

Solutions de traitement des essences ligneuses générant des risques sur les ouvrages hydrauliques

Treatment solutions for woody species creating risks on hydraulic structures

C. Zanetti¹, N. Liency¹, J. Formento¹, J. Macia^{1,2}, C. Morris², M. Vennetier³, P. Mériaux³

¹ ARBEAUSOLutions, Belcodène, c.zanetti@arbeausolutions.fr

² INRA, UR Pathologie Végétale, Montfavet, cindy.morris@inra.fr

³ IRSTEA, UR Recover, Aix-en-Provence, michel.vennetier@irstea.fr

Résumé

Depuis les années 1970 et jusqu'en 2006 officiellement, les produits phytosanitaires étaient largement utilisés pour contrôler le développement de la végétation implantée sur les digues de protection contre les crues, les canaux ou les barrages, du fait de leur rapidité d'action et de leur faible coût de mise en œuvre.

Depuis l'arrêt de l'utilisation de ces produits, un développement important de pousses ligneuses est observé sur les parements des ouvrages. Parmi ces essences pionnières et hygrophiles, le peuplier est largement représenté. Son développement est très rapide lorsqu'il est implanté à proximité des cours d'eau, c'est-à-dire en ZNT « Zone-Non-Traitée » strictement interdite à l'usage des produits phytosanitaires.

Les méthodes de contrôle de la végétation ligneuse sont souvent mises en œuvre trop tard, une fois observés les dégâts dus aux racines ; les frais de remise en état des ouvrages sont alors très élevés.

Face à cette problématique, de nouvelles solutions basées sur la physiologie des arbres ont été développées, dont certaines ont fait l'objet d'un dépôt de brevet. Elles permettent la dévitalisation de jeunes sujets, dans le respect de l'environnement et avant qu'ils n'aient généré de graves désordres. Les opérations de réparation des ouvrages sont ainsi fortement minimisées.

Dans cette communication les différents cadres réglementaires relatifs à la sécurité des ouvrages hydrauliques et à la préservation de l'environnement, auxquels sont actuellement confrontés les gestionnaires en termes d'entretien de la végétation, sont rappelés. Les principes actuels de la gestion courante aux opérations curatives de la végétation sont exposés. Les innovations en cours de développement pour la dévitalisation sélective des jeunes ligneux sont en partie dévoilées.

Mots-Clés

Végétation, risques, ouvrages hydrauliques, dévitalisation arbres.

Abstract

Since 1970 and until 2006, phytopharmaceutical products were used extensively to control vegetation development on dikes, dams and canals due to their high-speed action and their implementation low-cost. Phytopharmaceutical product prohibition induces a great expansion of vegetation on structure cladding. Pioneer trees species like poplar are largely represented. Implanted near water points they grow fast in phytopharmaceutical treatment prohibited zone.

Woody vegetation control methods are frequently implemented too late, when impacts caused by roots are observed; structure repair costs are consequently very high.

New solutions based on trees physiology are in research and development with some news solutions for which a patent is pending. These new methods allow young tree devitalization in the respect of environment and before damages appear on hydraulic structures. Repairing operations are largely minimized.

In this communication the different regulatory frameworks are reminded. The current concepts of vegetation management and curatives actions are exposed. A part of innovative methods by selective devitalization of woody young species are revealed.

Key Words

Vegetation, risk, hydraulic structures, tree devitalization.

Introduction

Depuis une cinquantaine d'années, avec la diminution de l'exploitation du bois de chauffe, la végétation a envahi les ouvrages hydrauliques qui se sont confondus dans les paysages ripicoles. Les catastrophes hydrologiques ayant affecté le territoire français au cours des dernières décennies ont rappelé la dangerosité des ouvrages mal entretenus.

Les ouvrages hydrauliques peuvent prendre plusieurs formes, il peut s'agir de digues de protection contre les crues, de digues de canaux ou de barrages. L'entretien de ces ouvrages nécessite de respecter certains principes de sécurité notamment envers le développement excessif et parfois néfaste de la végétation sur l'ouvrage. Bien que le rôle des ouvrages soit d'assurer la sécurité des biens et des personnes, de nombreux canaux et digues sont le support d'une végétation ne faisant l'objet d'aucun programme de gestion. Ces lieux sont peu à peu assimilés à des zones de sauvegarde de la biodiversité en omettant leur caractère sécuritaire. Les catastrophes hydrologiques et ruptures d'ouvrages sont souvent la conséquence d'un manque d'entretien et rappellent la nécessité de l'obligation des opérations de contrôle et d'entretien. La réglementation impose un contrôle de la végétation par l'arrêté du 29 février 2008 fixant les prescriptions relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques [1].

L'élément sécuritaire doit être prioritaire mais les exigences grandissantes en termes de préservation de l'environnement et des milieux aquatiques rendent l'intégration des aspects écologiques fortement recommandée. La récente mise en application de la GEMAPI au 1^{er} janvier 2018 rappelle cette nécessité de concilier les enjeux sécuritaires et environnementaux dans la mesure du possible [2].

Si le cadre réglementaire concernant la sécurité et les obligations d'entretien et de surveillance des ouvrages hydrauliques s'est renforcé, il en est de même pour celui relatif à l'utilisation des produits phytosanitaires, nuisibles pour l'environnement. Si cela incite les gestionnaires d'ouvrages à opter pour des pratiques plus durables et écoresponsables, ils sont confrontés à une complexification des opérations de gestion de la végétation. Il revient au gestionnaire de définir le plan de gestion adapté [1] et [3].

Les dégradations induites par la végétation ligneuse sur les ouvrages hydrauliques

Cas des ouvrages en remblai

La présence d'arbres sur les ouvrages peut provoquer un risque d'érosion interne et externe. L'érosion interne figure parmi les principales causes de rupture des ouvrages hydrauliques en terre. Le mécanisme d'érosion interne est favorisé par la présence du système racinaire de l'arbre qui crée une zone d'hétérogénéité dans le remblai et augmente le risque de formation de renards hydrauliques.

L'érosion externe fait suite à l'arrachement d'arbre par le vent (chablis) ou le courant. Sur une digue, un chablis situé en talus réduit ponctuellement sa largeur créant un point de fragilisation. Si l'arbre arraché est situé en crête le chablis crée un point bas, lieu privilégié de surverse. Situé en pied de digue la conséquence d'une érosion externe peut être le glissement du talus ou l'affouillement par les courants tourbillonnaires côté rivière/canal.

Le type de système racinaire influence le risque de rupture de l'ouvrage. Les arbres au système racinaire traçant sont peu résistants à l'arrachement mais assurent une bonne stabilisation de la surface du sol. Les systèmes racinaires dont la structure pénètre dans l'ouvrage résistent bien mieux à l'arrachage mais créent des déstructurations de matériaux et des zones d'hétérogénéité que l'eau emprunte lors de la mise en charge de l'ouvrage.

Les matériaux constituant l'ouvrage jouent un rôle important dans les phénomènes de résistance mécanique mais influencent également le développement racinaire et sa structure [4].

Cas des revêtements de protection

Lorsque les systèmes racinaires se développent dans les parements des ouvrages dont les revêtements sont bitumineux, constitués de dalles bétonnées, de pierres de taille jointoyées ou d'enrochements, les matériaux peuvent se soulever, fissurer, et perdre leur fonction de protection et surtout d'étanchéité (Figure 1). Les racines colonisent aisément les joints et les dégradent ; elles peuvent être la cause d'élargissement de fissures, de l'envahissement et du colmatage des drains.



FIGURE 1 : DESTRUCTURATION EN COURS D'UN PIERRE MAÇONNE PAR UN PEUPLIER AYANT ETE RECEPE PLUSIEURS FOIS

Les mauvaises pratiques de gestion

L'entretien de la végétation est primordial pour assurer le bon état et la surveillance des ouvrages hydrauliques ; il permet notamment de contrôler le développement de la végétation ligneuse qui induit un vieillissement prématuré des ouvrages. La non intervention sur plusieurs dizaines d'années a conduit à un état critique de la végétation sur les ouvrages, les rendant non inspectables et impraticables. Cette densification des boisements a entraîné l'installation d'animaux fouisseurs, également dangereux, car leurs galeries représentent une menace au même titre que les racines des très vieux arbres, parfois en décomposition.

Suite à cette prise de conscience, la première réaction des gestionnaires a été d'entamer des coupes radicales ; or la coupe à blanc est la pire des solutions sur les ouvrages en remblai, autant du point de vue sécuritaire qu'écologique.

En effet, l'abattage des grands arbres induit des phénomènes de décomposition racinaire et la destruction massive d'habitats. La coupe à blanc induit par ailleurs l'expansion des espèces exotiques envahissantes dont l'accès soudain à la lumière accélère grandement le développement (Figure 2). Par ailleurs, les engins mécaniques sont également vecteurs de la dissémination de ces essences invasives lorsque leur déploiement n'est pas contrôlé.



FIGURE 2 : INVASION DE LA RENOUEE DU JAPON SUITE A UNE OUVERTURE DU MILIEU RIVULAIRE

Dans le cas des arbres se développant dans les revêtements de protection, la coupe de ces sujets est généralement effectuée en première intention. Le résultat est à ce moment uniquement visuel (en dehors du fait de permettre de regagner en capacité hydraulique) et de courte durée. En effet, cette coupe aggrave le problème avec l'apparition de rejets et drageons accroissant les surfaces colonisées et les dégradations (Figure 3).

Sur les jeunes arbres l'abattage a pour action de renforcer le système racinaire et d'induire le développement de nouvelles

pousses qui apportent des réserves à la souche qui poursuit ainsi son accroissement.



FIGURE 3 : APPARITION DE NOMBREUX DRAGEONS LE LONG D'UNE FISSURE GENEREE PAR UNE RACINE TRAÇANTE SUITE A L'ABATTAGE DE L'ARBRE MERE

Les recommandations générales de gestion

Face à ces problématiques, il est recommandé de ne pas laisser la végétation arborée se développer sur les ouvrages. La présence de végétation herbacée est admise, elle assure un maintien des sols et protège de l'érosion de surface. Toutefois dans un souci de concilier les enjeux paysagers et écologiques aux enjeux sécuritaires la présence d'arbres peut être tolérée à condition de respecter une certaine distance avec le pied de l'ouvrage fixée généralement à 5 m. Il est cependant conseillé d'effectuer une étude de risques spécifique pour chaque ouvrage.

La coupe des arbres ne peut pas être envisagée comme une solution à long terme sur les espèces ayant la capacité de rejeter de pied. En effet, la coupe a pour action de renforcer le système racinaire et d'induire le développement de rejets et drageons qui aggravent l'état de dégradation de l'ouvrage.

De ce fait, la question du développement des jeunes pousses ligneuses dans les revêtements rigides de protection est entière. L'interdiction d'utiliser les produits phytopharmaceutiques et l'amplification des dégradations observées en cas de coupe des sujets laissent les gestionnaires sans solution face à ce problème complexe.

Vers des solutions durables et écoresponsables

Les solutions de traitement des essences ligneuses générant des risques s'intègrent pleinement dans les nouvelles tendances de gestion portées par la GEMAPI.

La mise en place de solutions durables et écoresponsables est devenue indispensable. En effet, depuis 2006 la mise en place de restrictions d'utilisation des phytopharmaceutiques à

proximité de tout point d'eau s'est traduite par la mise en place d'une Zone Non Traitée (ZNT). Cette ZNT est de 5 mètres de large depuis la bordure du cours d'eau et peut s'étendre jusqu'à 100 mètres en fonction du produit utilisé.

Cette réglementation rend donc les produits chimiques inutilisables dans la majorité des cas sur les ouvrages hydrauliques [5]. Les produits phytocides permettant la dévitalisation des souches sont à base de molécules actives comme le fluroxypyr et le triclopyr - hautement toxiques pour les organismes aquatiques [6] et [7] ; ils disposent d'une ZNT de plus de 5 m, les rendant inutilisables dans la quasi-totalité des cas.

Par ailleurs, dans le cadre du Développement Durable et afin de suivre les directives européennes, de nouvelles lois et le Plan Ecophyto notamment, visent à réduire fortement l'utilisation des produits chimiques. De nombreux gestionnaires se sont déjà engagés à restreindre l'utilisation de produits phytopharmaceutiques mais sont confrontés à l'absence de solution de remplacement efficace.

Des techniques innovantes prometteuses

Face à ces problématiques, ARBEAUSOLutions a lancé un programme de recherche et développement ayant pour objectif de proposer aux gestionnaires des solutions techniques alternatives permettant d'éradiquer la végétation ligneuse générant des risques pour les ouvrages. La notion de faible impact environnemental est au cœur du développement de ces solutions innovantes [8].

Ces nouvelles solutions de suppression des jeunes ligneux se développent sur les ouvrages reposent sur la perturbation du bon fonctionnement métabolique de l'arbre notamment en perturbant les flux de sève depuis les racines, essentiels au développement de la partie aérienne, à la constitution des réserves et assurant la pérennité de l'arbre.

Une partie de ces méthodes repose sur l'optimisation de techniques déjà existantes et couramment utilisées en sylviculture. L'écorçage ou annélation est une méthode employée en milieu forestier pour éclaircir les boisements et favoriser le développement de certains arbres cibles en provoquant le dépérissement d'individus jugés moins rentables économiquement pour le boisement. L'écorçage est également une méthode reconnue dans le domaine de la gestion des espèces ligneuses invasives et donne des résultats intéressants. Appliquée seule, l'annélation d'érable negundo présente un taux de réussite de 65 % [9] ce qui reste faible en comparaison aux techniques chimiques de dévitalisation utilisant des phytocides dévitalisant l'arbre sur pied. Ce taux de réussite est également variable selon les essences ligneuses. Il est inférieur à 60 % sur les peupliers. Une des solutions brevetées par ARBEAUSOLutions permet d'obtenir 90 % de taux de réussite en combinant l'annélation à d'autres techniques biochimique et/ou thermique (70 % de sujets dévitalisés en Phase 1 et 95 % après la Phase 2 sur un total de 80 sujets traités – Figure 6).

L'une des solutions privilégiée est l'application sur la partie annelée d'un procédé empêchant la cicatrisation des tissus

végétaux. L'impact du dispositif sur le milieu a été évalué et les résultats confirment un très faible impact environnemental. Les campagnes de test sur site du procédé donnent des résultats très encourageants sur le peuplier (Figures 4, 5 et 6), qui est une essence très développée sur les ouvrages. L'annélation combinée à un abaissement de la température localisée donne également de bons résultats. Les essais ont été également menés sur les robiniers, saules, frênes, chênes, ailantes, et platanes bien que ces espèces soient plus rarement responsables d'une dense colonisation des ouvrages maçonnés. Les résultats sur ces dernières espèces, bien qu'encourageants, ne sont pas présentés ici car les échantillons sont insuffisants pour la réalisation de tests statistiques robustes.



FIGURE 4 : COLONISATION DES BAJEYERS EN BETON PAR LES PEUPLIERS



FIGURE 5 : PEUPLIERS DEVITALISES GRACE AUX PROCEDES INNOVANTS ARBEAUSOLUTIONS

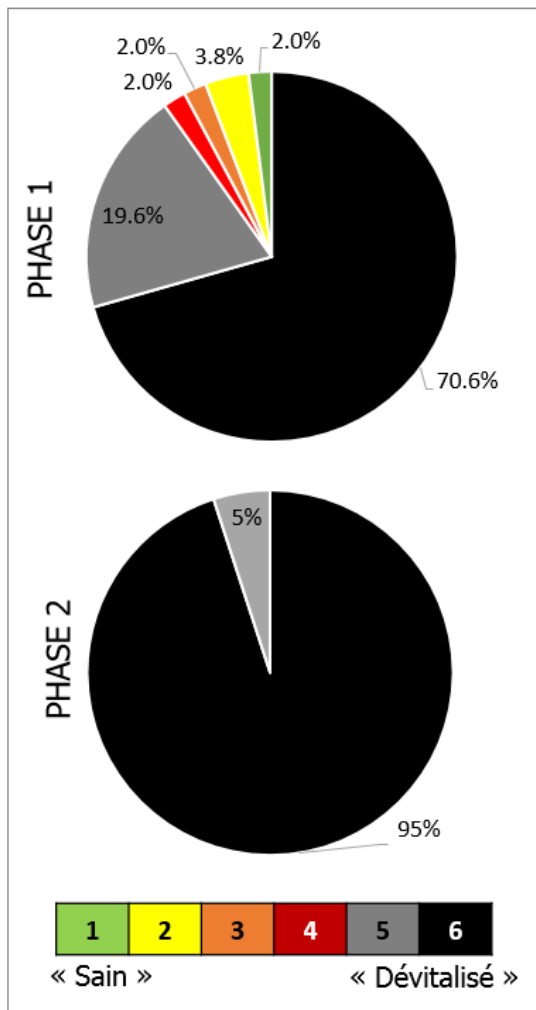


FIGURE 6 : RESULTATS DE LA DEVITALISATION DES PEUPLIERS GRACE AUX PROCÉDES INNOVANTS EN 2 PHASES DEVELOPPES PAR ARBEAUSOLUTIONS

Cependant, sur les ouvrages en revêtement bétonné, bitumineux ou empierrés la végétation arborée est exclusivement implantée dans les fissures et les joints dégradés. La dévitalisation de l'arbre doit donc être accompagnée d'une réparation du revêtement dans l'objectif de parer à toute nouvelle implantation (Figure 7).



FIGURE 7 : REPARATION PONCTUELLE DE LA ZONE D'IMPLANTATION DE L'ARBRE DEVITALISE

Ces réparations doivent être réalisées seulement lorsque l'arbre est complètement dévitalisé ; en effet, si des parties vivantes demeurent au niveau de la souche, la régénération des tissus végétaux est telle que les dégradations des zones réparées surviennent rapidement.

Des perspectives d'automatisation des méthodes

Ces méthodes restent cependant encore longues à mettre en œuvre et l'automatisation des procédés est en cours de développement afin de permettre l'industrialisation des techniques.

À l'heure actuelle, il faut compter une journée à 2 opérateurs pour traiter une douzaine de sujets. La rapidité d'intervention dépend fortement de la morphologie des arbres et de leur diamètre. Les multibrins sont beaucoup plus longs et complexes à traiter que les franc-pieds présentant un tronc unique. Le recépage, pratiqué couramment par les gestionnaires, présente donc d'importants inconvénients car, en plus d'augmenter le volume racinaire, il génère le développement de nombreux brins ce qui augmente d'autant le temps de traitement, voire le rend parfois impossible à mettre en œuvre.

Les outils permettant d'effectuer l'annélation sont pour la plupart manuels. On retrouve les outils utilisés en sylviculture tels la plane, l'écorçoir (pelle à écorcer) ou encore la chaîne d'annélation.

Quelques outils semi-automatisés existent mais ne sont pas toujours adaptés à l'annélation de jeunes arbres sur site ; des outils comme l'écorçoir sur tronçonneuse ont été conçus pour enlever l'écorce une fois l'arbre abattu et ne peuvent être utilisés en l'état.

Pour les arbres de grande taille implantés sur les ouvrages le seul moyen efficace reste le dessouchage mécanique qui est destructeur pour l'ouvrage et coûteux à mettre en place.

Il est donc nécessaire de pratiquer un entretien régulier des ouvrages et de mener des interventions préventives pour éviter l'évolution vers ce type de configuration.

Conclusion

Bien que les résultats de ces premières méthodes alternatives soient concluants elles ne peuvent rivaliser avec les méthodes chimiques largement utilisées dans le passé sur les plans de la rapidité d'action et de mise en œuvre ainsi que du coût. Les modes de gestion et la vision de l'entretien des ouvrages doivent évoluer.

Bien souvent les ouvrages ont été construits en faisant abstraction du fait que la nature cherche irrémédiablement à reprendre ses droits et que la lutte contre le développement de la végétation serait récurrente.

Les pratiques ancestrales reposaient sur le prélèvement permanent du petit bois et le débroussaillage par les troupeaux.

Le pâturage, difficile à mettre en œuvre dans nos sociétés modernes, est un moyen efficace de maintien des milieux ouverts ; largement employé en écologie de la restauration, il est possible de le déployer sur les ouvrages hydrauliques en remblai, mais il est en revanche peu adapté aux bajoyers des canaux et ouvrages maçonnés ou bétonnés. Ces revêtements, garants de la fonctionnalité des ouvrages, nécessitent rigueur et persévérance de la part des gestionnaires.

Les solutions innovantes de dévitalisation des arbres dangereux présentées ci-avant permettent d'apporter une réponse face aux problématiques actuelles.

Références

- [1] Vennetier, M., et al., (2015). *Gestion de la végétation des ouvrages hydrauliques en remblai*, Cardère éditeur, Irstea Aix en Pce, p. 232.
- [2] Picon, P., Desagher, V., (2017). *Mise en œuvre de la GEMAPI une première expérience à partager*, SMAVD, Novembre 2017, p.27.
- [3] Zanetti C., Macia J., Liency N., Vennetier M., Mériaux P., Provansal M., (2016). *Roles of the riparian vegetation: the antagonism between flooding risk and the protection of environments*, 3rd European Conference on Flood Risk Management, Lyon, 17-21th November.
- [4] Zanetti, C. (2010). *Caractérisation du développement des systèmes racinaires ligneux dans les digues*. Thèse de Doctorat. Université de Provence – IRSTEA Aix-en-Provence, p.297.
- [5] Macia J., Liency N., Zanetti C., (2016). *Contrôle des arbres sur ouvrages hydrauliques : Quelles solutions dans le contexte actuel ?* Environnement & Technique, n° 357, p 64-66.
- [6] Perkins, P.J., Boermans HJ., Stephenson GR., (2000). *Toxicity of glyphosate and triclopyr using frog embryo teratogenesis assay – xenopus*. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 19, No. 4, pp. 940-945.
- [7] Petty DG., Getsinger KD., Woodburn KB., (2003). *A Review of the Aquatic Environmental fate of Triclopyr and its Major Metabolites*, J. Aquat. J. Aquat. Plant Manage.,41: 69-75.
- [8] Macia J., (2018). *Identification et essais de techniques de dévitalisation des essences ligneuses générant des risques sur les ouvrages hydrauliques*, Thèse de Doctorat (confidentielle). Financement CIFRE – ARBEAUSOLutions. Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse – INRA UR407 Avignon.
- [9] Merceron, N. R., Lamarque, L. J., Delzon, S., Porté, A. J. (2016). *Killing it Softly: Girdling as an Efficient Eco-friendly Method to Locally Remove Invasive Acer negundo*. Ecological Restoration 34(4), 297-305. University of Wisconsin Press.