



**HAL**  
open science

## **Travaux mécanisés avant régénération levant le blocage par la Fougère aigle**

Erwin Ulrich, Léon Wehrlen, Claude Becker, Thierry Sardin, Claudine Richter, Régine Touffait, Florian Baland, Didier François, Gwenaëlle Gibaud, Laurence Lefebvre, et al.

### **► To cite this version:**

Erwin Ulrich, Léon Wehrlen, Claude Becker, Thierry Sardin, Claudine Richter, et al.. Travaux mécanisés avant régénération levant le blocage par la Fougère aigle. 2015. <hal-02969716>

**HAL Id: hal-02969716**

**<https://hal.science/hal-02969716v1>**

Submitted on 16 Oct 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## TRAVAUX MÉCANISÉS AVANT RÉGÉNÉRATION LEVANT LE BLOCAGE PAR LA FOUGÈRE AIGLE

NOVEMBRE 2015

### CLÉ VALABLE POUR LA PLANTATION

Clé évolutive en fonction de l'acquisition de nouvelles connaissances, notamment dans le cadre du projet PILOTE<sup>1</sup>. Les techniques mécanisées conseillées constituent un premier cadre d'alternatives aux produits phytopharmaceutiques autorisés en forêt, notamment à l'asulame<sup>2</sup>.

Cette clé apporte **une aide à la décision** pour les prescripteurs et opérateurs ayant peu d'expérience dans le domaine des travaux mécanisés. Elle ne se substitue pas aux ITTs, mais apporte une solution là où aucune autre solution technique et économique satisfaisante et économique n'existe, en considérant le coût complet jusqu'à l'acquisition de la régénération (3 m). Ce guide ne traite pas tous les cas de figure potentiels (stations, essences, etc.). Il donne un cadre général.

#### PRÉAMBULE

En matière de régénération, les travaux préparatoires mécanisés sont, dans certaines situations, une contribution nécessaire à un renouvellement de qualité des peuplements forestiers. **Le travail mécanisé est recommandé dès que la surface occupée par la fougère dépasse 50 % de la surface totale à régénérer.**

#### CHOISIR LA BONNE MÉTHODE DE TRAVAIL

Le choix de la méthode de travail la plus adéquate passe par plusieurs diagnostics prenant en compte :

- > la hauteur de la fougère ;
- > la présence ou non d'autres espèces de végétation concurrente en lien avec la forme et la profondeur d'enracinement de la fougère ;
- > la nature du sol et sa compacité éventuelle nécessitant ou non un travail du sol complémentaire.

La réflexion sur le choix du schéma de plantation, dans le cas d'une régénération artificielle, s'effectue seulement après les 3 étapes, qui structurent le document. Des exemples de schémas sont donnés en fin de document.

#### CHOISIR LE BON OUTIL

L'outil principal pour bien maîtriser la fougère est le **scarificateur réversible®**, monté sur mini pelle. Selon les situations, il faut faire attention à la façon de travailler avec cet outil, qui sera différente selon la forme de l'enracinement (deux types distingués dans la clef - point 2). Selon le mélange de la fougère avec des graminées et le type d'enracinement de la fougère, il pourra être nécessaire d'utiliser successivement deux outils pour permettre de la maîtriser entièrement.

Dans toutes les situations, toute la biomasse aérienne et au moins 90 % de la biomasse dans le sol liée à la fougère est déposée et impérativement retournée, sur les côtés des lignes ou placeaux travaillés. Cela freinera les deux premières années la repousse latérale de la fougère. La largeur à dégager autour des futurs emplacements des plants augmente avec la hauteur de la fougère, afin d'éviter que les plants soient pliés ou cassés lorsque la fougère sénescence se couche en automne.

<sup>1</sup> Le projet multipartenaire PILOTE a pour objectif d'étudier et de comparer des méthodes innovantes pour effectuer des travaux préparatoires à la plantation (travail du sol et contrôle de la végétation).

<sup>2</sup> Usages orphelins.

Le passage du scarificateur réversible® peut être complété :

- > sur **sols hydromorphes** par un travail avec la technique 3B grâce au sous-soleur multifonctions (sur mini pelle pour placeaux), ou avec un tracteur et l'outil Culti 3B® (en ligne) pour fracturer le sol en profondeur (en moyenne 60 cm) et réaliser un bombé au-dessus du terrain naturel pour mettre les plants à l'abri de l'hydromorphie, notamment pendant la période hivernale ;
- > sur **sols non hydromorphes mais compacts**, par un sous-solage (sous-soleur multifonction® sur mini pelle pour placeaux ou avec un tracteur en ligne avec une dent de sous-solage type sous-soleur multifonction®) pour fracturer le sol en profondeur (une moyenne de 60 cm de profondeur doit être atteinte).

La pioche herse® est également employée dans un cas spécifique décrit au point 2.B11 et 2.B21, page 3.

Les coûts générés par l'emploi d'un ou de deux outils successifs, préconisés dans la clef, doivent être mis en balance avec l'économie qui pourra être réalisée sur les dégagements évités. Dans le réseau expérimental « Alter<sup>1</sup> », les premiers résultats en contexte fougère montrent que le travail mécanisé est plus économique que la méthode traditionnelle nécessitant des dégagements (cf. Auzuret et al., 2014).

## BIEN MAÎTRISER LES MÉTHODES PRÉCONISÉES

**IMPORTANT** : seule une formation spécialisée peut permettre aux opérateurs de s'approprier les méthodes de travail, prendre en main les outils et comprendre les gestes à réaliser en fonction des situations rencontrées.

# 1 | DIAGNOSTIQUE SUR LE TERRAIN : HAUTEUR DE LA FOUGÈRE ET LARGEUR / SURFACE À TRAVAILLER : (VOIR EXEMPLES ANNEXE 3 À 7)

| Hauteur maximale de développement de la fougère | Quelle largeur travailler ?  |
|---|--|
| < 50 cm   | <p>À <b>faible densité</b> de fougère : pas de travail nécessaire.</p> <p>À <b>forte densité</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un travail sur au plus un mètre de large sur la ligne est nécessaire</li> <li>- des potets individuels peuvent également être dégagés, afin de profiter d'un gainage ligneux présent</li> </ul>  |
| 50-100 cm                                       | <b>Travail en bande ou en placeaux</b> (taille selon les ITTS) : 1,2 à 1,5 m (largeur ou côté)   |
| 100-200 cm                                      | <p><b>Travail en bande</b> : 1,5 à 2 m de largeur<sup>(1)</sup></p> <p>Une zone de dépôt suffisante doit être prévue pour la fougère à extraire ; elle sera adaptée à la biomasse extraite pour suffisamment l'étaler et ne pas créer de butes trop hautes</p> <p><b>Pour les placeaux</b> : taille selon ITTS avec minimum 5 x 5 m (pour planter dans 4 x 4 m centraux)</p>   |
| > 200 cm  | <p><b>Travail en placeaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- taille selon ITTS avec minimum 7 x 7 m (pour planter dans 5 x 5 m centraux) ;</li> <li>- travail en plein à l'intérieur du placeau quel que soit l'écartement des plants</li> <li>- sur des sols de bonne à très bonne fertilité et en fonction de l'essence, donc de la croissance prévisible, la taille des placeaux peut être plus réduite, car les plants dépasseront en 2-3 ans la hauteur de la fougère (en prespectant le minimum de 7 x 7)</li> </ul> <p><b>Travail en bande</b> :</p> <p>Oblige plutôt à travailler en plein.</p> <p>Par exemple, une distance entre les lignes de 3 m permet de disposer de suffisamment de surface entre les lignes pour y mettre la biomasse enlevée.</p> |

<sup>(1)</sup> si l'écartement des lignes est de 2 m cela revient à un travail en plein dans l'interligne

## PRÉCONISATION POUR LES GRANDS PLACEAUX (≥ 7 X 7 M)

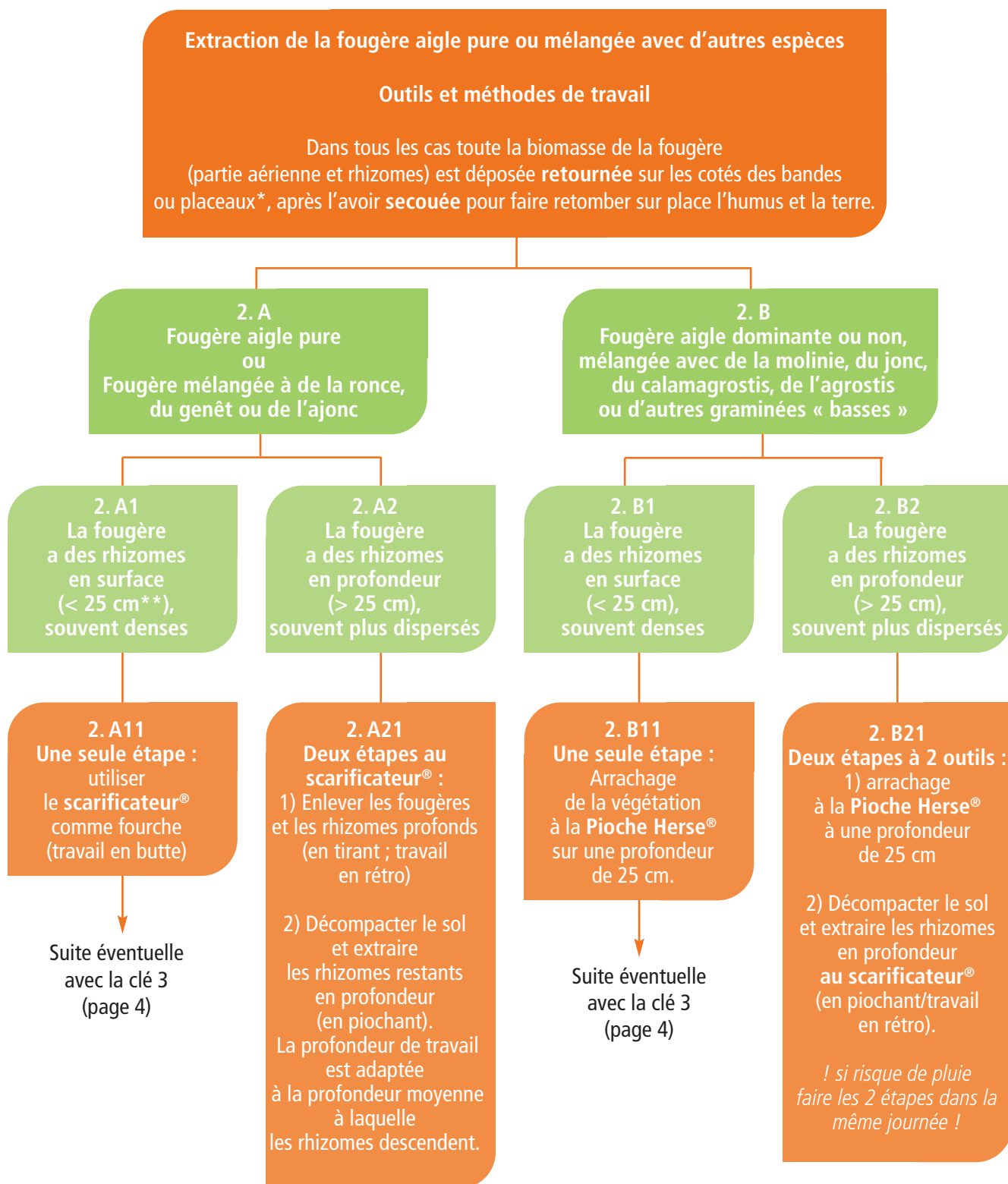
Si des placeaux d'au moins **7 x 7 m** sont réalisés, la biomasse sera déposée entre les lignes de plantations situées à l'intérieur

de ce placeau si l'interligne est de 2,5 m, sinon de chaque côté du placeau (celui-ci ne devra alors pas comporter plus de 5 rangées de plants).

<sup>1</sup> Projet ALTER = alternative aux herbicides en forêt

## 2 CHOIX DES OUTILS ET DU MODE OPÉRATOIRE EN FONCTION DE LA COUVERTURE VÉGÉTALE (FOUGÈRE PURE OU MÉLANGÉE) ET DES FORMES D'ENRACINEMENT

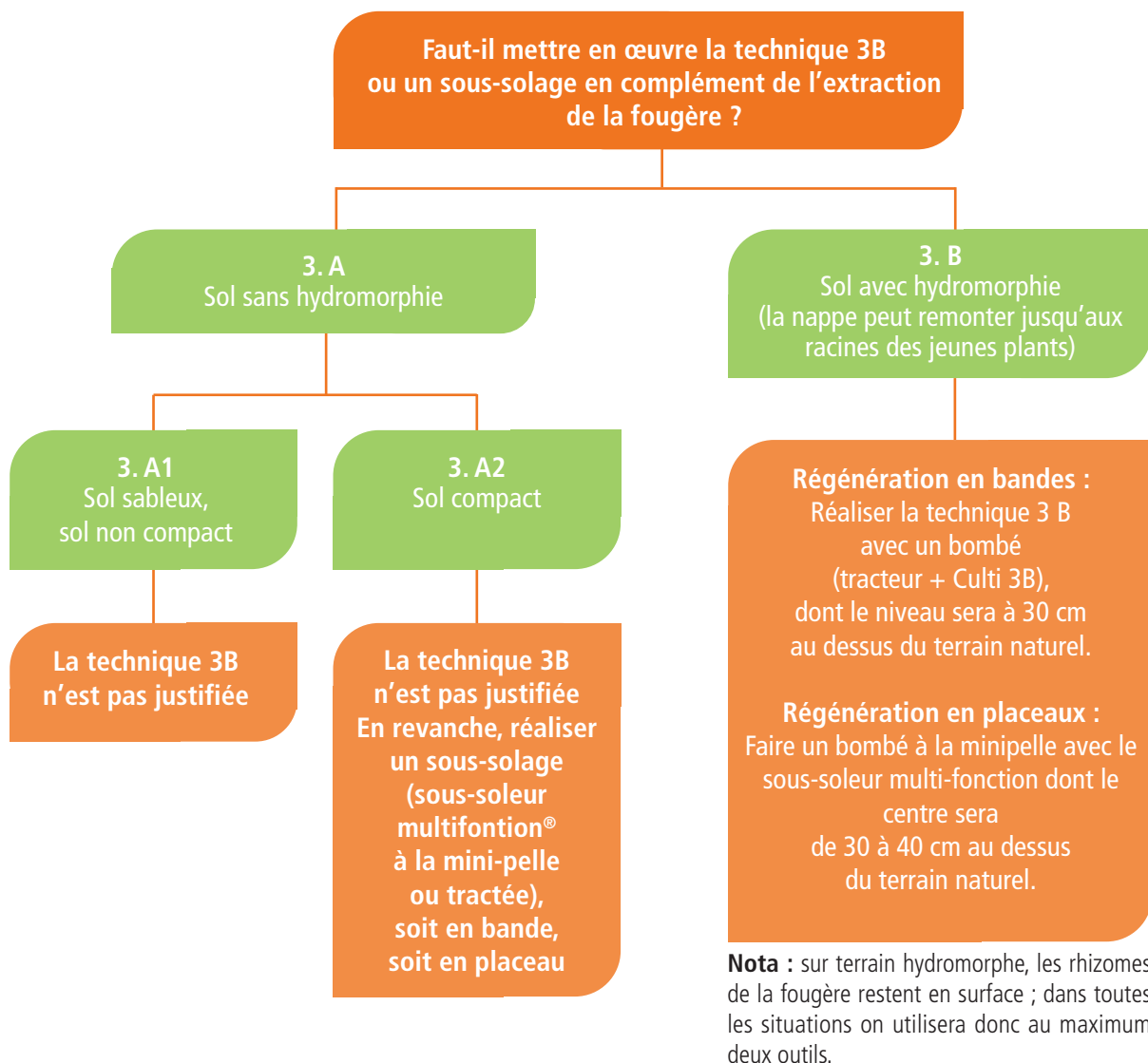
Dans tous les cas : travailler impérativement sur sol ressuyé, mieux sur sol sec.



\* Si des placeaux d'au moins **7 m x 7 m** sont réalisés, la biomasse sera déposée entre les lignes de plantations situées à l'intérieur de ce placeau

\*\* Le seuil de 25 cm vient de l'expérience pratique d'opérateurs ayant travaillé depuis longtemps en contexte de fougère

# 3 | APRÈS L'ARRACHAGE DES RHIZOMES DE FOUGÈRE, DANS QUELLES SITUATIONS FAUT-IL RÉALISER LA « TECHNIQUE 3 B » OU EFFECTUER UN SIMPLE SOUS-SOLAGE ?



## COMMENT RÉALISER LA TECHNIQUE 3B EN PLACEAUX ?

Dans les placeaux de taille jusqu'à 5 x 5 m, le bombé est réalisé à l'échelle du placeau. La base du bombé sera entourée d'un sillon qui permettra d'évacuer l'eau en excès (sinon création de véritables « piscines ») ; les placeaux doivent être reliés entre eux par un sous-solage de drainage réalisé au sous-soleur multi-fonction sur mini-pelle. Ce drainage sera relié au réseau

d'évacuation des fossés des parcelles. L'implantation des placeaux doit donc être orientée vers le réseau hydraulique existant.

Dans les placeaux de taille supérieure, le bombé sera uniquement réalisé sur les lignes de plantation situées à l'intérieur de ces placeaux pour garantir l'effet du billon et la mise hors eaux des plants.

## 4 | EN PLANTATION, QUEL SCHÉMA ADOPTER ?

Les schémas de plantation définis dans les ITTS (Itinéraires techniques de travaux sylvicoles) doivent être appliqués, que ce soit pour la plantation en ligne ou en placeaux.

Toutefois, lorsque le schéma de plantation prévoit une interligne de 2 m, il est impératif de mettre un cloisonnement sylvicole de 3 m entre lignes toutes les deux à quatre lignes pour y déposer les rhizomes extraits. Dans les placeaux cela revient à déposer la biomasse pour moitié de chaque côté en s'en tenant à des placeaux d'au plus 5 rangées.

Lorsque l'interligne est de 2,5 m ou plus, cette distance suffit pour y déposer les rhizomes extraits.

Les exemples ci-dessous sont donnés à titre indicatif :

**1** Parcelle avec fougère de 2 m prévue d'être plantée par placeaux en douglas : les deux tailles de placeaux prévus dans l'ITTS 3 DOU 4 sont compatibles avec l'arrachage de la fougère :

- 35 placeaux de 25 plants (5 x 5) espacés de 2,5 m, placeau de 13 m x 13 m ; le placeau lui-même pourra par exemple accueillir 5 lignes de plantation (voir annexe 5), c'est-à-dire que la biomasse totale de la fougère avec rhizomes est enlevée sur 12,5 m x 12,5 m et sera déposée entre les lignes de plantations de ce placeau ; il ne faut surtout pas chercher à déposer toute

la biomasse à l'extérieur de la surface ; la surface travaillée est de 55 % (annexe 6).

- 90 placeaux/ha de 9 plants (3 x 3) espacés de 2,5 m, placeau de 6 m x 6 m (voir annexe 4 : hauteur de la fougère 50-100, travail en placeau) ; la surface travaillée est de 32 %.

**2** Parcelle avec fougère de 0,8-1 m prévue d'être plantée en plein en pin sylvestre (voir annexe 3 : hauteur de la fougère 50-100, travail en bande) : les schémas de plantation prévus dans les ITTS 3 P.S 1 (guide Plaines du Centre et du Nord Ouest) et 3 P.S 10 (Massif Vosgien) sont compatibles avec l'arrachage de la fougère sous réserve de bien prévoir le cloisonnement sylvicole par élargissement d'une interligne sur quatre à 3 m (entraxe de 9 m) pour y déposer les rhizomes (recommandé en présence de végétation concurrente dynamique, ce qui est le cas avec la fougère) :

- la densité cadastrale résultante est de 2 222 plants/ha ;
- le linéaire de travail du sol est de 4 444 m/ha ;
- la surface travaillée est de 50 %.



Forêt domaniale d'Orléans, parcelle 174

## OBJECTIF DU TRAVAIL ET RÉPONSE À DES QUESTIONS FRÉQUENTES

### LES OBJECTIFS D'UN TRAVAIL MÉCANISÉ

L'objectif principal est de rendre le sol apte à la survie des plants. L'économie principale est la réussite du renouvellement, c'est-à-dire l'évitement d'échecs. Cet objectif peut être atteint en éliminant la fougère avant l'installation de la régénération de façon à réduire ensuite significativement le nombre de dégagements.

Outre l'élimination de la fougère aigle et d'autres végétaux pouvant avoir un effet bloquant sur la régénération, un travail du sol plus ou moins profond, selon les besoins, peut-être réalisé pour faciliter l'installation, l'enracinement et la croissance ultérieure des semis ou des plants.

Les premiers résultats d'expérimentation du réseau ALTER (INRA/MGVF/ONF/ALLIANCE) montrent que ces nouvelles techniques permettent de maîtriser la repousse de la fougère avec le scarificateur réversible® jusqu'à acquisition de la régénération, c'est-à-dire 3 m de hauteur (Auzuret et al., 2014).

### CE QU'IL FAUT/NE FAUT PAS FAIRE

Dans tous les cas, il ne faut pas travailler avec des outils coupants (par exemple charrue à disques, ou crochetage, ni se contenter d'un broyage, ou d'un dégagement à la débroussailleuse) car cela n'élimine pas la fougère, qui repousse ou est dynamisée. Il faut en revanche tirer, casser et faire une extraction maximale de rhizomes. Il faut supprimer l'adhérence des rhizomes. Les fragments tirés et cassés ne reprennent pas, ils pourrissent. Les fougères extraites doivent être retournées sur les bordures des andains. Le paillage ainsi constitué retarde la repousse.

## RÉPONSES À DES QUESTIONS FRÉQUENTES

### QUELS SONT LES PRINCIPAUX EFFETS DE LA FOUGÈRE AIGLE SUR LA RÉGÉNÉRATION ?

La fougère Aigle (*Pteridium aquilinum*) est une plante vivace qui se développe au printemps et consomme beaucoup d'eau jusqu'au début d'été, en exerçant donc une vive concurrence pour l'accès aux réserves en eau, vis-à-vis des semis naturels ou des plants. C'est une plante de lumière et de demi-ombre. Elle occupe entièrement l'espace aérien (concurrence lumière). Le tapis de frondes sèches, outre qu'il constitue un obstacle à la germination, provoque des déformations sur les jeunes plants ou semis par écrasement. Les rhizomes de fougère colonisent complètement le sol sur des épaisseurs variables pouvant aller de 10 à 80 cm et sont donc un frein à la germination ainsi qu'au développement racinaire des semis naturels et des plants. La fougère est aussi connue pour son allélopathie (ici : effet négatif sur la croissance des plantes de son entourage) (Dumas Y, 2002).

### POURQUOI UN TRAVAIL MÉCANISÉ CONTRE LA FOUGÈRE AIGLE AVANT RÉGÉNÉRATION ?

Les arguments principaux ayant conduit à chercher des solutions mécanisées sont :

- > la difficulté croissante d'avoir des autorisations de mise sur le marché, de distribution et d'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant la substance active asulame sélective de la fougère Aigle ;
- > l'engagement PEFC et ISO14001 de l'ONF visant à réduire l'impact environnemental dans toutes ses actions ;
- > le coût important des travaux de dégagements à faible valeur ajoutée : débroussaillage une à deux fois par an, bâtonnage répété des fougères, pénible pour les ouvriers sylviculteurs, broyage en hauteur avec une épareuse, etc., jusqu'à l'acquisition de la régénération à 3 m ;
- > l'apport d'amendement calco-magnésien (jusqu'à 7 tonnes/ha) fait encore l'objet de suivis, mais ne peut pas, pour l'instant, être recommandé comme solution.

### QUAND PLANTER APRÈS LE TRAVAIL DU SOL ?

Sur tout type de sol, le travail se fait le mieux en été, dès que le sol est bien ressuyé. La plantation se fera en automne ou en fin d'hiver. Sur sol limono-argileux ou plus argileux, on a intérêt à planter en fin d'hiver, après le passage du gel qui restructurera et affinera parfaitement les éléments du sol travaillé. Dans tous les cas, sauf sol sableux, il faut garder un laps de temps minimal de 2 mois entre le travail du sol et la plantation pour permettre au sol de se stabiliser. Sur sol sableux, on peut planter dès la fin du travail du sol sauf s'il y a un risque de gel hivernal important : dans ce cas on plantera en fin d'hiver.

### QUEL TYPE DE PLANTS UTILISER ?

Il n'y a pas de recommandation particulière concernant le type de plant si ce n'est le respect des préconisations des ITTS. Toutefois, ce type de préparation du sol est particulièrement adapté à la plantation de petits plants de qualité (tout en restant dans les âges et tailles recommandés, avec un fort diamètre de collet) quand c'est possible. Il y a là un gain économique possible : plants moins chers, système racinaire plus petit (donc habillage restreint), donc plus facile à planter dans un sol plus facile à ouvrir pour ces plants, moindre déformation racinaire lors de la plantation, permettant un développement racinaire plus équilibré par la suite.

### QUELLES SONT LES CONDITIONS D'UTILISATION DE LA MINIPELLE EN MONTAGNE ?

Dans le présent cadre, la minipelle peut être employée en montagne moyennant quelques précautions :

- > sécurité : utiliser le sabot de franchissement® pour que la minipelle garde son équilibre (sabot=3<sup>e</sup> point d'appui) ;
- > pente : ≤ 27° ;
- > encombrement : il faut qu'il y ait au moins des passages de 2 m de large entre les obstacles (arbres, rochers, ...).

En outre, il faut toujours travailler en montant. L'opérateur doit avoir une bonne connaissance de la minipelle (exclure les débutants) et du terrain. Il doit pouvoir deviner la nature du sous-sol en fonction de la végétation rencontrée pour éviter des glissements de l'engin

### QUELLE EST LA PRODUCTIVITÉ EN PLAINE ?

À l'heure actuelle, il est seulement possible d'indiquer des productivités à dire d'expert, car les méthodes préconisées font actuellement l'objet de suivi précis à un niveau opérationnel (cf. projet PILOTE) :

- > le travail par placeaux avec la minipelle (ex. : 5 x 5 m, à raison de 100 placeaux/ha en condition optimum) permet de réaliser de l'ordre d'un hectare en 1-1,5 jour ;
- > le travail avec la minipelle, peu importe avec quel outil (scarificateur, pioche herse, technique 3B avec sous-soleur multifonction) permet de réaliser en ligne (largeur de 1,5 m) en moyenne 100-120 m par heure machine effective (la moyenne se situe proche des 100 m/h.m.) ; pour 2,5 km de ligne de plantation/ha il faut donc environ 25 heures machine et pour 4,0 km environ 40 heures, donc 3,5 à 5,7 jours/ha ;
- > la technique 3B réalisée avec tracteur et l'outil Culti3B (utilisable uniquement en plaine et légère colline) permet de travailler au moins 1,1 à 1,2 km/heure machine (ce travail comprend deux passages de chaque ligne de plantation ; Ulrich et al., 2013) et dans la plupart des cas de l'ordre de 2 ha/jour.

### QUEL PRIX DE SOUS-TRAITANCE POUR CE TYPE DE TRAVAIL ?

Les prix de sous-traitance interne et externe (hors transport des machines) devraient, en principe, être comparables (année de référence : 2014, durée de travail prise en compte : 7 heures machine par jour).

### À PARTIR DE QUAND S'AMORTIRA CET INVESTISSEMENT ?

A titre de comparaison, un seul dégageement manuel, réalisé en sous-traitance interne par les équipes des agences travaux ONF coûte en moyenne entre 450 et 650 €/ha.

La préparation du sol, telle que décrite ci-dessus commencera à s'amortir si une à deux années de dégageements peuvent être évitées, c'est-à-dire après deux ans dans la plupart des cas. Lorsque la fougère est très dynamique, les dégageements classiques doivent se poursuivre parfois durant 4 ou 5 ans. Dans ce cas, le travail du sol réalisé avant régénération permet de réaliser une économie.

### COMMENT ORGANISER LE CHANTIER SI DEUX OUTILS DIFFÉRENTS DOIVENT ÊTRE UTILISÉS ?

Il est possible de faire passer une seule minipelle deux fois (un passage complet sur l'ensemble du chantier avec le premier outil, suivi par le deuxième), ou de faire intervenir deux minipelles de façon décalée mais quasi au même moment sur le chantier (il suffit que la première minipelle ait 2 heures de travail d'avance).

Si la technique 3B doit être réalisée avec tracteur et Culti 3B (travail en ligne uniquement), alors le travail avec la minipelle sur la fougère doit être entièrement terminé, car la vitesse de travail avec le tracteur dépasse très nettement celle avec la minipelle.

### FAUT-IL FAIRE DES PROTECTIONS CONTRE LE GIBIER ?

C'est le gestionnaire qui doit juger de la nécessité d'engrillager avant les travaux, de mettre des protections individuelles ou de ne rien faire. Les prix d'engrillagement étant très variables d'une région à l'autre, nous préférons ne pas indiquer ici un prix par hectare.

| Prix H.T./jour   | Prix au mètre linéaire | À l'hectare en ligne* | À l'hectare avec placeaux de taille ≤ 5x5 m** |
|--|------------------------|-----------------------|---|
| <b>Extraction des rhizomes (scarificateur ou Pioche Herse)</b> |                        |                       |   |
| 550-750 €/j  | 0,70-1,00 €/ml         | 1750-4000 €/ha        | 550-1500 €/ha                                 |
| <b>Méthode 3B avec minipelle et sous-soleur multifonction®</b> |                        |                       |   |
| 550-750 €/j  | 0,79-1,07 €/ml         | 1975-4280 €/ha        | 1375-1875 €/ha                                |
| <b>Méthode 3B avec tracteur et Culti3B®</b>                    |                        |                       |   |
| 550-750 €/j  | 0,07-0,11/ml           | 175-440 €/ha          |   |

\* Amplitude de la longueur totale des lignes de plantation/ha selon les ITTS : 2500-4000 m (interlignes de 4-2,5 m)

\*\* Pour des placeaux plus grands nous ne disposons pas d'assez d'expériences pour indiquer ici un prix avec suffisamment de certitude

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE LA FAÇON DE TRAVAILLER

Ne jamais utiliser plus de deux engins différents pour des raisons économiques, techniques et organisationnelles.



Présentation de l'engin avec tous les équipements : à l'arrière : sabot de franchissement® ; à l'avant : le scarificateur réversible®



Sabot de franchissement



Extraction de la fougère avec le scarificateur réversible (travail en rétro)



Couteaux latéraux®



Pioche Herse®



Scarificateur réversible® et arrachage de la fougère aigle

Photos : Léon Wehrlein/INRA

## FONCTION DU SABOT DE FRANCHISSEMENT® ET DES COUTEAUX LATÉRAUX®

Le sabot de franchissement écrase la végétation avant le passage de la pelle. Les couteaux fixés latéralement sur le sabot prédécoupent la surface à travailler jusqu'à une profondeur de 30 cm. Ce pré-découpage facilite l'extraction de la biomasse sur la zone à travailler.

*La largeur de travail en bandes de 1,2 à 2,0 m peut varier en fonction de la hauteur de la fougère et de la largeur de la minipelle.*

## FONCTION DE LA PIOCHE HERSE®

Cet outil permet d'arracher, à une profondeur de 25 cm (décompactage), une végétation mixte à dominance de graminée et fougères, y compris ses rhizomes. La biomasse arrachée est évacuée latéralement à la bande travaillée.

## FONCTION DU SCARIFICATEUR RÉVERSIBLE®

Cet outil est destiné à extraire les rhizomes de fougères sur la zone de travail pré-découpée. En travaillant comme une fourche (travail en butte), il permet de séparer par secouage l'humus et le sol minéral, des rhizomes. En travaillant en « rétro » il permet de bêcher jusqu'à 60 cm de profondeur.

**IMPORTANT** : les tapis de rhizomes sont ensuite évacués latéralement et retournés en bordure de la zone travaillée.

Si le sol doit être travaillé en profondeur, le scarificateur peut bêcher/piocher à une profondeur de 60 cm (décompactage).

## DÉFINITION DE LA « TECHNIQUE 3B » ?

L'expression « 3B » veut dire : billon - bombé - Becker. Cette technique peut être réalisée soit :

> avec une minipelle et le sous-soleur multifonction®, soit ;

> avec tracteur et l'outil Culti3B.

Concrètement il s'agit d'un travail de décompactage du sol en profondeur jusqu'à 60 cm de profondeur sans mélange des horizons profonds, sur une largeur de 1,20 à 1,50 m. Au-dessus, un billon bombé est réalisé d'environ 20-30 cm au-dessus du terrain naturel. Ce dernier est utile dans les sols à hydromorphie importante.

## TECHNIQUE 3B DANS LE CONTEXTE FOUGÈRE

Avant de pouvoir réaliser cette technique il est nécessaire d'extraire la fougère, ce qui nécessite deux passages successifs de deux outils :

- 1) Sur minipelle : scarificateur réversible ou pioche herse pour extraire les rhizomes des fougères.
- 2) Technique 3B comme décrit ci-dessus.



Sous-soleur multifonction®



Réalisation avec minipelle et sous-soleur multifonction®



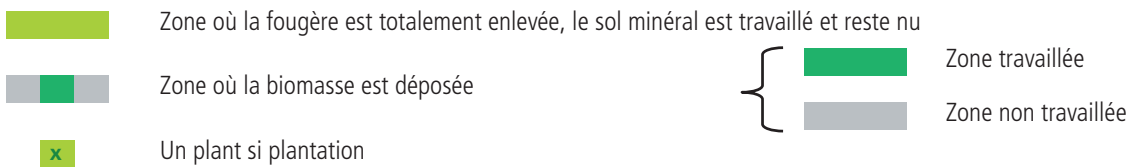
Outil Culti 3B (dent de sous-solage et 4 disques)



Réalisation avec tracteur et outil Culti 3B®

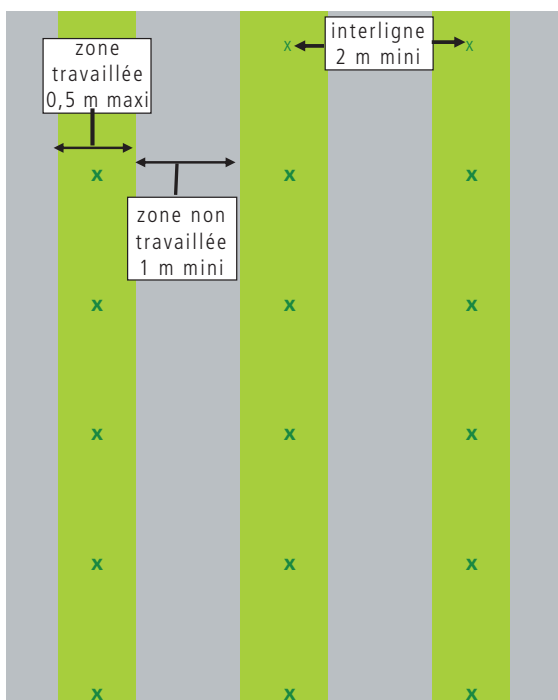
## EXEMPLE D'ORGANISATION SPATIALE DES TRAVAUX EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE LA FOUGÈRE

### TRAVAIL EN LIGNE, HAUTEUR FOUGÈRE < 50 CM OU 50-100 CM



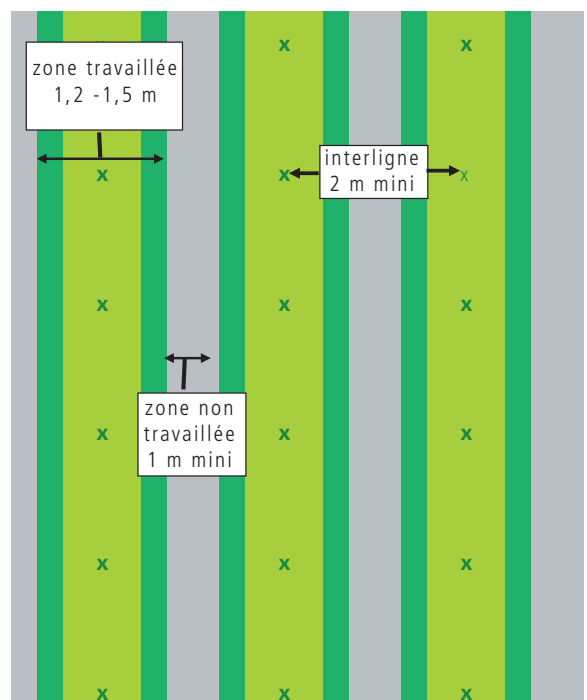
Hauteur de la fougère < 50 cm  
(si forte densité)

#### Travail en ligne



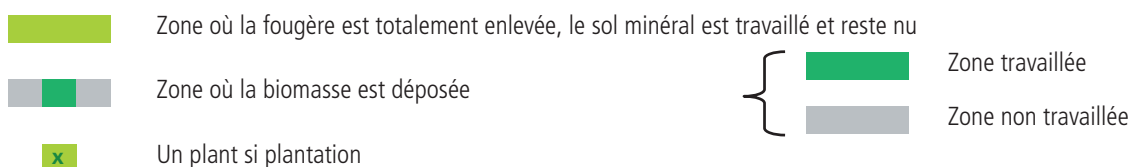
Hauteur de la fougère 50-100 cm

#### Travail en ligne



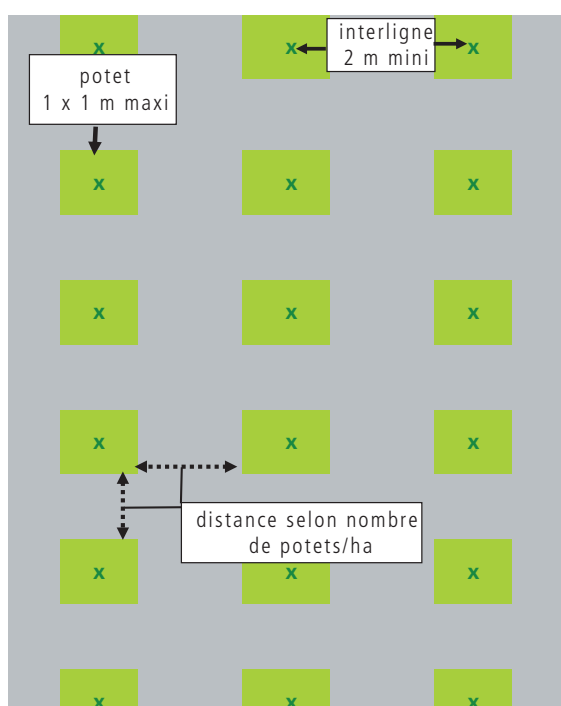
## EXEMPLES D'ORGANISATION SPATIALE DES TRAVAUX EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE LA FOUGÈRE

### TRAVAIL EN POTET OU PLACEAU, HAUTEUR FOUGÈRE < 50 CM OU 50-100 CM



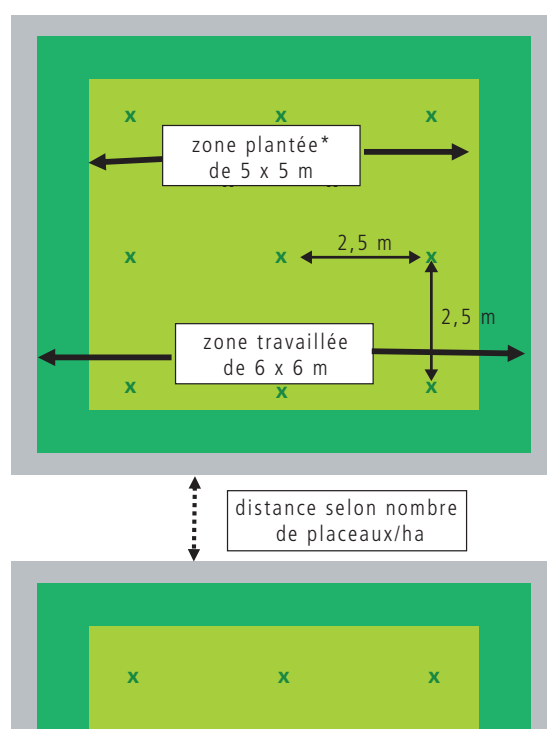
Hauteur de la fougère < 50 cm  
(si forte densité)

#### Travail en potet



Hauteur de la fougère 50-100 cm

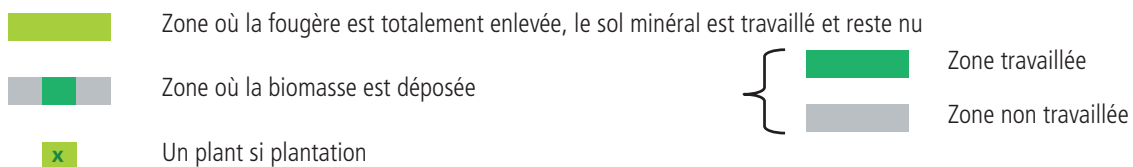
#### Travail en placeau



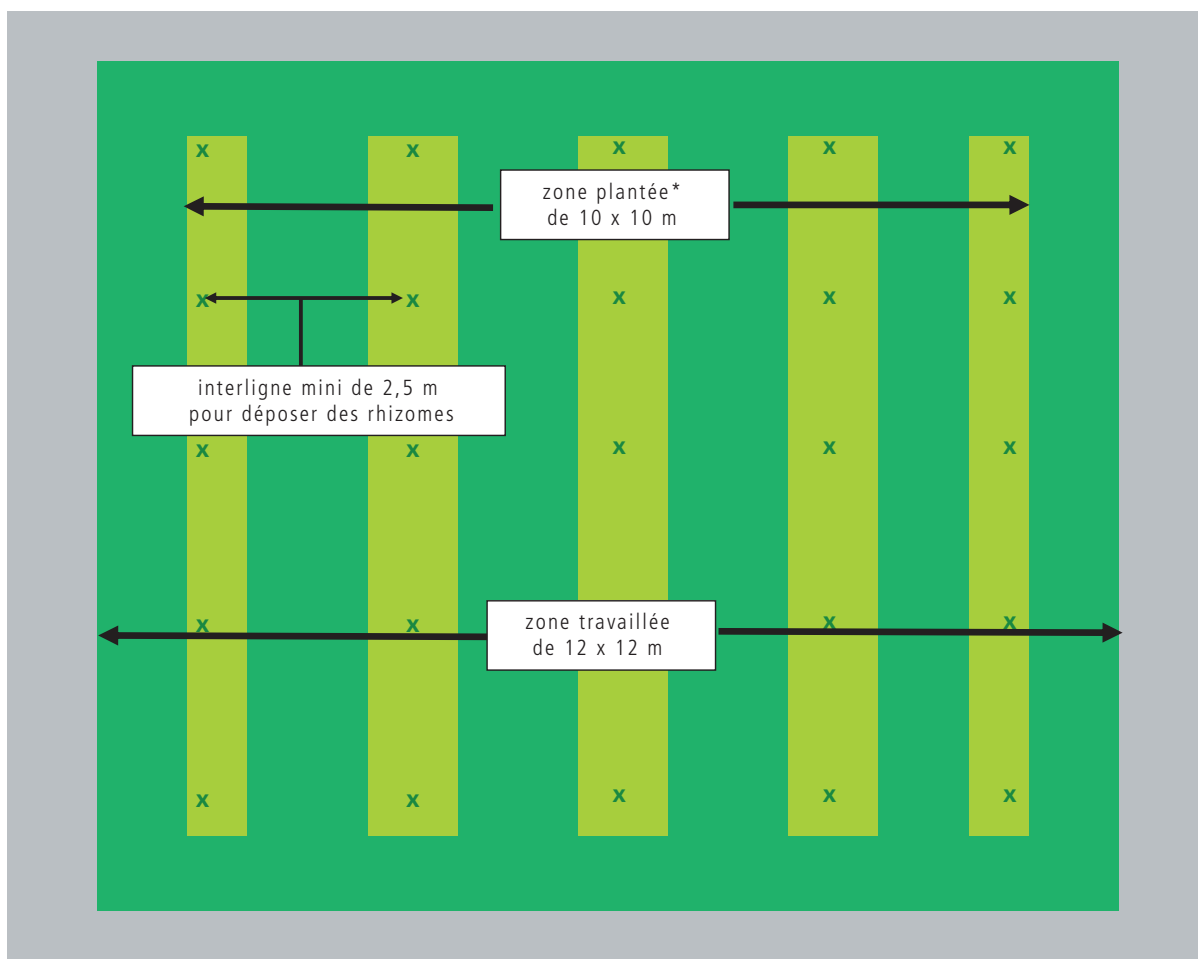
\* ou éventuellement en régénération naturelle

## EXEMPLES D'ORGANISATION SPATIALE DES TRAVAUX EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE LA FOUGÈRE

### TRAVAIL EN PLACEAU, HAUTEUR FOUGÈRE > 200 CM



#### Travail en grands placeaux




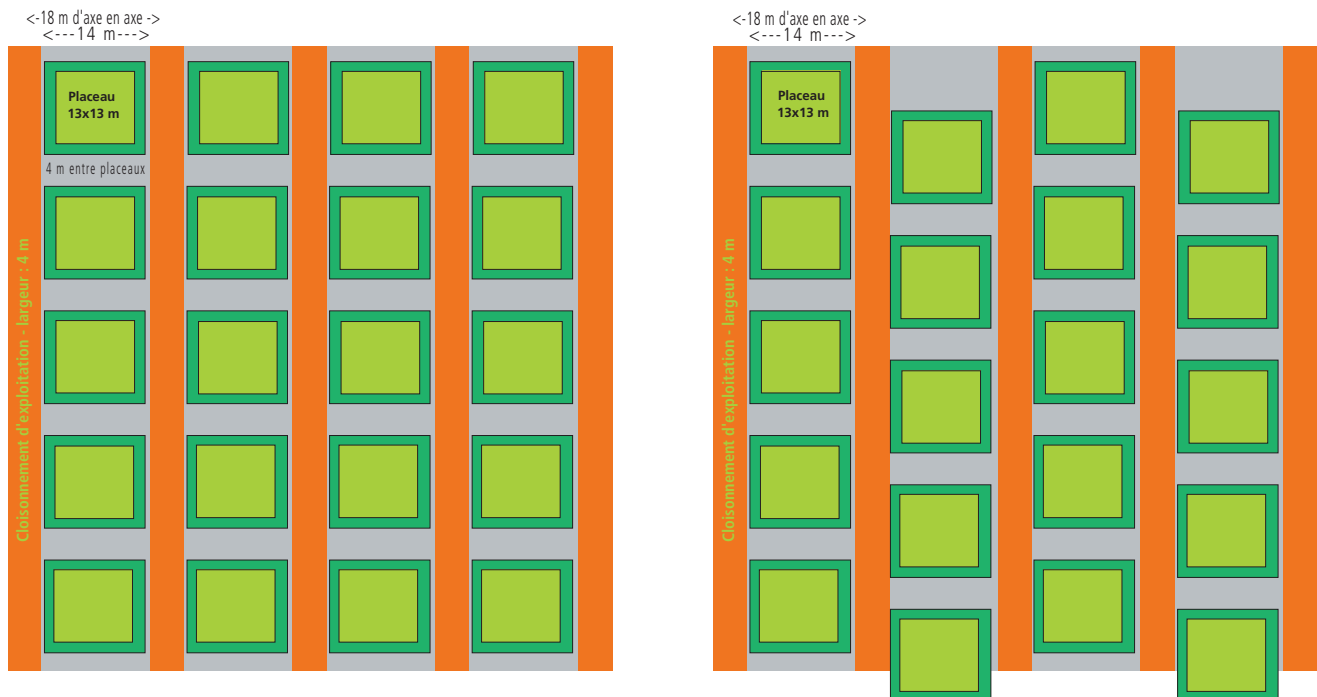
\* ou éventuellement en régénération naturelle

## EXEMPLE D'ORGANISATION SPATIALE DU TRAVAIL SUR GRAND PLACEAU, CONVENANT À L'ITTS 3 DOU 4

EXEMPLE ITTS 3 DOU 4 : 35 PLACEAUX/HA (5915 M<sup>2</sup>) HAUTEUR DE LA FOUGÈRE : 200 CM, PLACEAUX TRAVAILLÉS DE 13 X 13

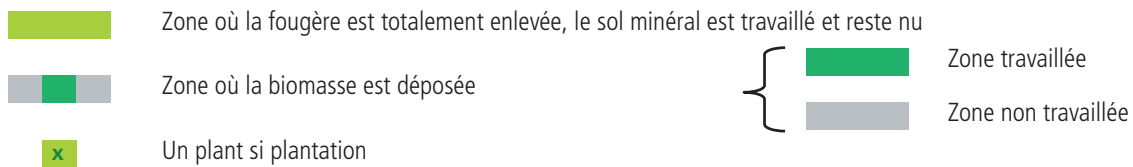
### Deux possibilités d'organisation des placeaux

 = surface non dégagée de la fougère

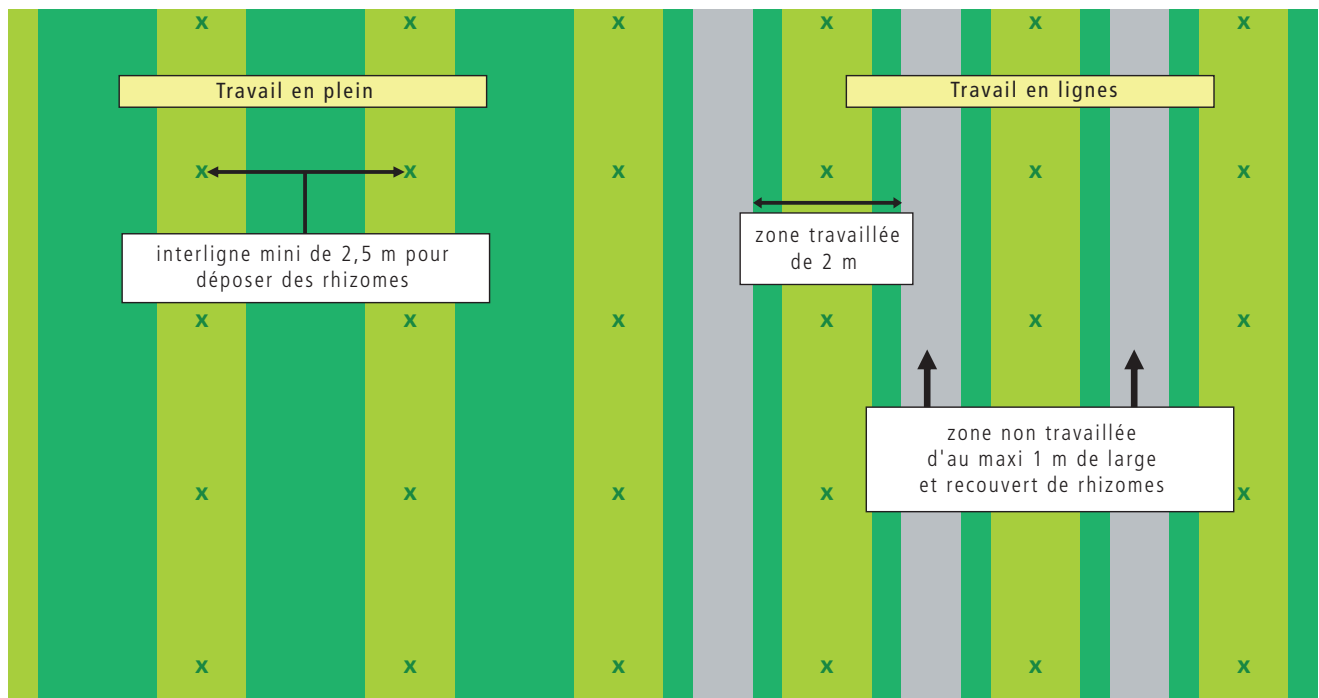


## EXEMPLES D'ORGANISATION SPATIALE DES TRAVAUX EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE LA FOUGÈRE

### TRAVAIL EN LIGNE, HAUTEUR FOUGÈRE > 200 CM



#### Travail en lignes : deux possibilités



## COMMENT CONTRÔLER LA QUALITÉ DU TRAVAIL RÉALISÉ ?

### LE CONTRÔLE DOIT SE FAIRE EN PLUSIEURS ÉTAPES

- 1 Lors du démarrage du chantier.
- 2 Pendant l'exécution du chantier.
- 3 À la fin du chantier, lors de la réception.

### 1 CONTRÔLE À FAIRE LORS DU DÉMARRAGE DU CHANTIER

- a. Vérifier que l'opérateur a bien reçu une formation spécifique sur les outils à mettre en œuvre (certificat de formation).
- b. Vérifier que les outils qui seront mis en œuvre sont ceux d'origine (exclure toutes les contrefaçons dès le départ !).
- c. Vérifier la cohérence des outils avec les types de travaux commandés. Faire réaliser par l'opérateur le travail prévu sur une petite surface de « mise au point » pour voir si cela correspond au travail attendu : observer et mesurer la surface ou largeur travaillée, l'exhaustivité de l'enlèvement de la biomasse aérienne et des rhizomes (en surface et en profondeur), la profondeur travaillée (avec un jalon), le nombre de répétitions des gestes pour la fracturation en profondeur (lors d'un simple décompactage). Si nécessaire corriger les détails en lien avec les conditions observées et revérifier la bonne prise en compte par l'opérateur, avant la mise en route définitive.
- d. Vérifier que le secouage de la biomasse extraite est suffisant (en particulier sur sol à matrice limoneuse) pour que le moins de texture « fine » est exportée sur l'andain, sinon celui-ci prend des proportions, ne permettant plus de respecter le schéma initial des largeurs de l'andain.
- e. Vérifier que les plaques de rhizomes sont toujours retournées sur l'andain, sinon on perd une partie de l'effet de paillage et les rhizomes non retournés peuvent repousser au lieu de sécher.
- f. S'il y a réalisation de la technique 3B (décompactage en profondeur et, si nécessaire, réalisation d'un bombé) :
  - i. **avec mini-pelle et sous-soleur multifonction** : vérifier le nombre de répétitions des gestes pour la fracturation en profondeur et la profondeur travaillée (toute la dent doit en principe être enfoncée). Lors du travail en ligne, au moins trois passes en profondeur sur des largeurs de 120-150 cm doivent être faites avec le sous-soleur multifonction ; chaque passe est décalée de 40-50 cm sur la même ligne perpendiculaire à la ligne de plantation (une passe sur la future ligne de plantation et une passe sur chaque côté). Lors du travail en placeau, il faut s'assurer que la fracturation est faite en décalant le sous-soleur multifonction à chaque fois de 40-50 cm, et ceci sur toute la surface. Vérifier que le bombé soit régulier et dépasse effectivement le niveau du terrain naturel d'au moins 20 cm ;
  - ii. **avec tracteur et outil Culti3B** : d'une part, il faut s'assurer que la dent de sous-solage est complètement enfoncée pendant tout le trajet. Si elle ne l'est pas, alors aussi bien la fracturation en profondeur ne sera pas faite correctement, que le travail des 4 disques pour constituer le

bombé (les disques resteront plus au moins en l'air). D'autre part, il faut s'assurer que l'opérateur gère bien l'avancement de l'outil de manière à ce que (1) la dent de sous-solage soit toujours située au milieu de la bande à travailler et (2) les deux disques extérieurs travaillent bien le sol minéral dégagé auparavant et restent donc à l'intérieur de la bande. Il faut surtout éviter que les disques mordent sur les parties de fougère non-dégagées et ramènent donc des rhizomes dans les bandes dégagées (éventuellement en limitant le battement des disques avec des cales en bois). Vérifier que le bombé est régulier et dépasse effectivement le niveau du terrain naturel d'au moins 20 cm.

### 2 CONTRÔLE À FAIRE PENDANT L'EXÉCUTION DU CHANTIER

- a. En fonction de la durée prévue du chantier, il est utile de faire des contrôles au moins après le premier et deuxième tiers, afin de pouvoir rectifier éventuellement le travail
- b. À chaque visite du chantier, il faut contrôler :
  - i. les surfaces ou largeurs et longueurs (bandes) travaillées ;
  - ii. l'exhaustivité de l'enlèvement de la biomasse aérienne et des rhizomes avec le scarificateur réversible® ou la pioche herse®
  - iii. la profondeur travaillée (avec un jalon, procéder par échantillonnage sur toutes les surfaces travaillées) ;
  - iv. s'il y a réalisation de la technique 3B (décompactage en profondeur et, si nécessaire, réalisation d'un bombé) : idem point 1 f i et ii ;
  - v. sur sols hydromorphes avec technique 3B : vérifier que les placeaux soit relayés entre eux ou qu'en bout des lignes travaillées l'évacuation de l'eau drainée en profondeur puissent soit se faire naturellement en bas de pente, soit que la connexion entre chaque ligne avec un fossé de drainage a bien été faite.

### 3 CONTRÔLE À FAIRE À LA FIN DU CHANTIER, LORS DE LA RÉCEPTION

- a. Revérifier les points 2b i, ii, iii et v. Et si nécessaire, faire refaire le travail qui n'a pas été correctement fait, dans la mesure des possibilités techniques possibles après coup (c'est pourquoi le contrôle au démarrage et pendant l'exécution du chantier est primordial).

## AUTEURS<sup>1</sup>

Erwin Ulrich, Léon Wehrlen<sup>2</sup>, Claude Becker<sup>3</sup>, Thierry Sardin, Claudine Richter, Régine Touffait

Florian Baland, Didier François, Gwenaëlle Gibaud, Laurence Lefebvre<sup>4</sup>, François Lehmann, Laurent Lèveque, Pierre-Yves Morice, Jérôme Piat, François Poupart, Jean-Pierre Thomassin, Bernard Viry.

<sup>1</sup>À l'exception de <sup>2</sup> à <sup>4</sup>, tous les autres auteurs appartiennent à l'ONF

<sup>2</sup>INRA-Nancy, équipe MGVF (Mission gestion de la végétation en forêt)

<sup>3</sup>Société Claude Becker, développement et formation

<sup>4</sup>Anciennement ONF, chef du département forêt, DFRN, aujourd'hui CGAAER, MAAF



Fougère aigle

## REMERCIEMENTS

Les bases de cette clé ont été jetées lors d'une réunion du groupe de travail ONF-MGVF-FCBA sur la « Maîtrise des méthodes de préparation du sol avant régénération naturelle ou plantation » qui s'est tenue à Compiègne les 25 et 26 mars 2013. Cette clé a ensuite été adaptée au contexte ONF par les auteurs. Nous remercions les membres de ce groupe de travail pour leurs contributions très utiles.

## BIBLIOGRAPHIE

Auzuret X., Gibaud G., Piat J., Wehrlen L., Collet C., Richter C., Girard Q., Fraysse J.-Y., 2014 : Contrôler la fougère aigle sans asulame : quelles méthodes alternatives pour réussir les plantations ? Rendez-Vous Technique de l'ONF, n°43, p.22-32.

Duez F., Wehrlen L., Collet C., 2014 : La mini-pelle 2,5t à 6t. Porte-outil pour la gestion de la végétation concurrente et de préparation du sol. Fiche technique INRA MGVF - ONF, 6 p.

Duez F., Wehrlen L., Collet C., 2014 : Le scarificateur réversible®. Outil de gestion de la végétation concurrente et de préparation du sol. Fiche technique INRA MGVF - ONF, 6 p.

Duez F., Wehrlen L., Collet C., 2014 : Le sous-soleur multifonction®. Outil de gestion de la végétation concurrente et de préparation du sol. Fiche technique INRA MGVF - ONF, 6 p.

Dumas Y., 2002. Que savons-nous de la fougère aigle ? - Revue forestière française, vol. 54, n° 4, pp. 357-374.

Forêt-Entreprise, n°221 de mars-avril 2015 : Dossier « Fronde contre la fougère aigle », contenant 7 articles, pp. 16-56.

Ulrich E., Becker C., Franco J.-P., 2013 : Délimitation du champ de travail optimal du Culti3B. Synthèse machine et résultats du travail du sol du projet R&D ONF/Grenier-Franco/C. Becker - 2012/13. Rapport ONF, 65 p.

Ulrich E., Richter C., Poupart F., Becker C., Franco J.-P., 2014 : Travail des sols compactés, tassés ou hydromorphes avant régénération : technique 3B réalisée soit avec minipelle et sous-soleur multifonction®, soit avec tracteur et outil Culti 3B®. Fiche Outil et Information Technique et Financière - Mécanisation forestière n°4, 11p.

Wehrlen L., 2009 : Mieux planter ! La technique « 3B » élimine la végétation et décompacte le sol en une seule opération. Rendez-Vous Technique de l'ONF, n°25-26. p.7-12.