



GÉNIE VÉGÉTAL : ÉTAT DE L'ART, PERCEPTIONS ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

*Journée technique d'information et d'échanges
Jeudi 2 et vendredi 3 juin 2022 à Thyez (74)*



ACTES DES JOURNÉES



Organisées avec le soutien
technique et financier de
l'Agence de l'Eau RMC



ASSOCIATION
RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE

ORGANISÉE PAR L'ASSOCIATION RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE

7 RUE ALPHONSE TERRAY > 38000 GRENOBLE

04 76 48 98 08 > ARRAA@ARRAA.ORG

WWW.ARRAA.ORG

Contexte

Il est prouvé, éléments scientifiques et retours d'expérience à l'appui, que le végétal est souvent autant, voire plus efficace pour la protection des berges de cours d'eau que le génie civil. Les techniques de génie végétal font partie des Solutions d'Adaptation Fondées sur la Nature (SAFN) et constituent un outil important pour favoriser la résilience de nos cours d'eau et des milieux alluviaux face au changement climatique, ainsi que la préservation de la biodiversité (Trame Turquoise).

La réussite des techniques de génie végétal dépend de nombreux facteurs, dont le dimensionnement et l'adaptation aux conditions stationnelles, le choix des espèces et des techniques employées, la mise en œuvre des techniques... De plus, les questions du changement climatique et de la perte de biodiversité animale et végétale ne peuvent plus être ignorées dans l'aménagement des berges de cours d'eau.

Il est donc temps de faire un point sur l'état de l'art et les innovations de ces dernières années.

Objectifs

Ces deux jours auront pour objectif de fournir aux gestionnaires de milieux aquatiques et aux opérateurs techniques des éléments de connaissance poussés en termes :

- > de diagnostic, de hiérarchisation des enjeux à protéger, de méthode de définition d'une stratégie adaptée face à l'érosion et à la mauvaise qualité des berges,
- > de mise en œuvre des techniques de génie écologique pour la restauration des berges de cours d'eau, notamment vis-à-vis du choix et de la provenance des espèces utilisées,
- > de restauration des fonctions écologiques et des habitats en faveur de la biodiversité,
- > d'utilité des techniques de génie végétal pour l'adaptation des territoires au changement climatique,
- > de perception sociale des ouvrages de génie végétal et des freins et leviers techniques et institutionnels à leur mise en œuvre.

Public

Élus, agents des services déconcentrés de l'État (DREAL, DDT), techniciens et chargés de mission des procédures de gestion des milieux aquatiques et des contrats verts & bleus, techniciens et ingénieurs des collectivités territoriales, associations, conservatoires d'espaces naturels, bureaux d'études, entreprises de travaux...



JEUDI 2 JUIN

9H30 ÉTAT DE L'ART SUR LES TECHNIQUES DE GÉNIE VÉGÉTAL, LEUR RÉSISTANCE MÉCANIQUE ET LEUR BIODIVERSITÉ

Les connaissances scientifiques et techniques ont beaucoup évolué cette dernière décennie grâce à d'importants travaux de recherche appliquée. Que ce soit sur la résistance mécanique des ouvrages, sur les processus et causes de défaillances, sur la biodiversité des ouvrages ou encore sur les services écosystémiques, les apports de la recherche ces dernières années sont nombreux.

> **André EVETTE & Solange LEBLOIS - INRAE Grenoble**

10H30 LE GÉNIE VÉGÉTAL : BÉNÉFICES PERÇUS ET MESURÉS, FREINS ET LEVIERS TECHNIQUES ET INSTITUTIONNELS

En parallèle des aspects techniques, les aspects sociologiques et humains émergent ces dernières années parmi les questions de recherche. Les perceptions individuelles et collectives du génie végétal font l'objet de recherches en comparatif des bénéfices mesurés sur le plan écologique. Les freins et les leviers à la mise en œuvre de techniques de génie végétal ont également fait l'objet de travaux.

> **Marylise COTTET - CNRS - ENS de Lyon**

11H30 CHOIX DES ESPÈCES ET APPROVISIONNEMENT LOCAL

La réussite d'un ouvrage de génie végétal tient entre autres à la qualité des végétaux utilisés. Comment choisir les espèces les plus adaptées aux techniques choisies et aux conditions stationnelles de l'ouvrage? Comment s'approvisionner localement et organiser les chantiers?

> **Ghislain HUYGHE - BIOTEC**

14H00 KALISTERRE : LA NOUVELLE QUALIFICATION DES ENTREPRISES DE TRAVAUX DE GÉNIE ÉCOLOGIQUE

À l'initiative de plusieurs acteurs de la filière du génie écologique, une nouvelle qualification a récemment vu le jour afin de reconnaître les compétences des entreprises de travaux en mesure de réaliser des chantiers de qualité et de permettre aux maîtres d'ouvrage de s'appuyer sur un réseau d'entreprises compétentes.

> **Eric DEDONDER - Flore Haies Faune & Morgane BUISSON - SYMBHI**

14H30 INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE EN MILIEU CONTRAINT DANS LE CADRE DE LA GEMAPI

Saint-Étienne Métropole recourt régulièrement aux techniques de génie végétal dans le cadre des nombreux projets de restauration de cours d'eau en milieu urbain qu'elle porte depuis plus d'une décennie. Qu'il s'agisse de modestes protections de berges ou de plus gros projets, la Métropole a acquis une solide expérience en la matière. Les agents conçoivent certains de ces aménagements en maîtrise d'œuvre interne et en réalisent certains en régie.

> **Michael VIAL - Saint-Étienne Métropole**

15H30 APPROCHE GLOBALE D'UN SYNDICAT DE RIVIÈRE VIS-À-VIS DU GÉNIE VÉGÉTAL

Le SM3A bénéficie d'une longue expérience du génie végétal et expérimente depuis de nombreuses années en partenariat avec les acteurs scientifiques. Dans une volonté d'amélioration constante de ses pratiques et de formation de ses agents, le syndicat s'est engagé dans une démarche globale vis-à-vis du génie végétal avec, par exemple, la mise en place d'un groupe de travail interne, la création de pépinières, l'inventaire des sites de prélèvement en milieux naturels... Les collaborations scientifiques constituent un levier d'action particulièrement intéressant.

> **Romain PITRA - SM3A & Pierre-André FROSSARD - HEPIA Genève**

VISITE DE 3 CHANTIERS ET DE 2 PÉPINIÈRES

Les agents du **Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents (SM3A) accompagnés d'HEPIA Genève, d'INRAE et de BIOTEC**, présenteront sur le terrain plusieurs réalisations récentes et plus anciennes illustrant les différentes techniques de génie végétal mobilisables sur des rivières dynamiques, voire torrentielles.

Les visites de deux pépinières mises en place par le SM3A, en partenariat avec hepia Genève, seront également proposées. Ces pépinières ont pour objectif de permettre au SM3A un approvisionnement local en matériel végétal et de favoriser le développement d'une filière.

Au programme :

- protection de berge en techniques mixtes et en génie végétal pur sur le Borne à Entremont,
- retour sur un ouvrage ancien sur la digue de la Sardagne à Cluses,
- protection de berge récente en techniques mixtes sur le Foron de Taninges,
- visite de la pépinière de saules de Bonneville sur Arve,
- visite de la pépinière d'hélophytes de Saint-Pierre en Faucigny.



ÉTAT DE L'ART SUR LES TECHNIQUES, LEUR RÉSISTANCE MÉCANIQUE ET LEUR BIODIVERSITÉ

ANDRÉ EVETTE & SOLANGE LEBLOIS
INRAE GRENOBLE



LE GÉNIE VÉGÉTAL : DE QUOI PARLE-T-ON ?

Il existe plusieurs définitions du génie végétal. On retiendra ici celles qui considèrent que les notions d'ouvrage et de végétation sont centrales : on s'appuie sur les lois physiques de l'ingénierie, mais aussi les lois biologiques, en utilisant des plantes vivantes comme matériaux de construction (Kruedener 1951, Schiechl et Stern 1996), dans des ouvrages d'ingénierie construits pour traiter des problèmes liés à l'érosion et aux glissements superficiels (Clark et Hellin 1996, Schiechl et Stern 1996). Il s'agit d'un outil pour passer des filtres (ou seuils) abiotiques comme des pentes fortes ou instables et/ou des processus érosifs et rétablir les trajectoires successionales sur ces sites (Polster 2016).

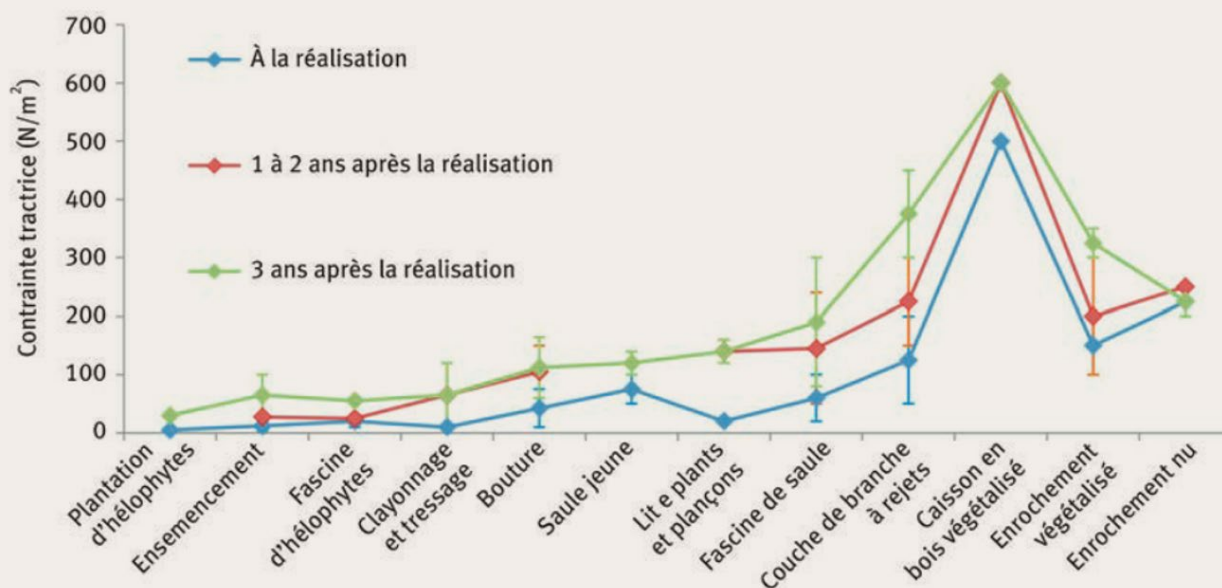
L'usage du génie végétal a pour objectif d'assurer une protection durable des enjeux humains, notamment ceux situés à proximité de berges de cours d'eau, tout en participant à la restauration des fonctions écologiques et récréatives des berges. D'une manière générale, un ouvrage de génie végétal réussi est un aménagement pour lequel il devient quasiment impossible de distinguer l'intervention humaine après quelques années.

LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE DES OUVRAGES

Il est courant que les techniques de génie civil de type enrochements soient préférées par les maîtres d'ouvrage au génie végétal en raison d'une résistance supposée moindre de ce dernier face aux contraintes tractrices qui s'appliquent sur les berges. Or, les travaux de recherche menés depuis plusieurs décennies démontrent que la résistance mécanique de l'ouvrage varie selon les techniques utilisées, mais aussi dans le temps. Ainsi, s'il est vrai que la résistance des techniques végétales est moindre à la réalisation par rapport à certains enrochements dont la résistance est stable dans le temps. Il n'en est plus nécessairement de même après une à deux saisons végétatives.

Comme le montre la figure ci-contre (Leblois et al 2016), la technique des couches de branches à rejets a, en moyenne, une résistance équivalente à un enrochement nu dès sa première ou deuxième année (250 N/m² en moyenne) et quasiment le double dès la troisième année (environ 450 N/m²). La technique des caissons bois végétalisés est quant à elle de très loin celle qui semble posséder la meilleure résistance (autour de 500 N/m² dès la mise en œuvre et 600 dès la première année). Si ces valeurs ne tiennent pas compte du contexte autour de l'ouvrage, ces éléments illustrent bien les différences de résistance par technique et vont à l'encontre des croyances selon lesquelles le génie civil serait nécessairement le meilleur outil pour lutter contre l'érosion des berges.

❶ Évolution de la résistance des ouvrages de génie végétal avec le temps à partir de valeurs moyennes et visualisation de la dispersion des valeurs (les barres verticales délimitent les valeurs maximales et minimales observées).



Afin d'en savoir plus, Inrae a mené des travaux complémentaires de recherche autour des causes des défaillances observées. Si la contrainte tractrice en rivière reste un bon indicateur pour le choix des techniques mises en œuvre, ce n'est qu'un ordre de grandeur. Seule, la force tractrice n'est pas suffisante pour arracher une plante et, dans les faits, la rupture d'ouvrages provient majoritairement de turbulences provoquant des érosions du sol, souvent en pied de berge, finissant par déstabiliser les ouvrages.

Une base de données recensant près de 1 200 sites en France a été constituée contenant principalement des informations telles que le cours d'eau, l'état de l'ouvrage, l'ombrage, l'exposition, la concavité et la pente de la berge ([Pour en savoir plus](#)). Une analyse des causes de défaillance a été effectuée sur un échantillon d'ouvrages dans l'objectif d'améliorer la conception des aménagements futurs. Elle se base sur plus de 450 observations des causes et processus d'échec des ouvrages et s'est intéressée à 9 techniques de protection de berge en génie végétal ([Pour en savoir plus](#)).

Parmi les ouvrages dégradés, sur 60 % des sites, une mauvaise reprise de la végétation est observée. Les causes principales sont liées à :

- des paramètres abiotiques, tels que l'ennoisement, l'assèchement et l'ombrage,
- des paramètres de conception ou de réalisation de l'ouvrage avec l'absence de contact des plantes avec le substrat,
- des paramètres biotiques, comme la concurrence entre espèces.

Ainsi, la reprise de la végétation au sein de l'ouvrage est essentielle et doit impérativement guider à la fois le calage des ouvrages et le choix des techniques mises en œuvre.

Dans les cas de défaillances mécaniques de l'ouvrage et de la berge attenante, les principales dégradations observées sont une destruction totale de l'ouvrage (la plupart du temps inexplicables) et une érosion en pied d'ouvrage (par sous-cavage, arrachement de pieux, déstructurations de l'enrochement de pied en génie mixte). Les autres processus de dégradation d'ouvrages sont aussi une destruction partielle de la structure interne ou encore des érosions, soit à l'arrière de



Érosion et sous cavage en pied de fascine

l'ouvrage, aux extrémités amont ou aval de l'ouvrage (création de turbulences par une fosse) ou autour d'un point dur (naturel ou humain) au sein de l'ouvrage (turbulences autour d'une structure rigide comme une souche ou un pieu).

La fascine, technique la plus utilisée en France, présente le plus fort taux de défaillance, car elle propose une résistance théorique assez forte et se trouve positionnée en pied de berge, le point clé de la stabilité des ouvrages.

Des modélisations physiques ont également été réalisées en canal sur des modèles réduits incluant des fascines afin de préciser les processus de



Modèle réduit de fascine

dégradation et pouvoir faire jouer différents paramètres. La fascine, technique la plus utilisée en France, présente le plus fort taux de défaillance, car elle propose une résistance théorique assez forte et se trouve positionnée en pied de berge, le point clé de la stabilité des ouvrages.

Pour cette technique, le processus de rupture le plus observé débute par une érosion en pied qui provoque une vidange des matériaux de berge par dessous la fascine puis une déstabilisation des pieux. L'ouvrage se retrouve ainsi isolé et rompt.

Ces travaux permettent de faire ressortir les grandes tendances et des préconisations importantes pour la réalisation d'aménagements de protection de berge par les techniques de génie végétal lorsqu'il n'est pas possible de laisser plus de place à la rivière. Ainsi, il s'agit notamment d'intégrer au maximum l'ouvrage dans la berge, tout en réduisant sa pente au maximum, en s'assurant de la stabilité du pied et en limitant le glissement gravitaire des matériaux de berge.

LA BIODIVERSITÉ DES OUVRAGES

Des travaux visant à déterminer la biodiversité des berges aménagées, selon un gradient de naturalité, depuis des enrochements jusqu'à des berges naturelles, en passant par plusieurs techniques de génie végétal, sont menés depuis plus de 10 ans au sein d'Inrae dans l'optique de fournir aux gestionnaires des outils pour concevoir des ouvrages les plus propices à accueillir une diversité d'espèces végétales et animales.

Les sites aménagés en génie végétal présentent ainsi :

- **Une diversité végétale plus importante en termes de nombre d'espèces.** Les techniques mixtes (enrochement de pied de berge et génie végétal en berge) accueillent quant à elles le plus grand nombre d'espèces végétales, mais pas toutes inféodées à ces milieux.
- **Davantage d'espèces indigènes et d'espèces hydrochores :** il est en effet important de tenir compte de la qualité des peuplements et pas seulement de la diversité spécifique pour analyser leur intérêt pour la biodiversité.
- **Une plus faible variabilité des peuplements des sites entre eux** par rapport aux enrochements sur lesquels l'absence initiale de végétation favorise l'installation de nombreuses espèces pionnières de façon aléatoire.
- **Une plus grande dynamique successionnelle dans le temps,** les enrochements n'en ayant quant à eux aucune (la composition de la végétation reste stable dans le temps). Le nombre d'espèces tolérantes à l'ombre et d'espèces compétitives augmente sur les sites aménagés en génie végétal.
- **Un bien plus faible recouvrement en espèces exotiques envahissantes** par rapport aux enrochements. Végétaliser les berges permet de choisir les espèces installées.
- **Une plus grande diversité de coléoptères, d'oiseaux,** ainsi que quelques espèces protégées, et de **macroinvertébrés benthiques** (dont davantage d'espèces autochtones),
- **Une meilleure qualité des habitats,** dont des microhabitats bien plus intéressants sur le plan écologique.

LA QUESTION DE L'ADAPTATION DES OUVRAGES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La sécheresse est l'un des principaux facteurs d'échec des ouvrages de génie végétal, notamment au cours des premières années. Le changement climatique en cours met d'ores et déjà à mal de nombreux ouvrages, surtout au moment de leur mise en place, en raison des conditions sèches et des canicules. En milieu montagnard, un changement des régimes hydrologiques est en cours en raison de stocks neigeux moins importants à moyenne altitude notamment. Il paraît ainsi illusoire de rester dans une idée classique de conservation de nos ripisylves. Les ouvrages futurs devront être adaptés aux évolutions des conditions climatiques.

Cela passe par le choix des techniques. On privilégiera notamment un ancrage profond des végétaux. Ainsi, en fonction des conditions, les lits de plants et plançons pourront être préférés aux couches de branches à rejet (lorsqu'elles n'ont pas les pieds dans l'eau) ou au tressage, techniques pour lesquelles les végétaux sont ancrés de manière superficielle.

Le choix des matériaux a également avoir son importance. Des innovations sont en cours sur les géotextiles pour le développement de produits. Il s'agit de manière générale de recourir à des matériaux retenant davantage l'eau et l'humidité. Les fibres coco, de jute et de chanvre sont intéressantes sur ce plan. Le paillage à l'aide de mulch ou de BRF (bois raméal fragmenté) peut être intéressant lors de la mise en œuvre. Il est également important d'envisager l'irrigation de l'ouvrage et un entretien au cours des premières années, ainsi que de travailler sur la densité des semis lors de la conception et de la mise en œuvre.

Enfin, le choix des espèces constitue un enjeu très fort pour la réussite des ouvrages. Certaines espèces adaptées et résistantes à la sécheresse peuvent être utilisées en génie végétal, telles que les *Tamaricaceae*, dont *Tamaris gallica*. L'une des solutions envisageables à l'avenir pourrait aussi passer par une migration assistée des espèces avec leur introduction sur de nouveaux territoires. Cela se pratique déjà depuis longtemps en gestion forestière.

LA NOTION D'ÉCORESPONSABILITÉ DANS LA CONCEPTION

Le recours au génie végétal a vocation à rapprocher le site de conditions plus proches d'un fonctionnement et d'un paysage naturel. Il est pour cela très efficace. Pour autant, ces techniques utilisent de nombreux matériaux artificiels qui ne se dégradent pas et restent sur place (fil de fer, agrafes, fer à béton, géogrilles...) ou se diffusent dans l'environnement (géotextiles renforcés par du plastique par exemple) et qui peuvent constituer un risque pour la faune comme pour l'humain. De plus, certains concepteurs d'ouvrages ont parfois tendance à prévoir trop de géotextiles et même parfois sur des zones où il est inutile.

Une évolution des pratiques serait ainsi la bienvenue afin de limiter l'usage de ces matériaux. Les techniques anciennes de génie végétal, tel que le tunage simple (fascines couchées le long de la berge et retenues par clayonnage), encore aujourd'hui utilisées dans certains pays, peuvent apporter des pistes. Elles recourent à des cordes coco pour fixer les fascines, ce qui permet de diminuer fortement voire de supprimer les matériaux problématiques et même les géotextiles. Par ailleurs, le développement de nouveaux matériaux, tels que des agrafes bois ou des géotextiles naturels, constitue une piste d'amélioration pour la filière.

En somme, les connaissances dans le domaine se sont considérablement développées ces dernières années. Il reste néanmoins de nombreux travaux de recherche à mener sur beaucoup d'aspects et de nombreuses pratiques à faire évoluer au sein de la filière pour améliorer la qualité des ouvrages, ainsi que leur impact environnemental.

Pour aller plus loin sur le sujet : genibiodiv.inrae.fr



Ferrailage restant au droit d'un ouvrage de génie végétal dégradé

LE GÉNIE VÉGÉTAL : BÉNÉFICES PERÇUS ET MESURÉS, FREINS ET LEVIERS TECHNIQUES ET INSTITUTIONNELS

MARYLISE COTTET - CNRS - UMR 5600 EVS
& ADELINE FRANCOIS - INRAE GRENOBLE



DES TERRITOIRES URBAINS CONTRAINTS QUI NÉCESSITENT DES SOLUTIONS ADAPTÉES POUR LA RESTAURATION DES MILIEUX AQUATIQUES

La restauration des berges de cours d'eau urbains, minéralisées et fortement contraintes par les enjeux fonciers, est particulièrement complexe. Le génie végétal, et plus largement le génie écologique, offrent une solution fondée sur la nature intéressante pour stabiliser les berges et restaurer des milieux de qualité, le plus souvent à moindre coût énergétique et financier par rapport aux techniques classiques de génie civil. La restauration de ces milieux à l'aide de génie végétal fournit également un bénéfice pour les citoyens avec la production d'une multitude de services. Il en va de même pour la biodiversité, par la création d'habitats et des fonctions écologiques associées. Pourtant, ces techniques restent encore peu utilisées en territoire urbain.

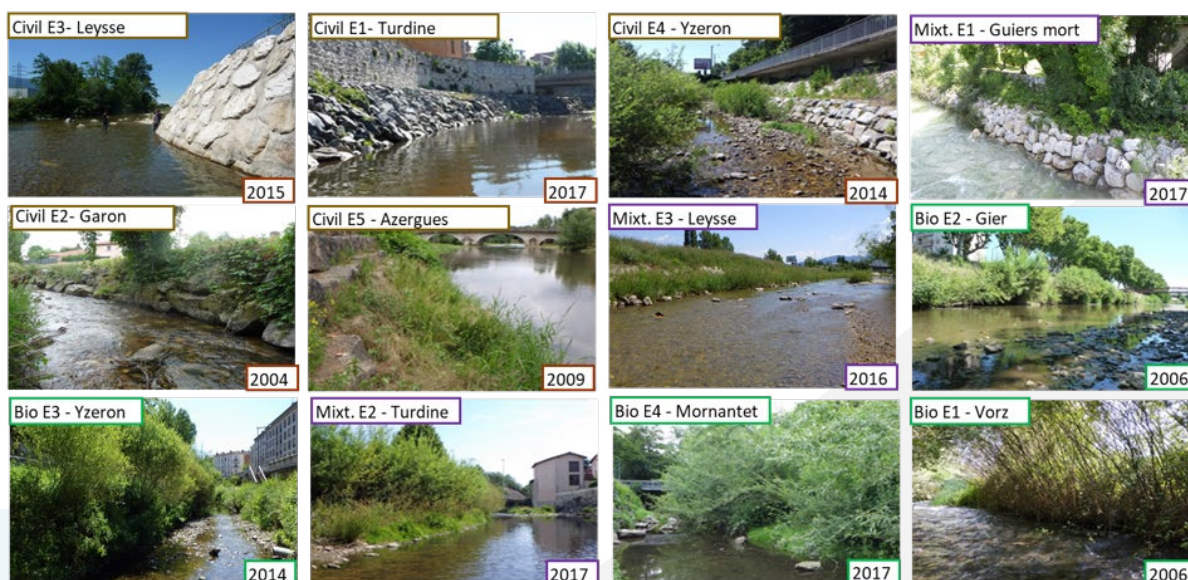
C'est pourquoi le CNRS et Inrae ont élaboré le projet « Génie'Eaux : Le génie végétal en berge pour transformer la ville ». L'objectif est de mieux comprendre la faible utilisation du génie végétal en territoire urbain et d'identifier les leviers d'action pour leur développement. Deux volets, croisant sciences sociales et sciences de l'environnement, ont été mis en œuvre en parallèle. Il s'agit de :

- 1. Questionner les bénéfices et les risques du génie végétal en ville à partir des perceptions des acteurs de l'eau et des habitants et de mesures réalisées sur le terrain,
- 2. Interroger l'expérience professionnelle des acteurs de la protection des berges et identifier les contraintes et les leviers pour l'utilisation du génie végétal en ville.

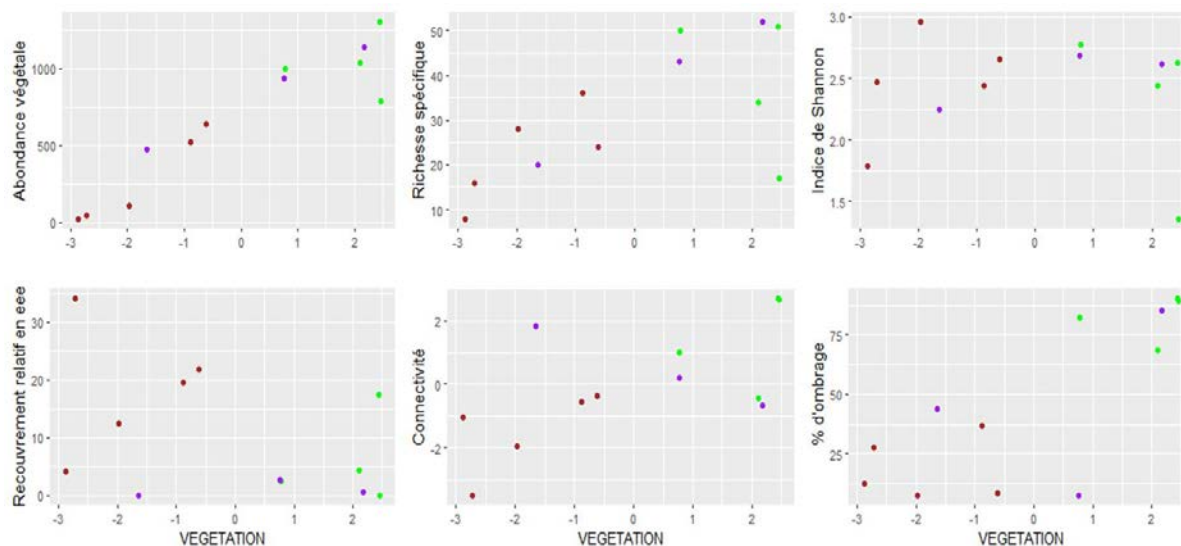
LES BÉNÉFICES ET LES RISQUES DU GÉNIE VÉGÉTAL EN VILLE

Douze ouvrages en milieu urbain ont été identifiés pour l'analyse. L'échantillon est quelque peu déséquilibré en raison des difficultés rencontrées pour trouver des sites aménagés en génie végétal en ville : 5 enrochements, 3 techniques mixtes et 4 en génie végétal. Sur ces sites, plusieurs variables environnementales ont été relevées sur le recouvrement et la structure de la végétation, ainsi que sur les indices de biodiversité, de connectivité et d'ombrage.

En parallèle, une enquête par photo-questionnaire a été réalisée en ligne par le CNRS. Au total, 493 participants aux profils variés (professionnels de la gestion des milieux aquatiques et habitants) ont participé. Leurs connaissances dans le domaine de l'environnement ont été évaluées sur une base déclarative : 42 % « Pas du tout », 32 % « Moyenne », 25 % « Importante ». Il leur était également demandé d'évaluer : 1 - le niveau de réussite des différents ouvrages présentés à l'aide de photographies ; 2 - la qualité de la berge selon trois critères : son esthétique, sa vulnérabilité à l'érosion, son adéquation avec des usages de loisirs ; 3 - leur niveau de confiance vis-à-vis des protections de berges en génie végétal.



Il ressort des mesures de terrain des bénéfices clairs du génie végétal pour les écosystèmes urbains, et ce sur de nombreux aspects (abondance végétale, richesse spécifique, ombrage, connectivité...), tandis que les enrochements accueillent notamment davantage d'espèces exotiques envahissantes.



Les bénéfices écologiques ressortis de l'analyse

En vert, les ouvrages de génie végétal; en marron, les enrochements; en violet, les techniques mixtes / En abscisses : le degré de naturalité des ouvrages; En ordonnées : l'indice de diversité

Concernant l'analyse du questionnaire, on observe des liens entre les évaluations produites et les variables écologiques mesurées in situ :

- Sur le plan de l'esthétique, une corrélation claire avec les variables écologiques est observée, mais sans rapport avec le niveau de connaissances. Il ressort que la densité et la diversité végétales constituent des variables qui influencent fortement l'évaluation esthétique,
- Sur le plan récréatif, il ressort que l'accessibilité physique et visuelle aux berges et à l'eau influe fortement sur les évaluations, selon une courbe en cloche : une berge peu végétalisée est peu attractive, tout comme une berge très dense en végétation,
- Enfin, la vulnérabilité perçue est très dépendante du niveau de connaissance des personnes enquêtées. Les professionnels considèrent le niveau de protection de manière équivalente qu'il s'agisse de génie végétal ou d'enrochements, tandis que les non-initiés se sentent mieux protégés par ces derniers.

Sans grande surprise, les réticences vis-à-vis du génie végétal sont avant tout issues de personnes déclarant une faible expertise environnementale.

Les réponses au photoquestionnaire montrent aussi que la réussite perçue des aménagements de protection de berge est liée à leur degré de végétalisation. Les préférences s'orientent clairement vers plusieurs aménagements végétalisés, tandis que 65 % des répondants ont choisi un enrochement liaisonné sur la Leyse pour désigner la pire protection de berge. Certains ouvrages en génie végétal n'ont pas été choisis par les répondants lorsque la végétation est trop développée, notamment en rapport avec la largeur du lit du cours d'eau. Il s'agit ainsi d'éviter un sentiment d'envahissement.

LES CONTRAINTES ET LES LEVIERS À L'UTILISATION DU GÉNIE VÉGÉTAL EN VILLE

17 professionnels impliqués à différents stades du cycle de vie des ouvrages de protection de berge (association, maître d'œuvre et d'ouvrage, centre de recherche, financeur, entreprise) ont été interrogés au cours d'entretiens semi-directifs.

Ressortent de ces entretiens les éléments suivants :

- la **performance des ouvrages en matière de contrôle de l'érosion** doit s'évaluer à de **nouvelles échelles temporelles** compte tenu de l'augmentation de la protection avec le temps,
- les **performances doivent être élargies à d'autres dimensions**, tant écologiques (biodiversité, empreinte environnementale) que sociales (valeur esthétique, récréatives, îlots de chaleur, etc.)
- un nécessaire dialogue sur **les risques avec toutes les parties prenantes des projets** : en effet, les professionnels interrogés jugent ces techniques fiables (même s'ils trouvent cela difficilement mesurable). Ils font ressortir un fort besoin de convaincre les habitants et les élus de leur fiabilité. Les principales inquiétudes exprimées concernent le risque reconnu plus élevé les premières années. Se lancer dans ce type d'ouvrage est ainsi considéré comme un beau pari à gagner.
- un **nécessaire partage des risques** : en effet, ce risque accru interroge les professionnels sur la responsabilité juridique et financière des différents acteurs impliqués. L'absence actuelle d'un cadre juridique clair sur ces questions peut décourager, tant les maîtres d'ouvrage que les porteurs de projets.

Les répondants partagent une posture professionnelle, humble et audacieuse, intégrant des profils multidisciplinaires et combinant des compétences techniques et non techniques, telle que la capacité de dialoguer avec diverses parties prenantes. Il ressort de ces entretiens une forte valorisation des échanges et des retours d'expérience entre professionnels, ainsi qu'une nécessaire aptitude à se questionner et à s'adapter au processus d'essai-erreur et de prise de risque. Le développement du génie végétal constitue pour eux une contribution au bien commun, voire une mission pour les professionnels.

Ainsi, si les bénéfices écologiques induits par le génie végétal sont nettement corrélés aux bénéfices perçus par les habitants et les acteurs de l'eau, il **reste des réticences palpables qui supposent de travailler sur deux points** pour faciliter le développement de son usage :

- la **minimisation du risque et son acceptation par les différentes parties prenantes** : un changement de paradigme est nécessaire sur ces points, notamment au niveau des maîtres d'ouvrage qui doivent accepter de partager le risque avec leur maître d'œuvre pour éviter que celui-ci ne reste dans un dimensionnement très normé et très classique pour se protéger.
- la question de la **gestion des ouvrages**.

Les retours d'expériences des professionnels et les travaux scientifiques en cours, tant en sciences de l'environnement qu'en sciences sociales, participent de ce mouvement. Un apport sur le plan juridique et réglementaire constitue une perspective intéressante pour la suite des travaux de recherche.

LE CHOIX DES ESPÈCES ET L'APPROVISIONNEMENT LOCAL

GHISLAIN HUYGHE - BIOTEC



CONSTAT :

Ces dernières années, les chantiers de génie écologique et de restauration écologique sont en perpétuelle augmentation. Ainsi, les demandes se multiplient et les projets repoussent toujours plus les limites d'utilisation des végétaux. L'éventail de demandes se fait également de plus en plus large (stabilisation, phytoépuration, végétalisation, paysagère, cosmétique, compensation écologique...) et les demandes en végétaux indigènes d'origine locale explosent.

Dans ce contexte, le choix des espèces et l'anticipation des approvisionnements revêtent un enjeu primordial. Se posent ainsi les problématiques suivantes :

- Comment améliorer le choix des espèces à semer ou planter ?
- Quelle est la disponibilité et quelles sont les modalités de collecte/fourniture des végétaux ?
- Comment organiser et anticiper les fournitures ?
- Quels suivis et précautions à mettre en œuvre ?

LES CRITÈRES DE CHOIX DES ESPÈCES :

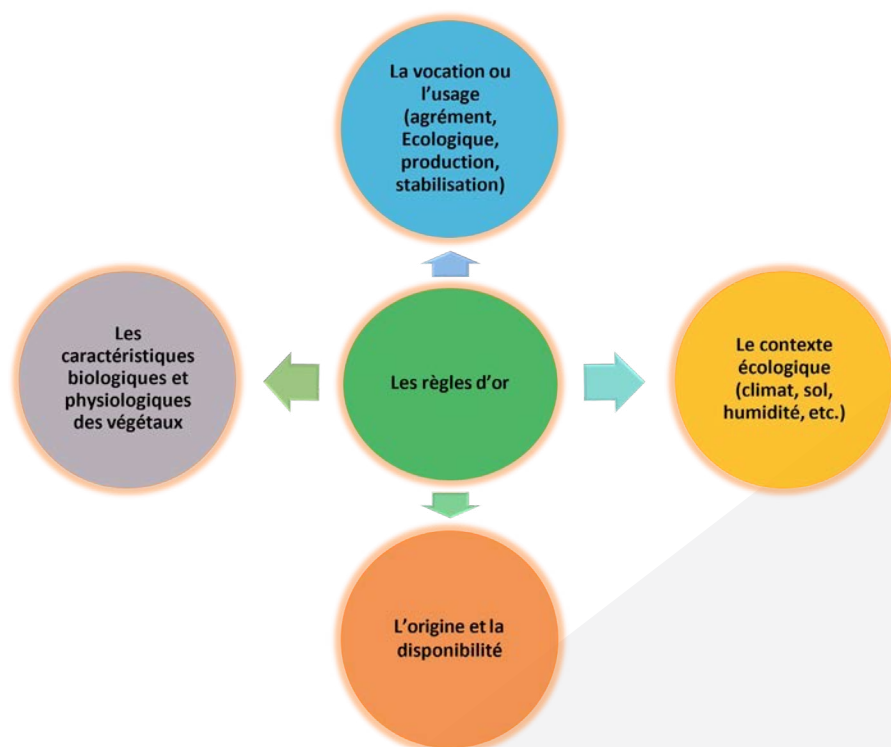
Ils reposent sur 4 règles d'or :

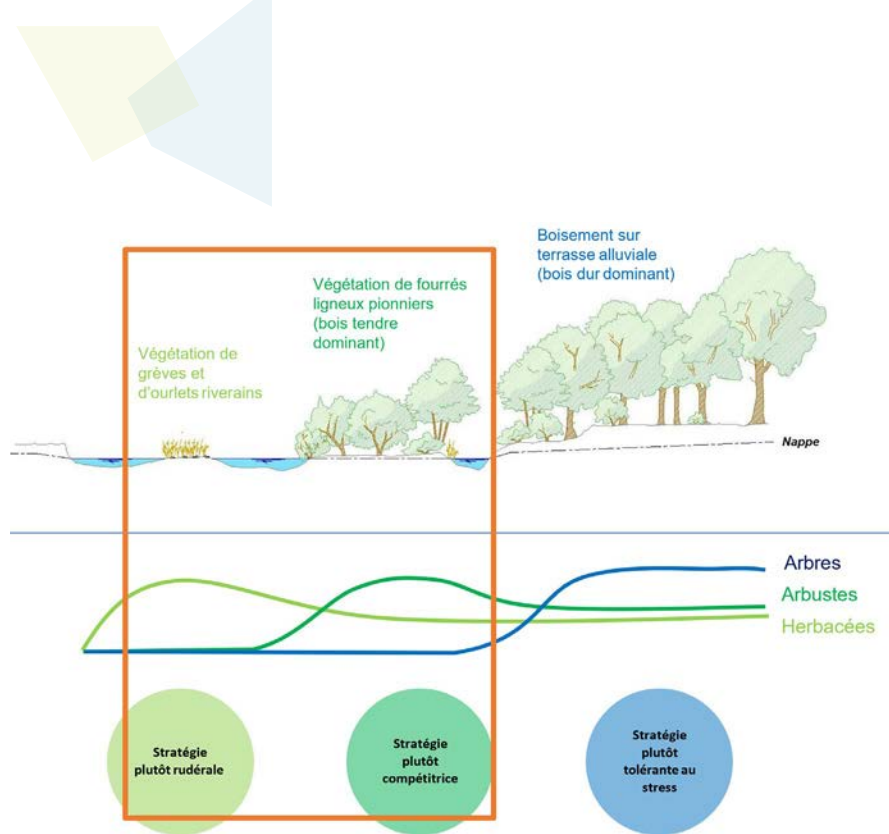
- Les caractéristiques biologiques et physiologiques des végétaux,
- Le contexte écologique : climat, sol, humidité, etc.
- La vocation ou l'usage de l'ouvrage : agrément, écologique, production, stabilisation...
- L'origine et la disponibilité des matériaux.

L'un des principaux objectifs du génie écologique est en effet d'impulser une dynamique et d'initier une succession écologique. En cours d'eau, les herbacées pionnières de grèves, à la stratégie rudérale, seront progressivement remplacées par des espèces ligneuses de bois tendre, plus compétitrices, puis par des espèces de bois dur, plus résistantes au stress.

L'ingénierie écologique intervient à l'aide des deux premières catégories de la succession, en installant des espèces pionnières, soit herbacées, soit ligneuses à bois tendre. Une succession écologique se met ensuite en place naturellement. Ainsi, sur des berges de cours d'eau restaurées plusieurs années auparavant, il est souvent difficile de déceler une quelconque intervention humaine, les espèces de bois dur ayant quasiment intégralement remplacé la végétation initialement installée.

Par conséquent, le choix des végétaux pour les projets d'ingénierie écologique se porte principalement sur les espèces structurantes telles que les graminées (houlque laineuse, les pâturins,



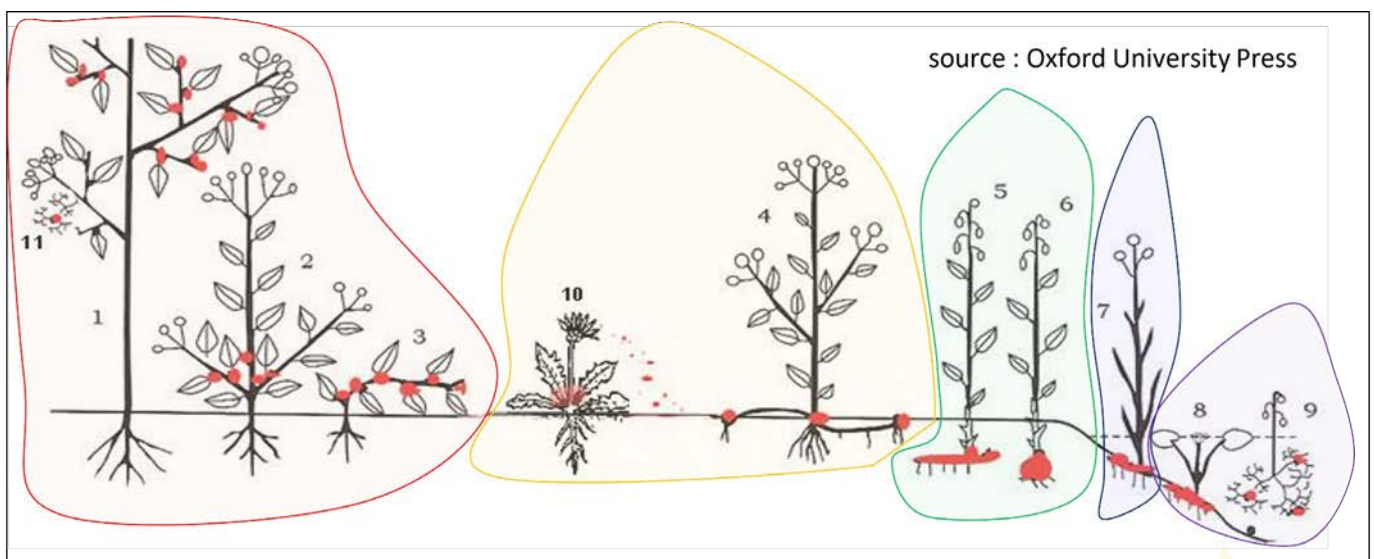


phléole des prés, brome mou, dactyle, ray-grass et flouve odorante étant les principales espèces prairiales) ou les espèces pionnières arbustives (saules par exemple).

La pérennité des espèces implantées dans le cadre d'aménagements est variable. Certaines, comme le ray-grass, ont tendance à disparaître progressivement au cours des premières années de l'ouvrage, au profit d'autres espèces plus pérennes. L'évolution est rapide et certaines espèces rudérales explosent littéralement au cours des premières années (en raison des modifications apportées aux substrats), mais elles disparaissent ensuite rapidement au profit d'autres cortèges plus représentatifs.

Les espèces choisies dépendent également des techniques de restauration envisagées et des besoins en matière de résistance mécanique aux forces tractrices. Celle-ci évolue dans le temps. Ainsi, les espèces arbustives seront privilégiées sur des ouvrages nécessitant une résistance plus importante.

Chaque espèce possède des caractéristiques propres qui dictent sa répartition géographique en fonction des conditions climatiques, pédologiques, hydrologiques... On parle de « cortèges » pour désigner les groupes d'espèces inféodées à un milieu particulier : altitude, piémont, plaine, Méditerranéen... Le choix des cortèges d'espèces à utiliser est ainsi dicté par l'altitude et les conditions climatiques en place et à venir. Sur ce plan, le constat d'une remontée des conditions méditerranéennes vers le nord incite à se questionner sur l'usage d'espèces plus résistantes à la sécheresse que celles actuellement en place et à faire évoluer les cortèges en fonction. La région Auvergne-Rhône-Alpes est diversifiée en espèces de saules, ce qui représente un gros avantage pour les travaux. On retrouve l'ensemble des cortèges d'espèces sur son territoire, ce qui permet un approvisionnement potentiellement facilité.

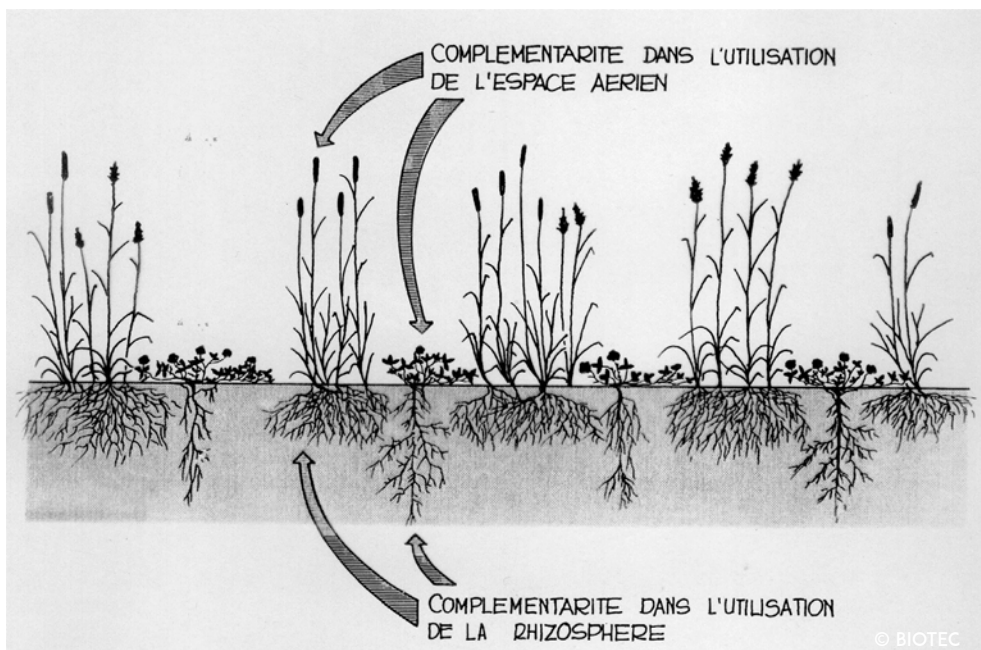


1-2. Phanérophyte (11 - Epiphyte), 3. Chamaephytes, 4.-10 Hémicryptophyte (en rosette, cespiteux, stolonifère, lianescent, ruboïde), 5-9. Cryptophytes = Géophytes (rhizomateux, bulbeux, à tubercule), 7. Hélophytes, 8-9. Hydrophytes, Thérophytes (non montrées)

La capacité à passer la saison difficile constitue également un important critère de choix. Que l'appareil végétatif soit aérien, souterrain ou aquatique, détermine les capacités de résistance de la plante à la période hivernale, donc la potentielle réussite de l'aménagement. Ainsi, pour un ensemencement, on privilégiera les hémicryptophytes (en rosette, cespiteux, stolonifère, lianescent, ruboïde) et géophytes (rhizomateux, bulbeux, à tubercule) aux autres types.

Il est également essentiel de veiller à la complémentarité des systèmes racinaires et aériens des plantes.

L'utilisation de la rhizosphère par les racines et la complémentarité des différentes espèces sur ce plan est le plus souvent prise en compte, mais leur complémentarité et leur variété sur le plan de l'espace aérien sont souvent oubliées.



UTILISATION DE VÉGÉTAUX INDIGÈNES D'ORIGINE LOCALE DANS LE CADRE DE PROJETS DE GÉNIE ÉCOLOGIQUE : VERS LA CONSTITUTION DE MÉLANGES GRAINIERS

Les herbacées de type graminées sont les plus utilisées dans les mélanges grainiers en raison de leur grande diversité, de la facilité d'approvisionnement et surtout de leurs caractéristiques biologiques en lien avec l'usage promu (techniques de génie végétal par exemple).

Lors de la conception d'un mélange grainier, la plupart des producteurs raisonnent en poids. Or, il existe de très importantes différences de poids entre les graines des différentes herbacées. Pour certaines, on trouvera 10 graines par gramme et cela peut aller jusqu'à plus de 10 000 graines par gramme. Attention à cette forte disparité, car cela amène à d'importantes erreurs de composition avec des différences très fortes entre la présence d'une espèce en proportion du poids et en proportion du nombre de graines dans un mélange grainier. C'est souvent le cas des mélanges « passe-partout » de type « berge » ou « bas de berge » dont les pourcentages en poids sont très différents des pourcentages en nombre de graines.

Le choix des espèces pour mélanges grainiers pose par ailleurs un triple souci :

- Un problème de réglementation (catalogue officiel, certification),
- Un problème de qualité et/ou de traçabilité (génomés non-écotypes),
- Un problème de disponibilité (peu de fournisseurs).

Les semences proviennent d'ailleurs souvent de pays lointains (Nouvelle-Zélande, Australie, Canada, Hongrie, etc.). Il existe également des problèmes génétiques avec des variétés indigènes et allochtones qui ont progressivement connu des croisements, générant de nouvelles sous-espèces aux caractéristiques différentes et qui peuvent remplacer les autres, à l'exemple de la luzerne cultivée. À force d'importations, le patrimoine génétique de la flore européenne a été bouleversé.

Des fraudes ou des erreurs sont également régulièrement observées dans la composition des mélanges. On retrouve ainsi parfois certaines graines enrobées, dont le taux de reprise n'est pas

significativement différent de celui de graines non enrobées, alors que, d'une part, leur poids est parfois 10 fois supérieur et, d'autre part, la composition de l'enrobage est inconnue (produit phytosanitaire ?). Cela pose des problèmes importants en termes de qualité des mélanges grainiers.

Le label « Végétal local » est une réponse possible à ces différentes problématiques afin de garantir un approvisionnement de semences de qualité pour les professionnels, même s'il ne permet pas de répondre par exemple à la disponibilité en graminées utiles au génie végétal. Il se développe bien sur la partie Est d'Auvergne-Rhône-Alpes avec 13 pépinières et 520 espèces labellisées. Ces producteurs rencontrent cependant des problèmes pour répondre à une demande très forte et supérieure à leurs capacités de production d'espèces certifiées.

Découvrez le label « Végétal local » : www.vegetal-local.fr

Pour remédier à ce déficit et, si les compétences en matière d'identification des espèces sont disponibles, il est possible de procéder à des collectes in situ de graines à l'aide d'outils tels que des brosseuses (tractées ou portatives) ou des aspirateurs portatifs ou automoteurs. Cela peut cependant être parfois limite sur le plan réglementaire pour les espèces sur lesquelles une certification est obligatoire.

UN CHANTIER, ÇA S'ANTICIPE !

Pour mener à bien leurs travaux avec des semences locales de qualité, les collectivités locales doivent particulièrement anticiper. De manière générale, prévoir son approvisionnement 2 ans à l'avance est préférable. La mise en culture de plants et la collecte de graines prennent en effet du temps.

Cela peut être effectué de différentes manières :

- Un marché de fournitures classique : cela nécessite d'anticiper la disponibilité et la quantité à fournir. On peut aller voir les sites et les pépinières et vérifier leurs disponibilités sur les différentes espèces,
- Sourçage et contrat de culture : la pépinière sous contrat s'engage sur la disponibilité des différentes espèces en quantité suffisante pour assurer les travaux,
- Collecte in situ : il est alors nécessaire d'effectuer un repérage et d'acquérir une bonne connaissance des sites potentiels de collecte et des espèces disponibles. Celle-ci se faisant souvent sur terrain privé, il est nécessaire de prévoir un dédommagement aux propriétaires.

Des prescriptions techniques pour l'achat de végétaux sauvages d'origine locale sont fournies par le label « Végétal local » dans un guide de 24 pages accessible ici : www.plante-et-cite.fr/Ressource/fiche/426

QUELQUES RETOURS SUR LES SUIVIS DE PROJETS

Plusieurs projets de suivi des taux de reprise et de la diversité végétale de mélanges grainiers et d'ouvrages de génie écologique ont été menés ou sont en cours ces dernières années afin de mieux comprendre les dynamiques de pousse et reprise des végétaux dans l'optique d'optimiser de futurs ouvrages.

Sur le bassin ligérien, des tests de développement végétatif sont menés sur des mélanges grainiers, en fonction de différentes conditions de sol. Des différences de cortèges sont constatées en fonction de la présence de sables dans le sol, alors que les végétaux poussent dans toutes les conditions. Les espèces rudérales se développent en plus grand nombre la première année sur des sols partiellement ou pas du tout sableux alors que les espèces du mélange poussent dans toutes les conditions. Cependant, ces dernières ont tendance à se développer très fortement en deuxième année sur des sols en terre végétale, alors que les espèces rudérales fortement présentes en première année vont progressivement disparaître.

Enfin, des tests de croissance en conditions contrôlées d'un mélange issu de collecte montrent que la couverture végétale apparaît sensiblement identique, quelle que soit la densité du semis, mais aussi que la diversité végétale n'est pas inhibée par une densité de semis plus importante.

KALISTERRE : LA NOUVELLE QUALIFICATION DES ENTREPRISES DE TRAVAUX DE GÉNIE ÉCOLOGIQUE

**ERIC DEDONDER - FLORE HAIE FAUNE/KALISTERRE
& MORGANE BUISSON - SYMBHI/KALISTERRE**



Un nouvel acteur est apparu récemment dans le paysage des professionnels du génie écologique avec Kalisterre, association loi 1901, dont l'objectif est de faire reconnaître les savoir-faire des professionnels réalisant des travaux de génie écologique à travers une qualification des entreprises de travaux. Toutes les structures réalisant des chantiers de génie écologique peuvent candidater. Ce sont les agences locales qui peuvent être qualifiées et non l'entreprise dans son ensemble (10 agences locales équivalent à 10 qualifications).

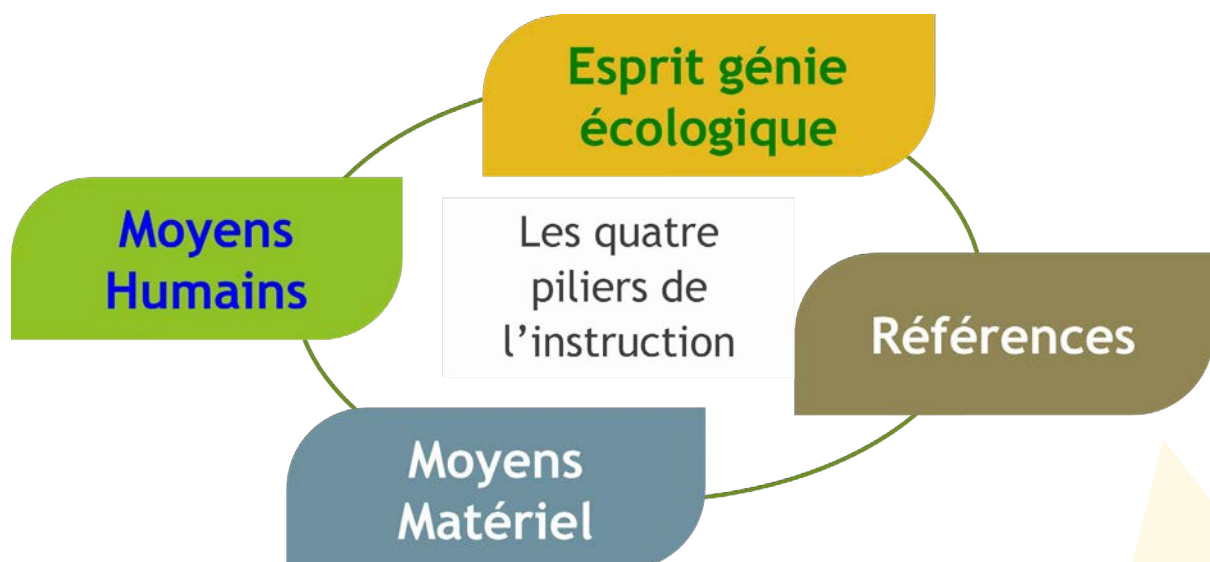
La qualification s'appuie sur la norme AFNOR NF X10-900 sur la conduite de projets de génie écologique. Ce référentiel donne des recommandations précises pour conduire un projet de génie écologique appliqué aux zones humides et aux cours d'eau.

La gouvernance de l'association représente l'ensemble des acteurs de la filière. Un Conseil d'administration de 24 sièges est composé de plusieurs collègues (Entreprises spécialisées, Maîtres d'ouvrage, Bureaux d'études, écologues, Entreprises associées, Associations, Recherche, Institutionnels, Personnes et Structures compétentes en génie écologique). Les Agences de l'eau et A-IGeco sont membres associés. L'association se finance grâce à une redevance annuelle proratisée au chiffre d'affaires des entreprises qualifiées et grâce au paiement de l'instruction des candidatures à la qualification (1 400 € en 2023).

Kalisterre s'appuie sur un comité d'instructeurs indépendants qui évaluent les candidatures des entreprises, ainsi que sur un comité de déontologie, lui aussi indépendant, dont le rôle de conseil et d'arbitre a vocation à garantir l'esprit du génie écologique. Les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre peuvent faire remonter à ce dernier d'éventuels problèmes avec les entreprises qualifiées.

L'instruction des candidatures est effectuée par des professionnels ayant une importante expérience de chantier. La candidature nécessite pour l'entreprise de travaux une demi-journée de remplissage du dossier. L'un des instructeurs Kalisterre effectue des visites d'un chantier en cours et d'un ancien chantier afin d'évaluer les critères de qualification sur le terrain. Celle-ci s'effectue avec le chef de chantier et le conducteur de travaux, sans le responsable d'agence. Ces visites de chantiers s'inscrivent dans une démarche de conseil, afin de faire monter en compétence l'entreprise. Elles ont vocation à se dérouler en toute bienveillance. L'instructeur évalue 4 grands critères qui constituent les piliers de la qualification :

- L'esprit « génie écologique », fondé sur le [Manifeste des entreprises de génie écologique](#),
- Les références de l'entreprise et de son équipe,
- Les moyens matériels à disposition,



- Les moyens humains : dont le respect de l'humain, critère fondamental.

L'instructeur fait valider ses conclusions par le comité d'instructeurs. Une fois le dossier déposé et validé, l'entreprise est certifiée pour trois ans. Un renouvellement est nécessaire pour conserver sa qualification. Cela permet également de monter en compétence et d'éventuellement passer à un niveau supérieur de qualification.

Celle-ci est en effet constituée de trois niveaux :

- Niveau 1 - Réalisateur : l'entreprise sait réaliser un ouvrage de génie écologique en termes de geste technique, et met en œuvre les bonnes pratiques pour l'intégrer correctement au site,
- Niveau 2 - Sachant : elle est capable d'apporter un regard critique et constructif sur l'ouvrage proposé et de prendre le recul nécessaire pour analyser le site d'intervention et son environnement.
- Niveau 3 - Concepteur : La structure est capable de concevoir et/ou de reprendre le projet de génie écologique proposé sur la base d'un argumentaire solide. Elle se positionne dans une démarche d'adaptation constante et de mise à jour de ses compétences. Elle conserve un regard critique sur les projets et sur sa propre façon de travailler.

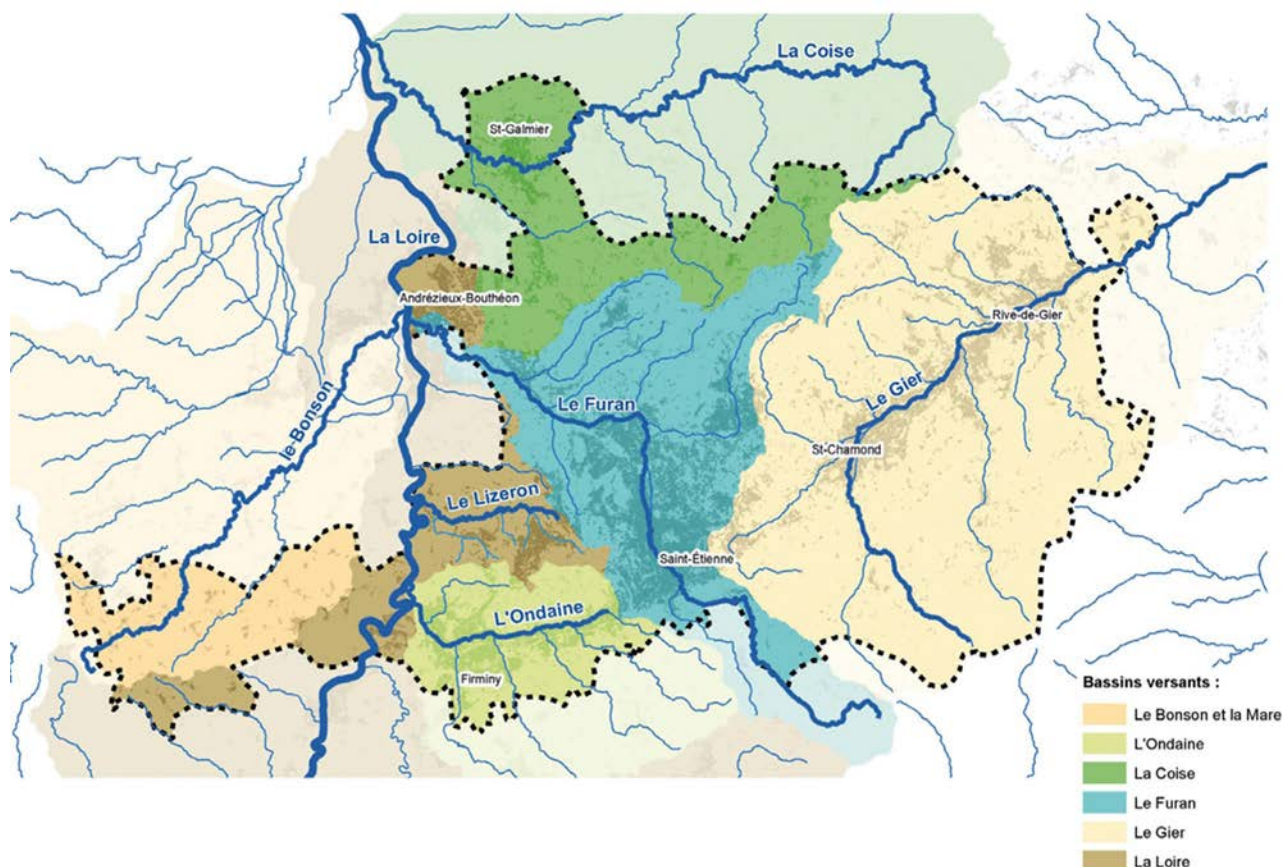
L'intérêt de cette qualification pour le maître d'ouvrage est de pouvoir faire appel à des entreprises qualifiées, dont les chantiers devraient être de qualité. En parallèle, pour l'entreprise, cela permet d'asseoir sa légitimité sur un appel d'offres et de bénéficier d'un crédit de confiance auprès des autorités adjudicatrices. En juin 2022, 7 entreprises sont d'ores et déjà qualifiées et un seul dossier a été refusé.

INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE EN MILIEU CONTRAIT DANS LE CADRE DE LA GEMAPI

MICHAEL VIAL - SAINT-ÉTIENNE MÉTROPOLE



Saint-Etienne Métropole porte, depuis 2005, trois Contrats sur le territoire (Gier / Ondaine / Furan). Le nouveau Contrat territorial Furan-Ondaine-Lizeron 2022-2026 mobilise une chargée de mission, deux techniciens de rivières et deux équipes d'entretien de 6 agents. Plusieurs chantiers faisant appel au génie végétal ont été menés ces dernières années, dont trois sont ici présentés.



1 - AMÉNAGEMENT DU LIT DE L'ONZON À SAINT-CHRISTO EN JAREZ :

Au niveau d'un hameau situé en tête de bassin versant, l'Onzon passe sous un petit pont en mauvais état et sous-dimensionné. Le lit d'origine avait été déplacé en rive droite et longeait le chemin communal permettant l'accès au hameau, jusqu'à une prise d'eau. Des débordements réguliers ont eu lieu au niveau des voies d'accès au hameau, provoquant une déstabilisation par l'arrière des enrochements et une érosion latérale sur la berge droite. L'un des enjeux du projet était de conserver la prise d'eau existante.

Le projet a consisté à déplacer le lit du cours d'eau de quelques mètres en rive gauche pour contourner la ripisylve existante qui présentait un véritable intérêt écologique. Le lit initial a été



L'Onzon avant travaux

refermé et planté. Un nouveau lit a été créé et une nouvelle ripisylve a été créée en rive gauche de ce nouveau lit mineur.

Les berges du nouveau lit ont été végétalisées à l'aide de plants et de boutures labellisés « Végétal Local », tandis que le pied de berge a été maintenu par des fascines de saules vivants au pied desquelles des branches de saules vivantes font office de dispositif anti-affouillement. La berge a été recouverte d'une toile de chanvre fixée à l'aide d'agrafes en bois produites en France. Quelques blocs ont été disposés dans le lit afin d'apporter une diversification des écoulements.



L'Onzon post travaux

Au total, 70 ml ont été restaurés pour un montant de 28 000 € HT.

SI C'ÉTAIT À REFAIRE :

- La réfection du pont est prévue par une autre direction de Saint-Etienne Métropole, mais dans une autre temporalité. Le coût global du chantier et les nuisances aux riverains et exploitants agricoles auraient pu être diminués en couplant les travaux.
- L'enrochement de rive gauche en aval immédiat du pont aurait pu être remplacé par une fascine en pied de berge et un lit de plant et plançons.
- Le génie végétal était bien adapté à ce cours d'eau, car les débits restent faibles.
- La partie génie végétal a été réalisée par une entreprise d'insertion sous-traitante et quelques erreurs de mise en œuvre ont été faites comme la toile qui n'a pas été fixée à l'arrière des piquets de la fascine. Il est envisagé pour l'avenir de prévoir la mise en œuvre de la toile et des fascines directement par l'équipe interne à la Métropole.
- Des questions se posent encore sur la durée de vie et la réaction de la toile de chanvre sur

une crue. Son défaut est qu'elle ne permet pas un ensemencement immédiat, alors que c'est possible avec du filet coco. Cependant, elle présente un gros intérêt écologique par rapport au coco, car elle est fabriquée dans l'Yonne à partir de chanvre cultivé en France, sans pesticides.

2 - AMÉNAGEMENT DU LIT DE L'ONDAINE AU PERTUISET À UNIEUX

Le bassin versant de l'Ondaine est très exposé aux risques d'inondation : le relief est très marqué avec des pentes importantes, le réseau hydrographique est compact et le bassin subit régulièrement de fortes pluies orageuses ou cévenoles. 68 500 habitants sont concentrés dans une vallée encaissée. Ce chantier, ainsi que le suivant, rentre ainsi dans le cadre du PAPI Ondaine.

À Unieux, les objectifs du projet sont de :

- élargir le lit et les berges pour faire passer la crue centennale (Q100), impliquant le dévoiement du collecteur intercommunal,
- stabiliser les berges en technique mixte (enrochement et génie végétal),
- renaturer le site par de la végétalisation,
- améliorer l'aspect visuel du site,
- intégrer une voie cyclable.



L'Ondaine avant travaux

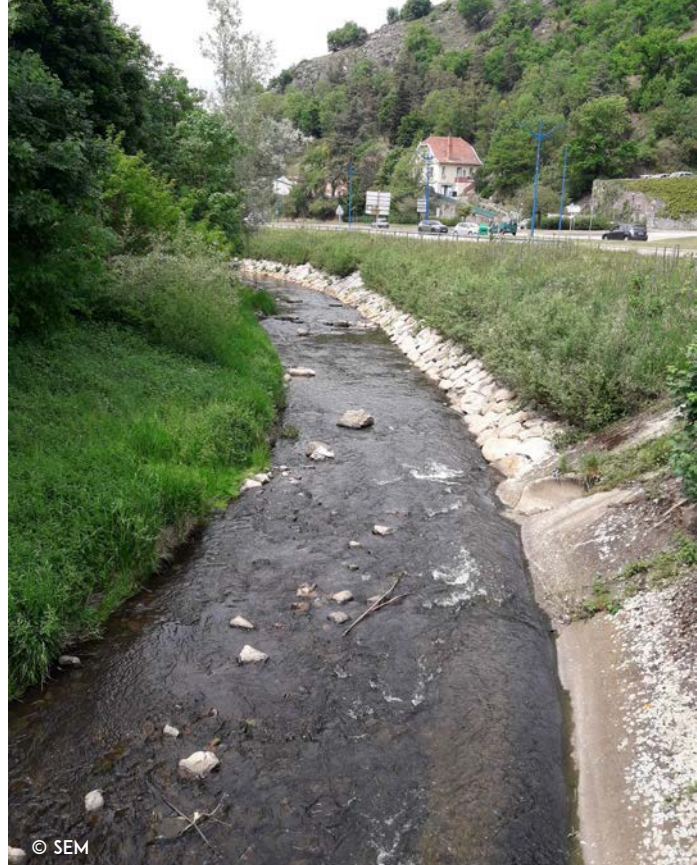
Avant travaux, la berge de rive droite était très dégradée, quasiment à nu sur l'ensemble du linéaire concerné, entre les deux ponts, le long de la route. Initialement, toutes les eaux usées de la vallée se rejetaient dans l'Ondaine, dont les eaux étaient intégralement dirigées dans la STEP du Pertuiset. Un ouvrage en travers de la rivière permettait d'orienter vers la station uniquement le flux réellement traitable. Cet ouvrage, devenu sans usage suite à la création du réseau de collecte sur le territoire, formait une berge abrupte et bétonnée. Les enrochements étaient déstabilisés sur l'ensemble du linéaire.

Le lit a été élargi de plusieurs mètres en rive droite sur la moitié aval du projet et les berges ont été aménagées en techniques végétales (plantations et bouturages seulement), ce qui a nécessité

la suppression de la prise d'eau, ainsi que le dévoiement de réseaux et d'un point de collecte de déchets. Seul un petit enrochement ponctuel a été réalisé sur la hauteur de berge afin de protéger une arrivée du réseau d'eau pluviale. Sur la moitié amont, un enrochement de pied de berge et des lits de plants et plançons ont été créés en rive droite.

Après travaux, la reprise des végétaux est satisfaisante. Néanmoins, les lits de plants et plançons ont été réalisés trop haut par rapport au niveau d'eau. Placés plus bas, ils auraient permis un ralentissement des eaux lors des plus petites crues. Un entretien par l'équipe rivière est prévu par Saint-Etienne Métropole dans le cadre du plan de gestion suite à la phase d'entretien réalisée par l'entreprise jusqu'à fin 2023.

Au total, 400 ml ont été restaurés pour un montant de 600 000 € HT, hors dévoiement du collecteur de 1 200 cm.



L'Ondaine post travaux

SI C'ÉTAIT À REFAIRE :

- Une crue est survenue peu de temps après la fin du chantier. Une érosion s'est formée en rive gauche, en amont du pont. Une reprise d'ouvrage a été réalisée à l'été 2022 en interne.
- Une toile géotextile a été mise en place sur toute la hauteur du talus rive droite. Il aurait pu être envisagé de ne pas la positionner aussi haut.
- Les techniques mixtes semblent plutôt bien adaptées au secteur, car désormais l'Ondaine a de la place, et les vitesses d'écoulement seront moindres qu'avant travaux.

3 - AMÉNAGEMENT DE L'ONDAINE ET DE L'ONDENON À LA RICAMARIE

Le site de la Ricamarie est très fortement artificialisé et urbanisé. L'Ondaine passe au-dessus de la voie ferrée grâce à un pont-canal, avant une partie canalisée. Elle était couverte en plusieurs endroits sur plusieurs centaines de mètres. Le linéaire total du projet est de 600 m.

L'objectif principal du projet est de lutter contre les inondations. Pour cela, le chantier visait à :

- Découvrir l'Ondaine,
- Reconstruire un pont,
- Reprofiler et renaturer le lit et les berges,
- Améliorer l'aspect visuel global du site,
- Intégrer une voie cyclable.

Le passage sur le pont-canal ne pouvait pas être modifié et constituait la côte fixe de l'amont du projet. En aval, un seuil constituait la seconde côte fixe. Entre les deux, le projet a permis de découvrir le cours d'eau sur



plusieurs centaines de mètres. La pente globale étant trop importante, il a été choisi de créer une passe à poissons directement en aval du pont-canal afin de rattraper une pente plus douce sur le secteur réaménagé. Un nouveau lit a donc été créé à la sortie du pont-canal pour contourner plusieurs ERP communaux et retrouver un peu de place pour un lit élargi. Plusieurs ponts-cadres ont été mis en place pour permettre le passage des accès au bâtiment.

La partie aval du linéaire a été intégralement découverte afin de recréer un lit mineur plus sinueux et dont les berges ont été végétalisées (fascines en pied de berge, plantations d'arbustes dans le talus et d'arbres de haut jet en haut de talus). Sur certains secteurs, le profil très abrupt des berges ne permettait pas d'utiliser des techniques de génie végétal. Des enrochements ont dû être mis en place sur ces tronçons, afin de garantir la stabilité du talus. Par ailleurs, quelques seuils de fond en bois ont été installés afin de limiter les premières incisions constatées durant les travaux. Les matériaux du fond du lit étaient en effet très anthropiques et une crue décennale a déstabilisé le fond du nouveau lit avant la fin des travaux.

Au total, ce sont 600 ml qui ont été restaurés pour un montant de 3 000 000 € HT, y compris la reconstruction des ponts.

Un time lapse des travaux est disponible en ligne.

Vue d'ensemble après travaux



Vue aérienne post travaux du site de la Ricamarie

SI C'ÉTAIT À REFAIRE :

- Le déplacement du lit de la rivière dans une géométrie en dehors de son lit historique et à une altimétrie nouvelle, fait qu'elle coule sur un substrat totalement anthropique : le fond du lit a déjà largement évolué avec des incisions importantes. Une crue décennale (Q10), avant l'achèvement des travaux, a incisé le lit de 80 cm par endroits. Des seuils de calage en



rondins ont été ajoutés pour stabiliser le profil en long.

- Si la rivière est réinstallée sur un substratum de mauvaise qualité et/ou inadapté, il est préférable de prévoir une recharge du futur lit sur une épaisseur de 30 à 40 cm par des matériaux de type 0/250 (présence de petits, de moyens et de gros cailloux).
- Pour des raisons budgétaires, le seuil en aval n'a pas été équipé, ni effacé,
- Le tracé choisi n'a pas permis la réalisation de techniques végétale de partout,
- Le génie végétal est théoriquement bien adapté à ce cours d'eau, car les débits restent faibles, le site étant situé en tête de bassin versant de l'Ondaine, avant l'arrivée des principaux affluents,
- À cause de l'incision du lit, certaines fascines se sont retrouvées perchées : quid de leur survie ? Il faudra peut-être prévoir des plantations pour les suppléer,
- Un suivi environnemental a été mis en place à 1 an, 3 ans et 5 ans après travaux : CARHYCE et inventaire faune /flore.

APPROCHE GLOBALE D'UN SYNDICAT DE RIVIÈRE VIS-À-VIS DU GÉNIE VÉGÉTAL

ROMAIN PITRA - SM3A
& PIERRE-ANDRÉ FROSSARD - HEPIA GENÈVE

Créé en 1994, le SM3A gère le bassin versant de l'Arve, affluent de rive gauche du Rhône, de sa source dans le massif du Mont-Blanc à la confluence à la sortie de l'agglomération genevoise. 60 % du territoire se situe au-dessus de 1 000 m d'altitude, dont 20 % au-delà de 2 000 m. Il exerce la compétence GEMAPI sur l'ensemble du bassin versant depuis 2017 grâce à une équipe de 37 agents répartis en plusieurs pôles.

DU « TOUT ENROCHEMENT » À UNE DÉMARCHE GLOBALE ORIENTÉE VERS LE VÉGÉTAL :

La politique du syndicat a évolué au fil des décennies et trois grands virages ont été entrepris. Au cours des années 1990 régnait la politique du « tout enrochement » sous la maîtrise d'œuvre publique de la DDE.

Dans les années 2000, la loi MOP (1998) a facilité le développement d'ouvrages de génie végétal entre 2000 et 2005 grâce à une meilleure connexion entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre privée.

Puis au début des années 2010, le projet Interreg franco-suisse Génif'Alp en partenariat avec Inrae, Hepia Genève et l'ARRA², a donné l'impulsion décisive au développement des techniques de génie végétal sur le bassin. En repoussant les limites de l'utilisation du génie végétal en milieu torrentiel grâce à plusieurs chantiers pilotes sur l'Arve et sur les bassins versants d'autres partenaires, Génif'Alp a permis d'inverser complètement la tendance et de développer la culture du génie végétal. Ce projet a notamment permis d'améliorer les connaissances et d'abaisser la limite d'utilisation du végétal sur les berges, au détriment des enrochements.

Enfin, depuis 2019, une volonté de structuration globale de la filière locale du génie végétal s'est fait jour au sein du SM3A. De plus en plus d'ouvrages sont réalisés, par défaut en génie végétal et, si besoin, en techniques mixtes. Il a été décidé d'anticiper les différents travaux pour faire face aux besoins.



Exemple d'enrochements sur l'Arve

DÉVELOPPEMENT GLOBAL DE LA THÉMATIQUE « GÉNIE VÉGÉTAL »

Avec la prise de compétence GEMAPI sur l'ensemble du bassin versant en 2017, le syndicat s'est retrouvé confronté à la perspective de nombreux travaux à mener dans les 10 années suivantes, que ce soit des reprises de digues, des protections de berges, des travaux de renaturation ou de continuité. Face aux importants besoins à venir en matière de matériaux (végétaux) et de connaissances, un groupe de travail interpôles s'est structuré afin d'élaborer un programme d'actions.

Un programme ambitieux de formation en 4 sessions a été mis en place en interne avec Biotec en 2019 afin de permettre aux agents d'être les plus autonomes possibles sur leurs projets. Mais

le gros du travail mené concerne le développement des capacités d'autoproduction de végétaux par le syndicat afin d'alimenter en matériaux les futurs chantiers sur le territoire.

Pour cela, 5 actions ont lancées :

- La création de deux pépinières de saules et une pépinière d'hélophytes en interne,
- La mise en place d'une AMO pour la conception de mélanges grainiers avec Hepia Genève,
- La mise en production de graines « fleurs locales » avec ALVEOLE (association d'insertion),
- L'élaboration d'un plan de gestion et de prélèvements de saules en milieu naturel avec l'appui d'Hepia Genève,
- Des travaux de recherche sur les préférences alimentaires du Castor avec Inrae Grenoble.

CRÉATION DE PÉPINIÈRES DE SAULES :

Compte tenu de la diversité de milieux sur le territoire, le groupe de travail a souhaité créer deux pépinières de saules, l'une en plaine (450 m), l'autre en montagne (1 200 m, pour des écotypes d'altitude) de façon à développer des végétaux adaptés aux différents sites de plantation sur le territoire. L'objectif principal est de permettre une autoproduction de plants et de boutures de qualité pour différentes espèces utiles pour le génie végétal et de faciliter le prélèvement des saules en vue de futurs chantiers. Il s'agit également de favoriser le développement de certaines espèces de saules (*Myrsinifolia* par exemple), encore peu répandues sur le territoire, mais qui peuvent être très intéressantes en génie végétal.

La pépinière de Bonneville a également pour vocation de devenir un outil pédagogique sur le thème du génie végétal et d'exploiter des parcelles situées en zone inondable et menacées par le développement d'espèces invasives. Des placettes expérimentales ont été implantées à l'hiver 2019-2020 afin de tester le site pour différentes espèces de *Salix* : *cinerea*, *myrsinifolia*, *daphnoides*, *eleagnos*, *purpurea* et *triandra*.

À ce jour, environ 6 000 boutures de saules ont été plantées sur les placettes, dont un quart de *daphnoides*, et un suivi a été mis en place, le tout pour environ 52 000 € HT à la mise en place et 2 000 € HT/an d'entretien, subventionnés à 80 % dans le cadre du contrat de territoire Espaces Naturels Sensibles Alluvial. Le potentiel de production du site est estimé à 50 000 branches et 30 000 boutures tous les 2 ans. De quoi alimenter une partie des chantiers menés par le SM3A. On constate cependant une mortalité importante sur certaines bandes de production, soit du fait d'une mauvaise mise en œuvre, soit du fait d'une provenance des plants inadaptée, soit, ce qui semble être le plus probable, en raison de la sécheresse de l'été 2022. Les saules morts ont été remplacé au cours de l'hiver 2022-2023 et certaines bandes de productions complétées.

La pépinière des Contamines-Montjoie, quant à elle, située dans la plage de dépôt du Nant d'Armanchette a été ensevelie par une avalanche début 2022, suivie d'une très forte lave torrentielle au cours de l'été 2022. L'un des objectifs de cette pépinière était de préserver la plage de dépôt des plantes invasives par la concurrence des saules, tout en favorisant leur production sur un site facile d'accès. 4 000 boutures de saules ont également été plantées sur le site, notamment des *Salix daphnoides*, *eleagnos* et surtout *purpurea*, pour un total de 65 000 € HT, dont 15 000 € d'accompagnement et d'expertise d'Hepia Genève, le tout également financé à 80 %. L'objectif de production à échéance 2023-2024 était de 12 000 à 20 000 boutures tous les 2 ans. Il faudra attendre l'été 2023 pour observer les éventuelles reprises suite à ces puissants événements naturels destructeurs.





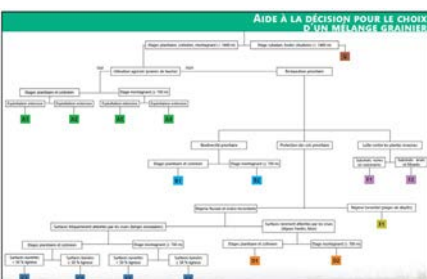
Pépinière d'hélophytes au siège du SM3A

CRÉATION D'UNE PÉPINIÈRE D'HÉLOPHYTES

Le siège du SM3A se situe sur une ancienne pisciculture. La création d'une pépinière d'hélophytes sur ce site permet de valoriser une partie des anciens bassins afin de favoriser à terme une autoproduction de matériaux de qualité, faciles à prélever. La pépinière a pour vocation de permettre la préfabrication de boudins d'hélophytes utilisables directement dans le cadre de chantiers, tout en créant un outil pédagogique sur le thème du génie végétal et en favorisant la filière des chantiers d'insertion de l'association

ALVEOLE. Deux bassins de l'ancienne pisciculture ont ainsi été plantés avec 15 000 plants de différentes espèces d'hélophytes en 2021 puis 10 000 plants en 2022. Un terrassement a été réalisé au préalable afin de réhabiliter ces deux bassins inutilisés depuis près de 50 ans. Au total, prélèvements et terrassements ont coûté 55 000 € HT, subventionnés en partie par le CTENS, auquel il convient d'ajouter 23 000 € HT/an de fonctionnement liés à la production des plants. Il s'agit désormais de produire environ 25 000 plants par an pour alimenter les chantiers locaux.

CONCEPTION DE MÉLANGES GRAINIERS



Afin de développer l'autonomie du syndicat et de ses agents vis-à-vis du choix des espèces herbacées et des mélanges grainiers, le SM3A s'est appuyé sur Hepia Genève dans le cadre d'une Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) pour élaborer une liste de mélanges grainiers adaptés à tous les cas de figure rencontrés sur le bassin versant de l'Arve (en fonction de l'usage prévu – agricoles ou restauration –, de l'étage et du régime du cours d'eau, de l'objectif visé...) et créer une clef de reconnaissance des espèces pour faciliter une utilisation de ces mélanges en autonomie.



Ensemencement hydraulique

Ainsi, 16 mélanges grainiers totalisant 113 espèces (37 poacées, 17 fabacées, 59 autres dicotylédones) ont été développés. Chacun de ces mélanges est composé au minimum de 12 espèces (mélanges plutôt « techniques ») et d'un maximum de 34 espèces (mélanges « de restauration » pour la recréation de zones humides par exemple). Une attention particulière a été portée sur la qualité des mélanges concernant à la fois le nombre d'espèces les constituant, le ciblage des espèces pour correspondre aux besoins et objectifs et la provenance des semences (avec un développement progressif des espèces natives d'origine locale).

PRODUCTION DE GRAINES D'ÉCOTYPES RÉGIONAUX, TYPE « FLEURS SAUVAGES »

Suite à la dynamique lancée précédemment par le projet Interreg franco-suisse « *Fleurs locales* » le SM3A participe à un nouveau projet de production de semences. L'objectif est de favoriser la production de graines locales de qualité sur le bassin versant, notamment de dicotylédones, et de simplifier l'approvisionnement de graines en privilégiant un seul interlocuteur, l'association ALVEOLE, qui porte localement un projet multi-acteurs de mise à disposition de terrains et de production de graines. Dans le cadre d'une Convention pluriannuelle d'objectif de 3 ans, le

syndicat favorise ainsi ce type de production et la confection de mélanges grainiers. L'association s'occupe de produire les dicotylédones en partie sur des parcelles à proximité de la pépinière d'hélophytes, se fournit en graminées chez un fournisseur, puis assemble les mélanges selon les besoins du SM3A.

Après une première année de mise en place, le dispositif donne globalement satisfaction. La part de contribution du SM3A dans le projet ALVEOLE s'élève à 67 500 € HT/an pour une production de base de 473 kg de mélange/an, dont 28 kg de dicotylédones.

PLAN DE GESTION DES PRÉLÈVEMENTS DES SAULES EN MILIEU NATUREL

Le syndicat a travaillé encore une fois avec Hepia Genève à l'élaboration d'un plan de gestion des prélèvements de saules en milieu naturel dans l'optique de favoriser le caractère « local » du matériel végétal et de garantir sa qualité. Il s'agit de faciliter le prélèvement en milieu naturel en matière d'accès et de proximité aux chantiers à alimenter, mais aussi et surtout de diversifier les sites de prélèvement afin d'éviter un épuisement de la ressource et d'en assurer une gestion à long terme. Cela permet encore une fois d'accroître l'autonomie du SM3A en matière de connaissances et de choix adapté des espèces à utiliser.

Ce plan de gestion s'appuie sur trois outils complémentaires utilisables par les techniciens : un SIG intégrant une cartographie des sites de prélèvement, un tableau de bord Excel synchronisé avec QGis et des fiches stations. Le coût de l'opération est de 24 000 € HT au total.

TRAVAUX DE RECHERCHE SUR LES PRÉFÉRENCES ALIMENTAIRES DU CASTOR

L'espèce est très présente sur le bassin versant de l'Arve et cause régulièrement des dégâts aux nouveaux ouvrages. Afin de limiter les dégâts futurs, le syndicat et Inrae Grenoble se sont lancés dans une expérimentation visant à identifier ses préférences alimentaires par la mise en place d'un site d'étude planté de 400 boutures de 9 espèces de saules différentes, en bordure d'un étang à proximité de l'Arve et protégé du gibier. Il s'agit d'observer son comportement vis-à-vis de sa nourriture préférée afin d'aboutir à des préconisations pour adapter le choix des saules utilisés et à la mise en œuvre d'actions pour éviter sa prédation (dispositifs de diversion avec appâts à proximité des ouvrages par exemple). Le SM3A a mis à disposition d'INRAE une surface d'environ 200 m² en bordure d'un de ses lacs et a financé le coût des installations nécessaires (clôtures, entretien) à hauteur de 5 000 € HT environ, subventionné en partie par le contrat CTENS.



Plantation expérimentale

LES PERSPECTIVES DE TRAVAIL POUR LE SYNDICAT :

Dans les années qui viennent, le SM3A envisage de poursuivre le travail engagé sur le sujet dans le cadre d'une vision de long terme. Il s'agira notamment de travailler sur la compatibilité du génie végétal avec les digues et du développement de préconisations générales d'utilisation de végétaux sur et à proximité des ouvrages. C'est le principal défi du syndicat.

Un travail sur l'amélioration des techniques mises en œuvre est également envisagé avec le test et l'utilisation de nouveaux matériaux tels que de nouveaux types d'agrafes ou de câbles. La question de la concurrence avec les plantes invasives est également en réflexion avec Inrae.

Sur le plan de l'approvisionnement en matériaux, le gros défi concerne les plants forestiers, car les pépinières environnantes ont de vraies difficultés à se procurer de bonnes graines, notamment locales. Il s'agira de favoriser le développement de cette filière dans les années qui viennent.

SYNTHÈSE DES CHANTIERS DU SM3A PRÉSENTÉS :

Le SM3A a mené de nombreux chantiers impliquant du génie végétal ces dernières années, dans des contextes très diversifiés (rivière de piémont, torrents, laves torrentielles...), avec des contraintes tractrices souvent très fortes. L'expertise acquise en interne, ainsi que les partenariats conclus avec des organismes de recherche et des associations permettent à l'équipe d'être relativement autonome dans l'élaboration de projets souvent complexes. La réussite de différents projets réalisés ces dernières décennies sur le territoire constitue une excellente vitrine pour le génie végétal et bat en brèche l'idée reçue d'une moindre efficacité des techniques végétales par rapport au génie civil, encore trop présent aujourd'hui sur de nombreux territoires.



Le Foron de Taninges en cours de travaux et post travaux

L'usage du génie végétal seul n'est pas toujours possible et le recours à des techniques mixtes est souvent privilégié afin, *a minima*, de fixer le fond du lit et/ou le pied de berge à l'aide de sabots en enrochement (cas du Foron de Taninges, du Borne à Entremont ou encore de la Morge à Saint-Gingolph) ou d'épis (le Borne à Entremont et l'Arve à Contamine sur Arve).

Cependant, la limite entre minéral et végétal est systématiquement abaissée au maximum des possibilités sur chaque projet à l'aide de techniques végétales du type lits de plants et plançons (l'Arve à Contamine, le Borne) ou couches de branches à rejets (le Borne). Le syndicat continue également à innover depuis les premières expérimentations du projet Génif'Alp en 2010-2012 avec des enrochements végétalisés jusqu'en pied de berge (le Foron de Taninges).



Le Borne avant travaux et post travaux



© SM3A / HEPIA



© SM3A / HEPIA

La Morge avant travaux et post travaux

L'utilisation de caissons bois et de treillages bois est également régulière sur des berges parfois abruptes (la Morge à Saint-Gingolph) ou dans des contextes ne permettant pas de coucher la berge (le Borne au Grand Bornand).

Malgré des contextes torrentiels, l'usage de fascines de saules est aussi répandu comme sur des ouvrages tels que le site de la Sardagne à Cluses (Arve) ou le Borne au Grand Bornand et à Entremont, ou même pour la végétalisation de la plage de dépôt du Nant d'Armançette aux Contamines-Montjoie. La plupart des aménagements mixent une partie en techniques mixtes et une partie purement « génie végétal ». Un gros travail de dimensionnement est enfin systématiquement effectué pour assurer une liaison de qualité entre les différentes parties des ouvrages et entre l'ouvrage et la berge non aménagée.

Sur le plan des végétaux, les techniciens du syndicat portent systématiquement une attention particulière à la biodiversité en multipliant les espèces herbacées et arbustives utilisées et en traitant de manière appropriée les espèces exotiques envahissantes. Les marchés publics de travaux incluent également le plus souvent une garantie de reprise des végétaux (2 cycles végétatifs) afin de favoriser la réussite des ouvrages.

On se reportera sur la présentation du SM3A pour le détail des différents sites présentés lors de la journée.

LISTE DES PARTICIPANTS

NOM	Prénom	Structure
AUBERT	Lucien	SMR BEAUJOLAIS
AUBERT-MOULIN	Julie	SYNDICAT DE RIVIÈRES LES USSES
AVARELLO	Thomas	APTV
BARBER	Mélanie	SM3A
BARRY	Renaud	S.I.A.B.H
BERRIER	Axel	SM3A
BESSON	Sébastien	SYMBHI
BEUVIER	Sarah	ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
BIENZ	Romain	ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
BORDAGE	Edith	SMAAA
BOUCHER	Alexandre	SM3A
BOUNAMOUS-DAUBLAIN	Frédéric	CABINET MERLIN
BOURON	Gaël	SYNDICAT DU PAYS DE MAURIENNE
BRIVET	Claire	SM3A
BUFFET	Alexis	CLUSTER EAU LÉMANIQUE EVIAN
BUISSON	Morgane	SYMBHI
BUSCAYLET	Yann	SAS HYDRETTUDES
CORNELOUP	Aloïs	SMAAA
COTTET	Marylise	CNRS - UMR 5600
DEDONDER	Eric	FLORE HAIES FAUNE
DELAGE	Valérie	VD SE&O
DIDIER	Marie	INRAE
DUBRUC	Gaëlle	SAS HYDRETTUDES
EVETTE	André	INRAE
FERRUT	Thomas	ARBRE HAIE FORET
FINIELS	Ludovic	SM3A
FOUGERE	Maxime	VALENCE ROMANS AGGLO
FOURCADE	Benoît	DYNAMIQUE HYDRO
FRANCOIS	Adeline	INRAE
FRENAY	Mathilde	SAS HYDRETTUDES
FROSSARD	Pierre-André	HEPIA GENÈVE
GLEIZE	Marine	THONON AGGLOMÉRATION
GRACZYK	Nicolas	SYNDICAT DU PAYS DE MAURIENNE
GUYONNAUD	Stéphane	SAS HYDRETTUDES
HUCHET	William	SYMBHI
HUYGHE	Ghislain	BIOTEC
JANDRAU	Laura	ARRA ²
JEAY	Bruno	DÉPARTEMENT DE LA LOIRE
KRIEG RABESKI	Pascal	DÉPARTEMENT DES HAUTES-ALPES
LANIEL	Baptiste	CABINET MERLIN
LEBLOIS	Solange	INRAE
MARCON	Manon	DÉPARTEMENT DE HAUTE-SAVOIE
MONSERAT	Arnaud	CABINET MERLIN
MORALES	Adonis	EPTB GARDONS
MORAND	Cyndie	SM3A

NOM	Prénom	Structure
MORITZ	Franck	PAYS DE GEX AGGLO
NEGRE	Pierre	EPTB GARDONS
NICOLET	Jérémy	EPAGE HAUT-DOUBS HAUTE-LOUE
PETITPREZ	Marion	GRENOBLE ALPES MÉTROPOLE
PEZET	Florent	SAFEGE
PITRA	Romain	SM3A
PLANTIER	Hugues	GRENOBLE ALPES METROPOLE
RENOU	Emmanuel	ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
RENOUARD	Chloé	ARRA ²
REZELMAN	Tanguy	VINCI CONSTRUCTION
ROSAY	Sophie	DDT73
ROUSSET	Juliette	INRAE
SAHUC	Amélie	THONON AGGLOMÉRATION
SAINT PIERRE	Jérémie	SM3A
SCHMITT	Emma	SAFEGE
SCHOOFS	Emilie	STREAM AND RIVER CONSULT
THEVENARD	Loïc	DDT SAVOIE
TOMSON	Thomas	STREAM AND RIVER CONSULT
TROTTET	Benjamin	SR3A
VALE	Nicolas	ARRA ²
VIAL	Michael	SAINT-ETIENNE MÉTROPOLE
VIGUIER	Benjamin	SINBIO SCOP
WLODARCZYK	Antoine	SUEZ CONSULTING
ZOUAOUI	Baadis	DYNAMIQUE HYDRO

L'Association Rivière Rhône Alpes Auvergne est un réseau d'acteurs pour la gestion globale des milieux aquatiques et de l'eau qui rassemble plus de 1500 professionnels afin de favoriser les échanges et mutualiser les expériences.

Pour répondre aux besoins de ses adhérents, l'ARRA² organise régulièrement des journées techniques d'information et d'échange.

Ces actes proposent une synthèse des journées « Génie végétal : état de l'art, perceptions et services écosystémiques » organisées les jeudi 2 et vendredi 3 juin 2022 à Thyez (74).



avec le soutien
financier de :



ASSOCIATION RIVIÈRE RHÔNE ALPES AUVERGNE
7 RUE ALPHONSE TERRAY > 38000 GRENOBLE
04 76 48 98 08 > ARRAA@ARRAA.ORG
WWW.ARRAA.ORG