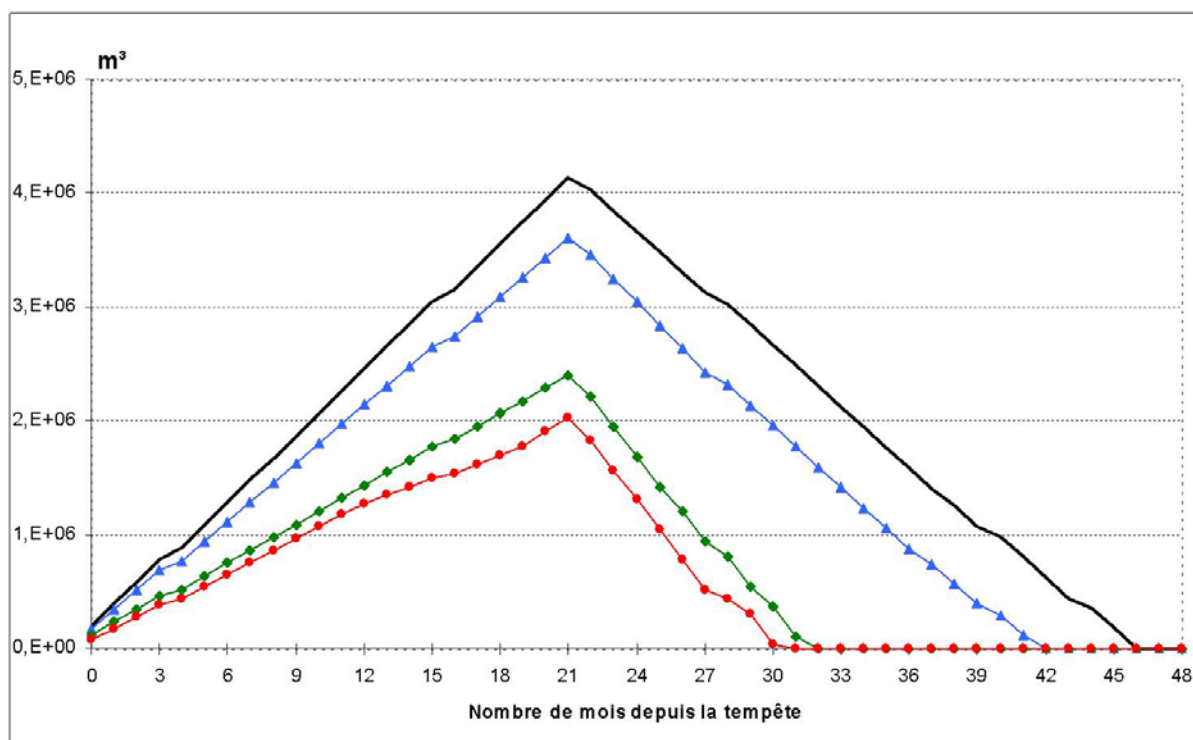


Figure 4 : Evolution des stocks de chablis restant à transporter en fonction des scénarios étudiés. Situation de base : (—) ; Accroissement du poids total roulant à 55 t : (—●—) ; mise en place d'un stockage sans ou avec augmentation du PTRA à 55 t : (—▲—, —●—)

2.1.4. Assimilation

La Figure 5 ci-dessous montre l'évolution des stocks de bois ne pouvant être assimilés par les industries de transformation régionales (différence entre ce qui est transporté et assimilé). Dans l'hypothèse d'un PTRA de 55T, on assiste à une accumulation progressive de bois qui ne peut être assimilé au terme de quatre ans dans le circuit de transformation. Des mesures peuvent être prises pour tenter de réguler l'approvisionnement : freiner les importations, augmenter les exportations, ou recourir au stockage à moyen et long terme pas aspersion. La baisse de l'importation annuelle par les

industries régionales de 25% ou l'exportation de 10% du volume total chablis n'apparaissent pas suffisant pour atteindre cet objectif.

De plus, le gestionnaire n'a que peu d'emprise sur le marché, et des mesures incitatives risquent de ne pas profiter aux industries régionales. Dès lors, le stockage apparaît ici encore comme primordial non seulement pour éviter la dégradation des bois, mais aussi pour assurer un approvisionnement régulier des usines tout au long de la crise. La combinaison de plusieurs paramètres réduit encore plus le pic maximal et la durée.

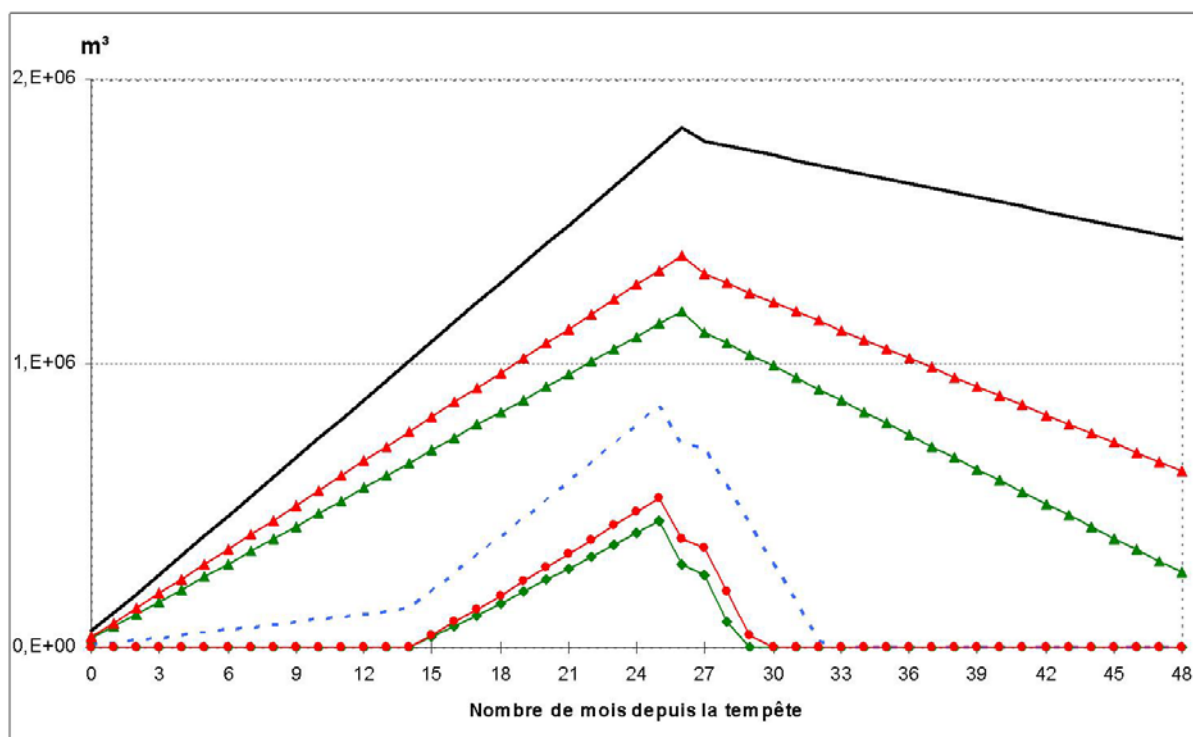


Figure 5 : Evolution des stocks de chablis restant à transformer en fonction des scénarios étudiés. Situation de base : (—) ; baisse des importations de 25% : (—▲—) ; hausse des exportations de 10% : (—▲—) ; mise en place du stockage : (- - -) ; baisse des importations de 25% et stockage : (—●—) ; hausse des exportations de 10% et stockage : (—●—)

2.2. Validation et veille du logiciel d'aide à la décision

L'outil d'aide à la décision a subi une série de validations auprès d'experts de chaque composante de la filière bois : marchands et exploitants, transporteurs, scieurs, experts forestiers mais aussi auprès des propriétaires et gestionnaires publics et privés. Le Centre de crise régional et des spécialistes universitaires ont également été sollicités. D'autre part, la réalisation d'une veille de l'outil d'aide à la décision est fondamentale pour s'assurer de sa pleine efficacité lorsqu'on en a l'utilité au lendemain d'une catastrophe. Cette démarche regroupe plusieurs tâches :

1. La mise à jour, à intervalle régulier, des données de base et des valeurs par défaut des paramètres de l'outil.
2. La réalisation de simulations anticipatives avant les périodes de risque élevé de tempête (automne, hiver)
3. L'amélioration des fonctionnalités du logiciel et son adaptation éventuelle suite aux retours d'expériences des crises chablis réelles.

La mise à jour des données se fait à deux niveaux. La mise à jour hors crise vise à vérifier, selon une périodicité propre à chaque paramètre, que la valeur de base dudit paramètre n'a pas changé. Si c'est le cas, la nouvelle valeur est introduite dans la base de données pour être utilisée dans l'outil. *A contrario*, la mise à jour en période de crise a pour objectif d'acquiescer la valeur actualisée d'un ensemble de paramètres au moment même de la tempête. Pour faciliter cette mise à jour, un tableau de synthèse reprend pour chaque paramètre les informations suivantes : valeur par défaut du paramètre, source pour l'acquisition de la valeur actualisée et périodicité optimale de mise à jour.

La notion d'analyse prospective explicitée précédemment illustre parfaitement une des raisons d'être de l'outil : l'anticipation des impacts d'une crise chablis et la recherche de solutions sans attendre la prochaine catastrophe. L'objectif est de réaliser des simulations chaque année avant les périodes à risques en fonction des données du moment (état des ventes, de l'exploitation, etc.). Cette démarche est primordiale car elle permettra aussi de garder l'habitude d'utiliser l'outil et ainsi de ne pas être pris au dépourvu le jour où il faut s'en servir réellement. Enfin, un des objectifs de la veille est aussi d'améliorer l'outil au fur et à mesure de son utilisation. Des options peuvent être modifiées, supprimées ou rajoutées en fonction de leur utilité. Les retours d'expérience après une crise réelle et l'analyse des apports de l'outil à cette occasion devront servir à "upgrader" le logiciel pour qu'il colle le plus possible à la réalité du terrain.

Conclusion

Le développement d'un outil d'aide à la décision est un apport important pour les personnes amenées dans le futur à gérer une catastrophe de grande ampleur. L'analyse des scénarios permettra à l'utilisateur de comparer des stratégies, de rejeter certaines hypothèses et d'en conforter d'autres. Néanmoins, le logiciel dans sa première version n'intègre pas encore l'aspect économique lié à ces scénarios, ce qui ne doit pas empêcher les gestionnaires de mettre cet aspect important dans la balance décisionnelle. L'expertise pratique et le vécu des professionnels du secteur restent en effet primordiaux pour arriver à une stratégie optimale en cas de catastrophe chablis. D'autre part, on se gardera d'interpréter les valeurs simulées des stocks comme un résultat prévisible, seule la comparaison relative des scénarios a vraiment valeur d'indication. L'utilisation du logiciel lors d'un prochain événement chablis en Région wallonne permettra certainement de corriger ses imperfections et d'en faire un outil précieux pour les gestionnaires d'une telle problématique. Le développement d'un outil d'aide à la décision s'intègre dans un programme de recherche plus large qui vise également à préparer un plan d'urgence adapté au contexte régional et à prévoir dès aujourd'hui des aires de stockage susceptibles d'être utilisées sans délai lors d'une prochaine catastrophe en Région wallonne.

Références bibliographiques

- Bessemoulin P., 2002. Les tempêtes en France. Annales des Mines Août 2002, 9-11.
- Boulanger P.-M., Bréchet T., 2003. Une analyse comparative des classes de modèles. In : Modélisation et aide à la décision pour un développement durable, Action de support PADD I, SSTC.
- Collin J.-F., Jourez B., Hébert J., 2006a. La problématique chablis, s'y préparer et gérer la crise! (1ère partie). Forêt Wallonne 80, 3-12.
- Collin J.-F., Jourez B., Hébert J., 2006b. La problématique chablis, s'y préparer et gérer la crise! (2ème partie). Forêt Wallonne 80, 13-26.
- Corvol A., 2005. Tempêtes sur la forêt française (XVIe - XXe siècle). L'Harmattan, Paris, 214 p.
- Doll D., 1991. Histoire des grandes tempêtes dans les forêts d'Europe occidentale. La forêt privée 198, 60-70 et 199, 58-74.

- Forrester J.W., 1980. Principes des systèmes, Presse universitaire de Lyon, 3^{ème} éd., 400 p.
- Lecomte H., Hébert J., Rondeux J., 1992. Estimation des dégâts de chablis à partir d'un inventaire permanent. Annales de Gembloux 98, 49-63.
- Lesgourgues Y., Drouineau S., 2009. Un plan d'urgence pour la filière pin maritime. CIPM, 16p + annexes.
- Planton S., 2002. Le changement climatique et la probabilité des tempêtes sur l'Atlantique Nord. Annales des Mines Août 2002, 15-19.
- Riguelle S., Hébert J., Jourez B., Rondeux J., 2009. Développement d'un outil d'aide à la décision pour la gestion des chablis en Région wallonne. Rapport final de convention FUSAGX-SPW, Gembloux, 298 p.