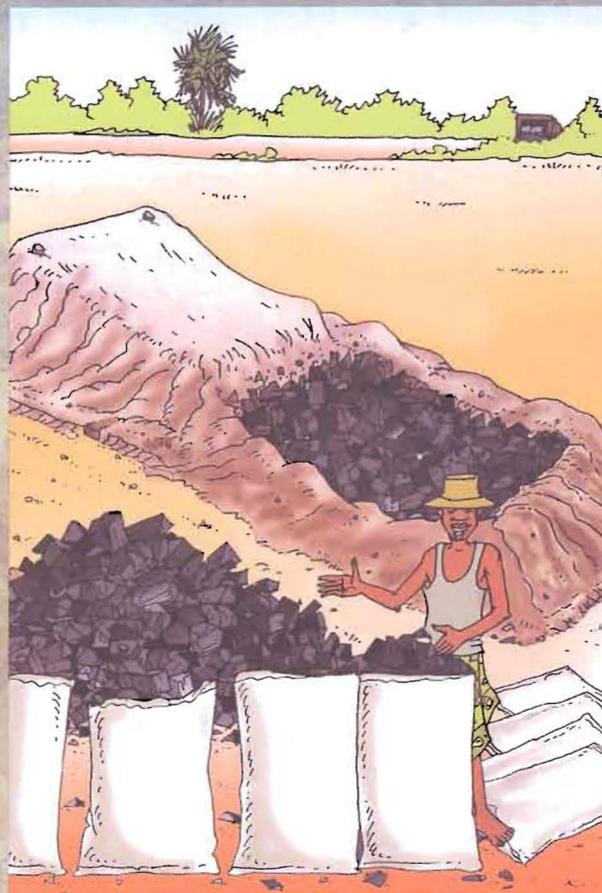
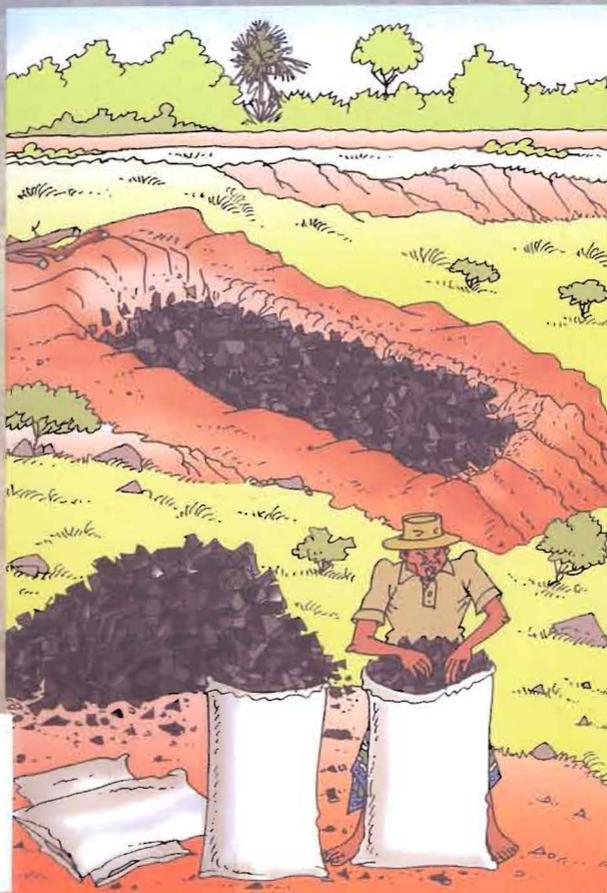


Bonnes pratiques de

CARBONISATION À MADAGASCAR



Un document réalisé
dans le cadre du projet
CARAMCODEC
CARbonisation AMéliorée
et COntôle forestier
DECentralisé à Madagascar



Avec le soutien de :

Intelligent Energy Europe

WWW.CARAMCODEC.COM

La diminution de la couverture forestière de Madagascar estimée actuellement à 13 millions d'hectares, est évaluée à 1,39% par an et est considérée comme étant l'une des plus alarmantes par rapport aux autres pays tropicaux. Chaque année, plusieurs dizaines de milliers d'hectares quelque 200 000 hectares de forêts disparaîtraient à causes notamment : a) de la surexploitation de cette ressource pour les besoins en bois de construction, bois d'œuvre, bois de service et bois énergie ; b) des défrichements de vastes étendues au profit des cultures vivrières et de rente (riz, maïs, etc.) ; et c) des feux de brousses et autres feux de végétation.

Les combustibles d'origine ligneuse tels le charbon de bois et le bois de chauffe demeureront longtemps les sources d'énergie au foyer pour la plupart des familles malgaches et cette énergie traditionnelle ne pourra, pour de multiples raisons économiques, sociales ou simplement culturelles être concurrencée par celle des autres types tels que le gaz, le pétrole lampant, l'électricité, l'éolienne et le solaire. Malgré la prolifération des recherches et actions sur les tentatives de substitution des combustibles ligneux par la valorisation des biomasses et des déchets d'origine végétale, le charbon de bois constituera la principale source d'énergie pour la satisfaction, à court et moyen terme, des besoins en énergie domestique. Cependant, pour l'obtention du charbon de bois, aucune espèce végétale n'est épargnée. Le rendement des fours traditionnels de production de charbon de bois est médiocre et aggrave de ce fait l'effet destructeur de l'exploitation forestière pour l'approvisionnement en énergie domestique notamment des centres urbains. La carbonisation demeure une menace réelle pour la survie de la diversité biologique, notamment végétale. L'adoption des techniques et pratiques améliorées de carbonisation par les charbonniers producteurs de ce combustible, devenu un produit de première nécessité pour la majorité des ménages malgaches n'est plus à démontrer pour pallier à cette situation alarmante. En effet, l'application de ces techniques et pratiques doublerait le rendement à la carbonisation des meules et fours traditionnels et contribuerait à la réduction de moitié des surfaces de forêt coupées pour la fabrication du charbon de bois.

Cet effort cadre bien avec les politiques du gouvernement qui sont inscrites dans le Madagascar Action Plan (MAP) prévu pour la période 2007-2012. La promotion de l'utilisation d'énergie alternative et l'appui à l'usage des techniques améliorées de carbonisation y sont mentionnés dans le défi n°2 : Réduire les processus de dégradation des ressources naturelles de l'engagement 7 : Prendre soin de l'Environnement. La réduction des effets négatifs sur nos ressources forestières dus à l'utilisation de charbon de bois est aussi envisagée dans son engagement n°2 : Infrastructure reliée, défi n°4 : Assurer un approvisionnement d'énergie adéquat, à coût abordable et compétitif.

Le présent ouvrage se veut un véritable guide pratique de production du charbon de bois à Madagascar. Il a été rédigé suite à l'expérience acquise par le FOFIFA dans la région Boeny depuis les années 2000 et la mise en œuvre par les administrations chargées des forêts et de l'énergie du Projet Energie Domestique Mahajanga. Avec le projet CARbonisation AMéliorée et COntôle forestier DECentralisé, le cadre de formation des charbonniers pour l'amélioration des rendements a encore été renforcé et mis en pratique. Dans les centres de formation d'Ambondromamy et d'Ambalakida, plus de 400 charbonniers ont bénéficié de formations pour de meilleures pratiques de carbonisation.

Que ces expériences puissent être bénéfiques pour les autres régions de l'île !

Directeur Général du FOFIFA



RAZAFINJARA Aimé Lala

RAZAFINJARA Aimé Lala, PhD.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

CIRAD



0000118214

SOMMAIRE

	Page
Introduction	5
Législation sur l'exploitation du charbon	6
PHASE 1	
« Matière première » : exploitation et séchage	9
1. Délimitation de la forêt à exploiter	9
2. Quotas de production	9
3. Préparation du site de carbonisation	11
4. Abattage et récolte du bois	13
5. Séchage du bois	15
PHASE 2	
« Meule » : montage de la meule et allumage	17
6. Marquage et orientation de la meule	17
7. Marquage et orientation de la meule	19
8. Préparation des événements	21
9. Recouvrement de la meule	23
10. Allumage de la meule	23
PHASE 3	
« Charbon de bois » : conduite, défournement, mise en sac et commercialisation	25
11. Conduite et surveillance de la carbonisation	25
12. Extinction du feu	27
13. Défournement du charbon produit	29
14. Outils de production	29
Projet CARAMCODEC	30

Ce vade-mecum présente un ensemble de bonnes pratiques de carbonisation en meules visant à augmenter l'efficacité de la production de charbon de bois à Madagascar. Les améliorations proposées se focalisent sur 6 éléments de base :

- 1) le séchage préalable du bois qui permet une diminution du temps de carbonisation et facilite la carbonisation de la charge de bois ;
- 2) l'orientation de la meule et l'emplacement de la bouche d'allumage par rapport au vent dominant qui ralentit la vitesse de la carbonisation et augmente la qualité et la quantité du produit ;
- 3) la qualité du chargement qui minimise les vides pouvant créer des prises de feu incontrôlables de la charge ;
- 4) le recouvrement de la meule qui permet une meilleure étanchéité et une carbonisation homogène ;
- 5) l'ouverture et la fermeture des événements d'aération en fonction des conditions climatiques qui permet une meilleure conduite de la carbonisation ;
- 6) l'extinction des braises par de la terre de préférence avec de l'eau qui évite de ce fait l'éclatement des morceaux de charbon et augmente le poids du charbon commercialisé.

L'application des pratiques développées dans ce document permettra aux charbonniers d'améliorer significativement leurs rendements de production et ce, sans investissements supplémentaires. Il leur sera ainsi possible d'obtenir jusqu'à un doublement de leur production de charbon de bois. C'est-à-dire que, pour une meule de 3 m de long x 1,5 m de large x 1,2 m de hauteur, 30 sacs de 50 kg pourront être produits au lieu des 15 sacs obtenus habituellement.

L'adoption de ces nouvelles pratiques par tous les producteurs de charbon de bois à l'échelle nationale permettra de réduire significativement l'impact de cette activité sur l'évolution du couvert forestier de la Grande Ile.

Pour les opérateurs, les décideurs nationaux et internationaux et les agents des institutions publiques ou privées responsables de la mise en œuvre de la politique d'approvisionnement en énergie domestique des centres urbains, ce vade-mecum, guide pratique destiné aux producteurs, sera un outil supplémentaire au service de la gestion rationnelle des écosystèmes forestiers de Madagascar.

Avertissement : Le présent vade-mecum a été conçu à partir de l'expérience développée dans la région Boeny et en particulier dans le cadre des contrats de transfert de gestion sous loi 96-025 mis en place en 2001 par le Projet Energie Domestique de Mahajanga et renouvelés en 2006 dans le cadre du projet CARAMCODEC. Il prend donc pour exemple la formation de charbonniers qui seraient producteurs dans le cadre de tels contrats de transfert de gestion. Il est bien évident que les recommandations pour l'adoption de techniques améliorées de carbonisation s'adressent aussi à des charbonniers qui exerceraient dans d'autres cadres d'organisation (privé, etc.).

Ce document a été publié dans le cadre du projet CARAMCODEC, financé par le programme Energie Intelligente pour l'Europe de la Commission européenne.



Le charbonnier voulant travailler dans la légalité doit se soumettre à une série de règlements couvrant les différents aspects du métier :

- l'exploitation du bois, avec la définition précise de zones d'exploitation et de modes de récolte du bois à carboniser ;
- la carbonisation elle-même, avec par exemple l'édiction de règles de sécurité pour prévenir de toute propagation de feu ;
- la commercialisation du charbon de bois, avec notamment la définition quotas de vente et de mécanismes de taxation sur la vente, permettant de financer un meilleur suivi de la filière.

Les charbonniers trouveront le contenu complet de ces différents textes de loi auprès des bureaux locaux de l'administration forestière.

Le Décret N° 82-312 portant sur la réglementation de la fabrication du charbon de bois à Madagascar est le plus important des règlements encadrant le métier de charbonnier. Les principaux éléments de ce décret sont brièvement présentés dans ce chapitre mais il est important de noter, qu'au moment où ce

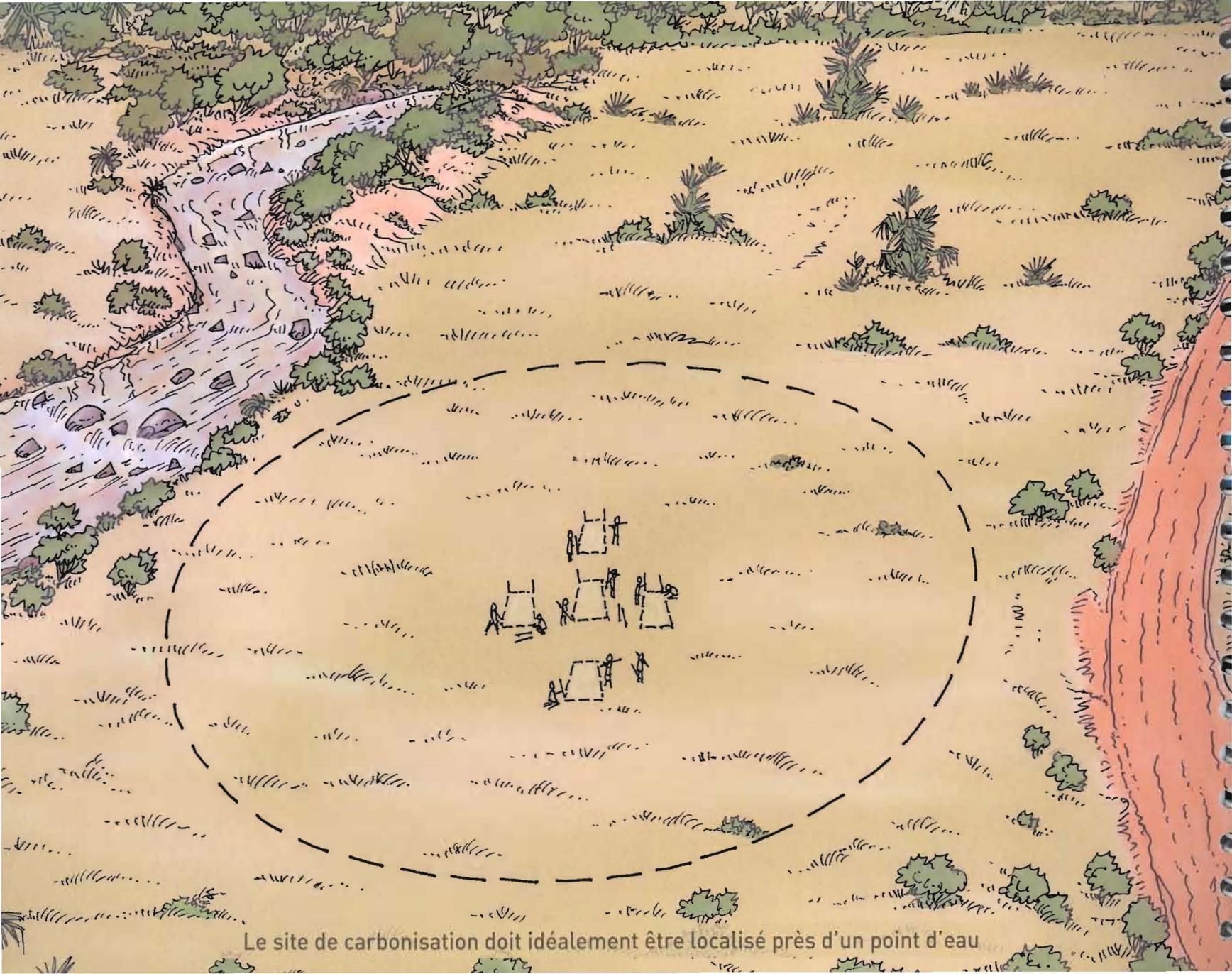
vade-mecum est sous presse, un projet de décret rénovant cette réglementation est en discussion au Ministère chargé des forêts. Il est donc vivement conseillé aux acteurs du secteur (exploitants, charbonniers, commerçants, etc.) de se maintenir informé des règlements en vigueur auprès de l'administration forestière.

- La fabrication de charbon de bois est soumise à la délivrance :
 - d'un permis d'exploiter délivré par l'administration forestière, pour les peuplements naturels et reboisements de l'Etat, des Collectivités décentralisées et des Communautés Locales de Bases (VOL), après le paiement d'une redevance ;
 - ou d'une autorisation, pour les peuplements naturels et reboisements des particuliers. Dans ce cas, aucun paiement n'est exigé.
- Pour les forêts naturelles, les bois utilisables pour la production de charbon doivent être issus :
 - d'une exploitation d'espèces, d'au minimum 10 cm de diamètre, de la catégorie V de la classification des bois malgaches (la liste de ces espèces est disponible auprès des services locaux chargés des forêts) ;
 - de sous-produits et de déchets de l'exploitation forestière tels que houppiers, grosses branches, dosses.
- La formation professionnelle des charbonniers à l'apprentissage de techniques de carbonisation améliorées, la vulgarisation de méthodes efficaces de travail ainsi que de leur encadrement sont assurés par des organismes publics ou privés compétents sous la supervision de l'administration chargée des forêts. Une attestation ayant valeur de carte professionnelle est délivrée par

ces organismes aux charbonniers qui ont suivi ces formations. A terme, tout fabricant de charbon de bois devra être en mesure de justifier de sa compétence à produire du charbon de bois par l'utilisation de techniques améliorées par la possession de cette carte professionnelle.

- Pour la production de charbon, la coupe des arbres sur pied doit se faire au ras du sol. Il est interdit de produire du charbon en incendiant directement et à même le sol les troncs abattus et les rémanents de l'exploitation. De même, la production de charbon par brûlage des souches d'arbres est interdite.
- Des précautions doivent être prévues pour éviter tout départ d'incendie dans la zone de carbonisation, notamment :
 - le débroussaillage, dans un rayon d'au moins 50 m du site de carbonisation ;
 - la cuisson des repas sur le lieu de carbonisation est interdite, sauf sous un abri aménagé où le risque d'incendie est réduit ;
 - le charbonnier doit prévoir en permanence un fût plein d'eau et conserver celui-ci sur le site de carbonisation. Le charbonnier prévoira également des outils permettant de lutter contre les feux de broussailles, tels que pelles, angady, coupe-coupe.
 - les meules devront être surveillées de jour comme de nuit.
- Les charbonniers titulaires de permis d'exploiter, c'est-à-dire exploitant des bois appartenant à une autorité ou collectivité publique, sont tenus de contribuer à la restauration de la forêt ou à l'extension des reboisements existants. Les modalités des travaux de restauration demandés au charbonnier sont consignées dans les clauses spéciales du permis d'exploiter.
- D'une manière générale,
 - Avant de commencer la carbonisation, le charbonnier est tenu de délimiter nettement son lot par des layons d'au moins deux mètres de largeur ;
 - Dans les forêts domaniales ou reboisements de l'Etat livrées à l'exploitation de charbon, les obligations suivantes sont imposées au charbonnier :
 - ✓ Il sera responsable de tous dégâts et délits commis à l'intérieur de son lot ainsi que des accidents provoqués par l'exploitation et le transport des produits ;
 - ✓ Il tiendra un cahier de chantier coté, paraphé par l'administration forestière et à présenter à toute réquisition des agents chargés de la surveillance et du contrôle de l'exploitation ;
 - ✓ L'exploitation devra cesser le jour de l'expiration du permis et un délai de quinze jours au maximum est accordé au charbonnier pour évacuer tous ses produits ;
 - ✓ Un procès-verbal de fin d'exploitation sera dressé en présence du charbonnier et d'un représentant de l'administration forestière.
- Tout transport de charbon devra être accompagné d'un laissez-passer coté et paraphé par l'administration forestière, daté et signé du charbonnier ou de son représentant.

LAISSEZ-PASSER
N° EXTRAIT DU CARNET N°
Date de délivrance 16.03.103108
Valable jusqu'au 16.03.103108
Permis ou autorisation d'exploitation N° 382.03.10327
Date de modification 01.11.2010 Date d'expiration
Lot forestier sis à P. Bouchard
Titulaire VAT Mandouze
Expéditeur (l'exploitant ou son représentant) Nom et Prénoms avec adresse
Produits transportés
NATURE ESSENCE DIMENSIONS QUANTITE EN SACS 1000g ou 500g POUNDS ET OUNCES 14.1733
OBSERVATIONS
CHARBON 50 DIMENSIONS 300
CHARBON
DAORO



Le site de carbonisation doit idéalement être localisé près d'un point d'eau

« Matière première » : exploitation



1 DELIMITATION DE LA FORÊT À EXPLOITER

- Les contrats de transfert de gestion définissent un zonage des forêts transférées, reprenant les différents modes d'exploitation qui y sont autorisés. Ces contrats comprennent ainsi une carte définissant les limites des zones destinées à l'exploitation de bois pour la production de charbon ;
- En premier lieu, le charbonnier doit vérifier, par visites conjointes avec le représentant de l'administration forestière qui délivre le permis d'exploiter, que la carte de la forêt destinée à la production de charbon, telle qu'indiquée dans les documents du transfert de gestion (Plan d'Aménagement et de Gestion Simplifié et cahier des charges) soit conforme avec les réalités du terrain. Ils veilleront de cette manière à ce qu'aucune erreur n'apparaisse dans le relevé des limites de la zone d'exploitation ;

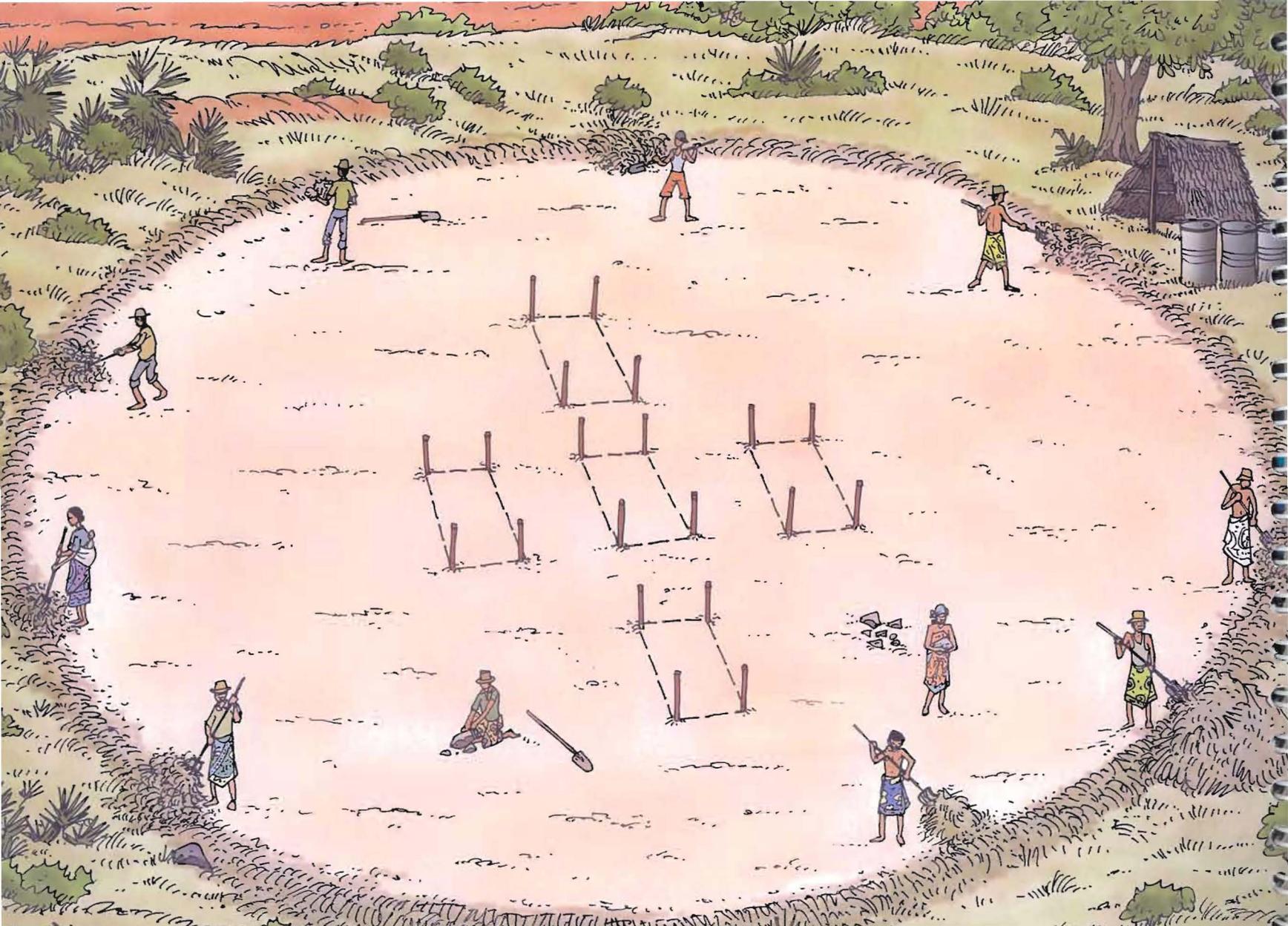
- Le charbonnier doit ensuite bien respecter les limites de la zone de production qui lui a été autorisée, en prenant garde à ne pas déborder l'exploitation vers une zone de conservation ou de protection ;
- Le charbonnier doit nettoyer et dégager un layon de 2 m de largeur tout autour de la forêt à exploiter pour la production de charbon de bois, afin de bien délimiter la zone de production, et de bien la distinguer des autres zones où l'exploitation n'est pas autorisée selon les termes du contrat de transfert de gestion. Ce layon servira également de pare-feu, prévenant toute propagation de feux accidentels.

2 QUOTAS DE PRODUCTION

- Le quota annuel de production de charbon de bois autorisé par le contrat de transfert de gestion à la Communauté Locale de Base (CLB) ou Vondron'olona Ifotony (VOI) est défini dans le cahier des charges du contrat. Ce quota global doit impérativement être respecté ;
- Au sein de chaque VOI, tous les producteurs de charbon doivent s'entendre sur la part de production de chaque charbonnier déclaré et autorisé, en fonction du quota annuel. Cette discussion doit être faite avec le concours du Président du VOI et du Président de l'association des charbonniers.

Exemple : si le contrat de transfert de gestion définit un quota du VOI de 1000 sacs de charbon par an et que le VOI comporte 20 charbonniers déclarés et autorisés, la quote-part de chaque charbonniers serait de 50 sacs par an et par charbonnier.





Le site de carbonisation doit être débroussaillé sur un rayon d'au moins 50 m et il est conseillé de regrouper l'ensemble des meules.

3 PREPARATION DU SITE DE CARBONISATION

- Le site de carbonisation est l'endroit où seront disposées plusieurs meules.

Regroupement des meules sur le site

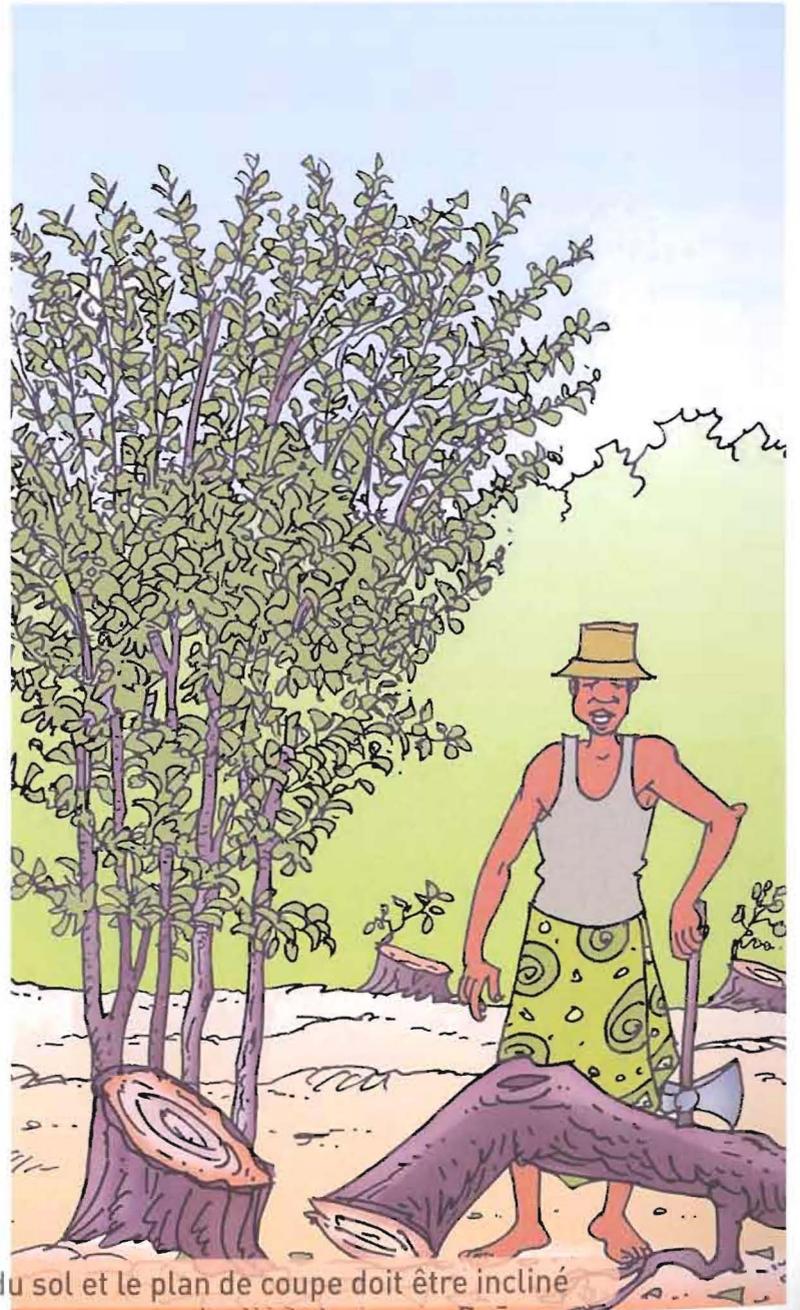
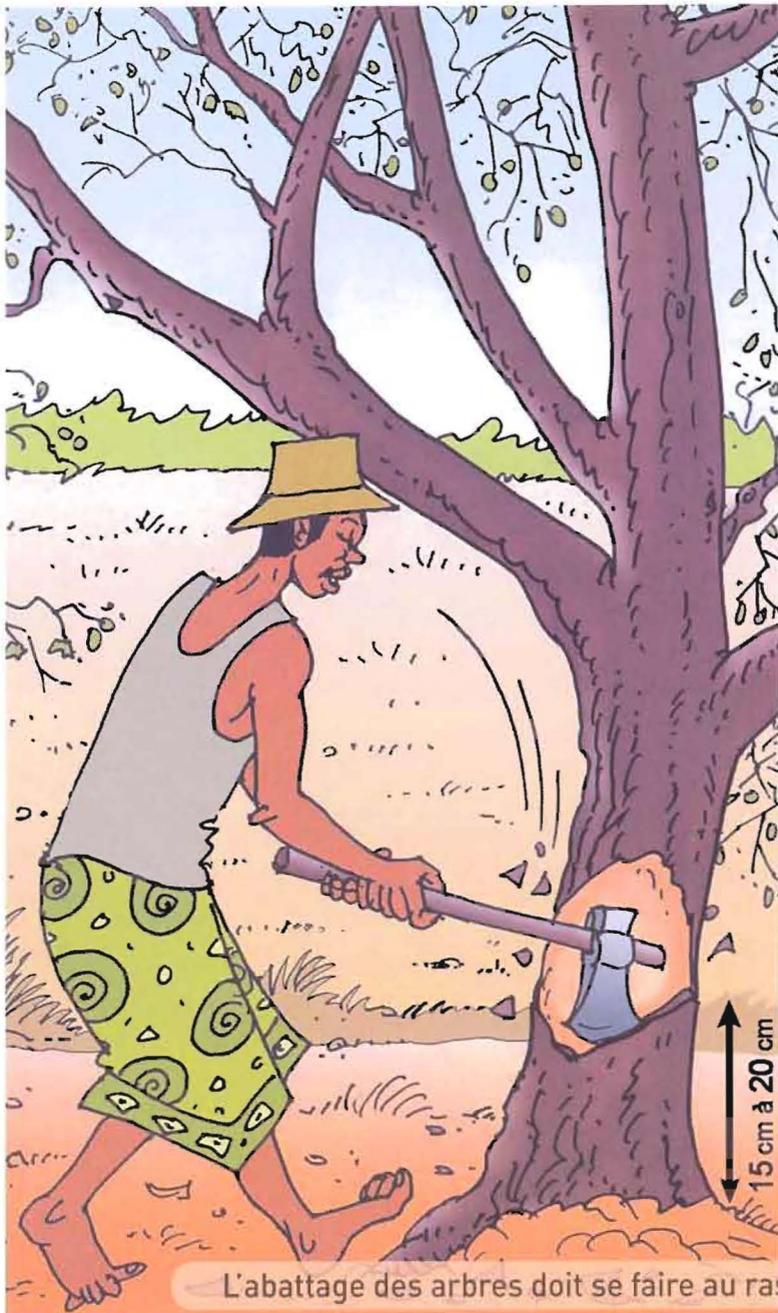
- Il est fortement conseillé de regrouper l'ensemble des meules sur un même site. Cette organisation apportera aux charbonniers de nombreux avantages :
 - un suivi simultané de plusieurs meules sur un même site et donc une surveillance aisée et accrue de la qualité de la carbonisation ;
 - une importante augmentation du rendement de chaque meule et donc augmentation du nombre de sacs de charbon produits à partir d'une même quantité de bois ;
 - une meilleure efficacité des travaux d'acheminement du bois et d'évacuation des produits.

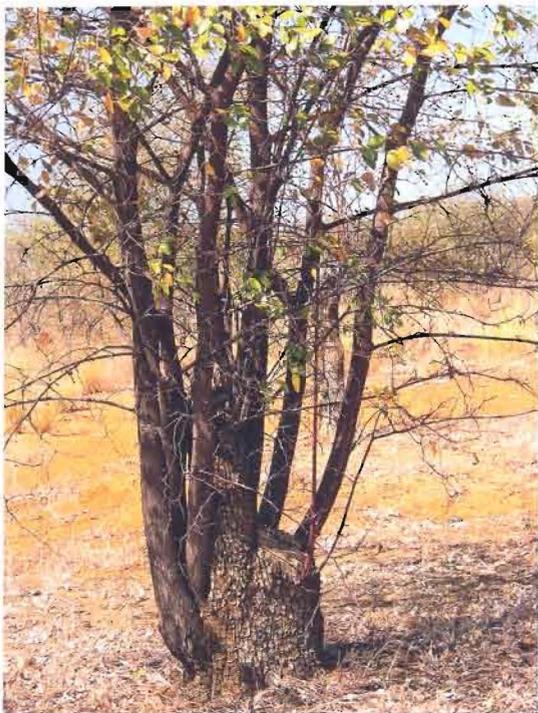
Cependant, à côté de ces avantages, le regroupement des meules sur un même site implique que certaines tâches doivent idéalement être réalisées en collaboration avec d'autres charbonniers (par exemple l'empilage, le recouvrement, la surveillance des fours, le transport et l'évacuation des produits). Ce mode de travail nécessite une bonne collaboration et une entraide entre les charbonniers. Il exige par conséquent une bonne organisation de la vie associative des charbonniers au sein du VOI.

Localisation du site

- Le site de carbonisation doit être installé dans la zone autorisée ;
- Le site ne devrait pas être trop éloigné de la forêt, pour éviter le transport du bois sur une trop longue distance ;
- L'endroit doit être le plus plat possible, sur un terrain peu accidenté. Il ne doit pas être humide ou contenir de flaques d'eau. Le terrain doit également ne pas être trop pierreux. Les lieux sacrés doivent être évités ;
- Le site de carbonisation ne doit pas être trop exposé au vent pour éviter des courants d'air trop importants au niveau de la meule, pouvant entraîner une conduite difficile de la carbonisation et accroître les risques de prise de feu ;
- Il doit être situé à proximité d'un point d'eau pour prévenir les risques d'incendie et de propagation de feu dans la zone. Par ailleurs, il faut toujours prévoir un fût d'eau pour éteindre un éventuel départ de feu dans le site de carbonisation ;
- Le nettoyage (débroussaillage) et le dégagement d'un rayon de 50 m autour du site est prévu par les textes réglementaires.

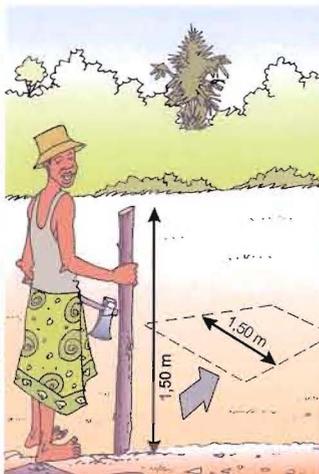
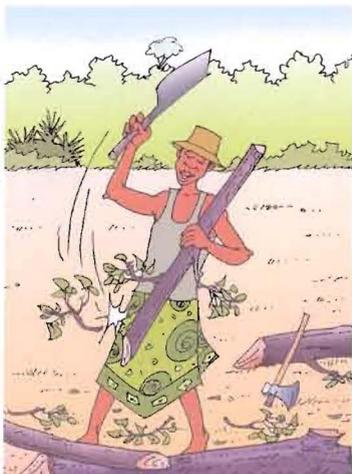
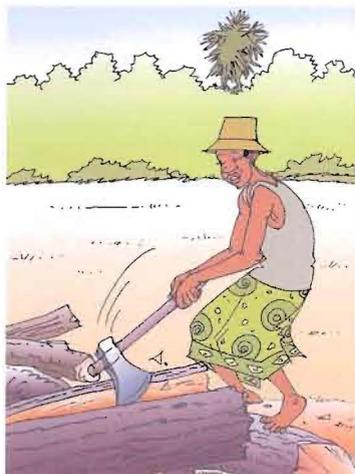






4 ABATTAGE ET RECOLTE DU BOIS

- Seuls les bois de la catégorie V sont autorisés pour la production de charbon. Les essences appartenant à cette catégorie sont listées en annexe du Décret 82-312. Les bois légers, les bois "fady" et les bois pourris sont à éviter parce qu'ils donnent du charbon de très mauvaise qualité ;
- L'abattage des arbres doit se faire au ras du sol, à une hauteur maximale de 15 à 20 cm, pour permettre aux souches des arbres abattus de se régénérer plus facilement et pour éviter aux charbonniers de se blesser lorsqu'ils travaillent dans la zone d'exploitation ;
- Le plan de coupe doit être incliné pour minimiser la pourriture des souches et faciliter leur régénération ;
- Lors d'une exploitation de bois d'œuvre, la loi oblige les exploitants à valoriser les déchets d'exploitation du bois en forêt (houppiers, grosses branches, dosses et délignures) pour la production de charbon de bois ;
- La longueur des tronçons de bois débités doit correspondre à la largeur recommandée de la meule de carbonisation, c'est-à-dire 1,5 m ;
- Les bois de diamètre supérieur à 50 cm doivent être fendus afin que les tronçons à enfourner aient plus ou moins les mêmes dimensions. Les morceaux présentant d'importantes courbures seront découpés pour avoir le maximum de parties droites.





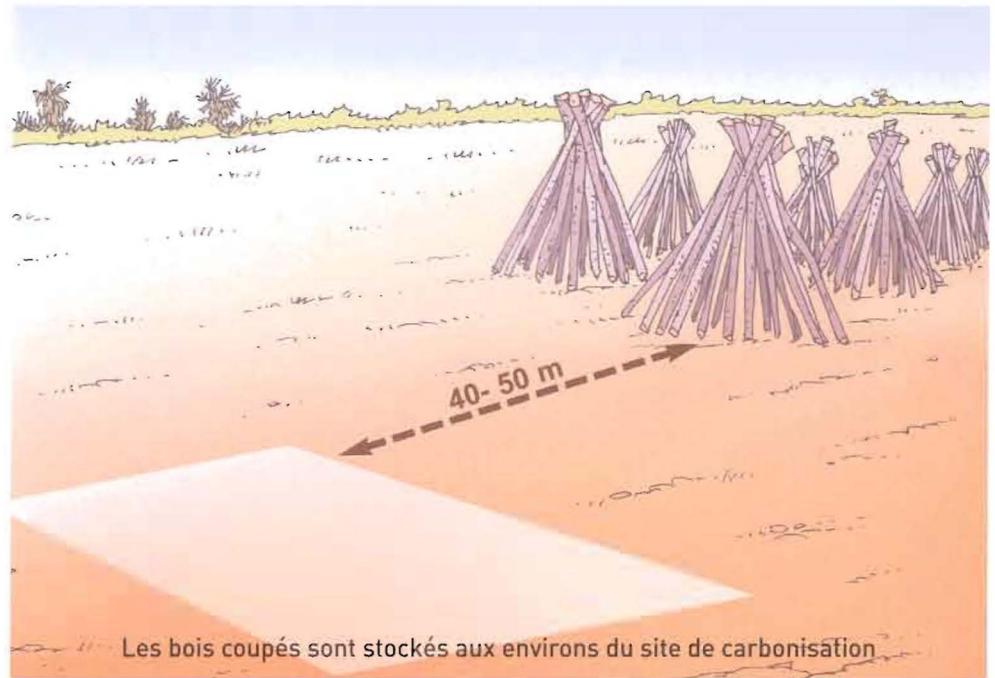
Les bois doivent être disposés à l'envers, la tête doit être dirigée vers le bas pour activer le séchage

5 SECHAGE DU BOIS

- Les bois coupés sont stockés aux environs du site de carbonisation, pour permettre leur séchage.

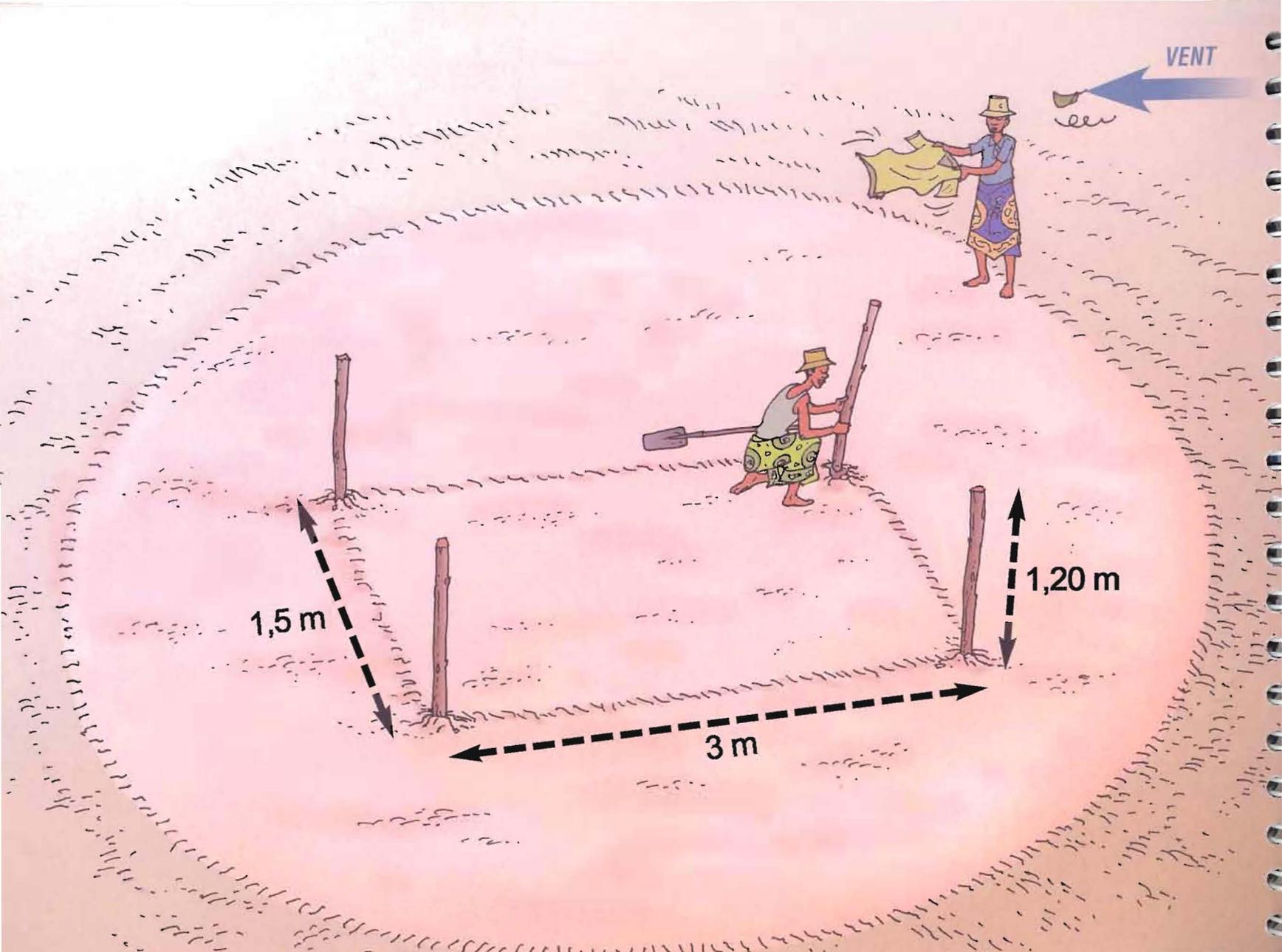
Le séchage du bois est parfois faussement perçu comme une perte de temps dans la production du charbon de bois. Il constitue cependant une étape à ne surtout pas négliger. En effet, l'humidité du bois va jouer un rôle crucial dans la qualité du processus de carbonisation. Plus le bois sera sec et plus le temps de carbonisation sera réduit. En outre, l'utilisation d'un bois bien séché aura pour conséquence d'augmenter la production de la meule et d'améliorer la qualité du charbon produit.

- Pour faciliter le séchage, il est conseillé de regrouper les bois par tas de 10 à 15 tronçons et de les disposer en « tipis » (voir dessin).



- Les bois doivent être disposés à l'envers, la tête (c'est-à-dire le fin bout) doit être dirigée vers le bas pour activer le séchage.
- Il est recommandé de laisser sécher le bois de 18 à 20 jours dans cette position.

➔ **L'utilisation de bois sec diminue le temps de carbonisation et améliore le rendement de la carbonisation.**



La meule doit être orientée de manière à ce que la longueur du four soit dans le sens de la direction du vent dominant

« Meule » : montage de la meule et allumage



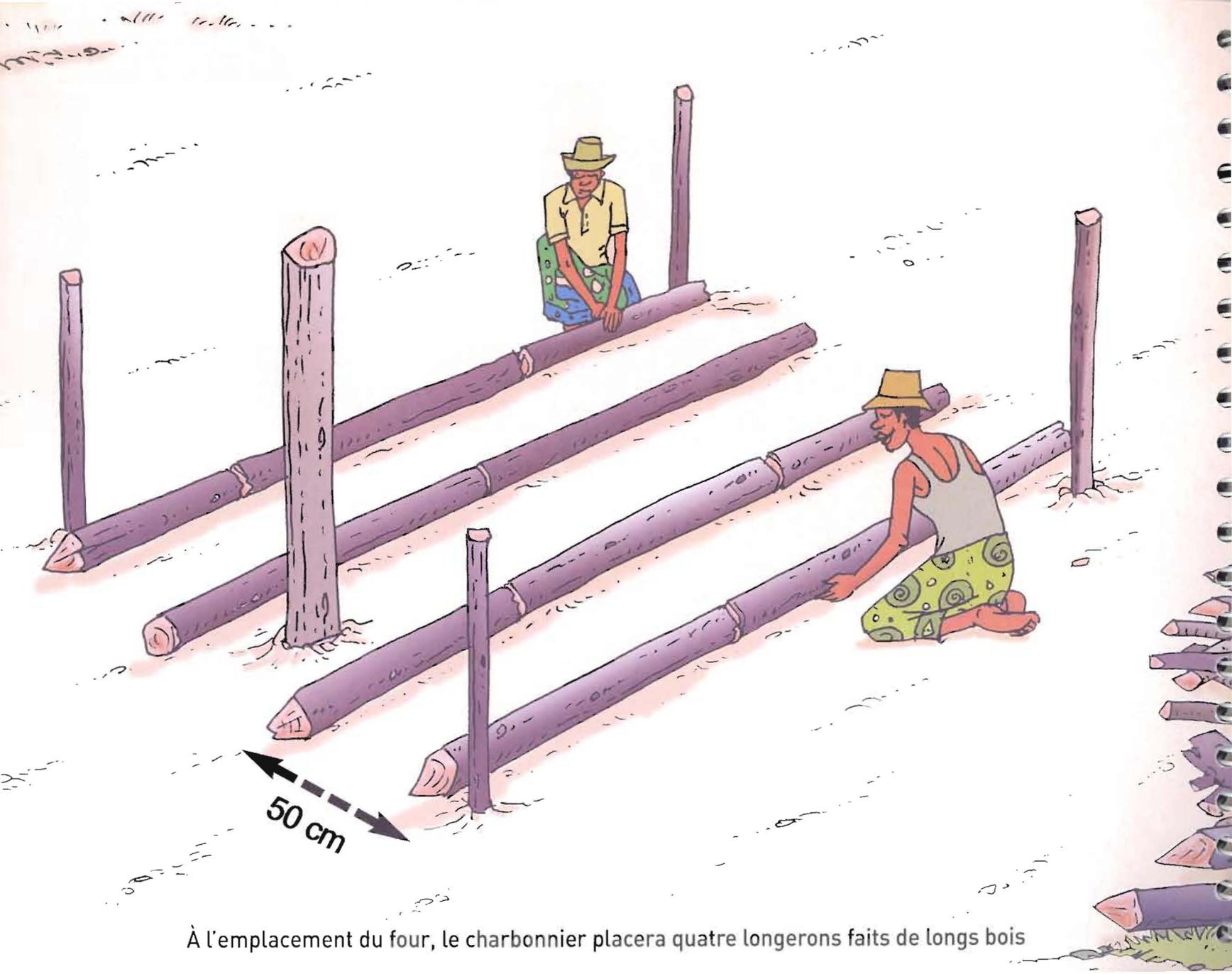
La carbonisation en meule est très répandue à Madagascar car elle est très simple à mettre en œuvre. Elle ne nécessite que de très faibles coûts d'installation, en comparaison à l'utilisation de fours plus sophistiqués, comme les meules dites « casa-mançaises », qui nécessitent l'achat de fûts métalliques, ce qui est pratiquement impossible pour les producteurs les plus pauvres.

La meule est constituée d'un empilement rectangulaire de bois, recouverts de branchages et de terre pour la rendre hermétique à l'air. La taille des meules en elle-même n'a pas d'influence sur le rendement obtenu ou la qualité du produit. Les recommandations techniques pour l'utilisation de techniques améliorées de carbonisation sont la somme des critères liés par exemple au séchage, à l'orientation ou à la surveillance. Dans la région Boeny, les charbonniers ont pour habitude de confectionner des meules de dimensions $L \times l \times h = 3 \times 1,5 \times 1,2$ m. Les critères techniques recommandés dans ce vade-mecum peuvent être appliqués à des meules de dimensions différentes.

6 MARQUAGE ET ORIENTATION DE LA MEULE

- La meule doit être orientée de manière à ce que la longueur du four soit dans le sens de la direction du vent dominant. Celle-ci peut être déterminée par :
 - un drapeau ;
 - de la fumée ;
 - l'inclinaison au vent des cimes des arbres.
- Le charbonnier doit préalablement délimiter au sol l'emplacement de la meule en disposant de grands piquets aux quatre coins. Dans le contexte de la Région Boeny, la meule aura comme dimension au sol $L \times l = 3 \times 1,5$ m.
- Il est important de bien nettoyer (débroussailler) les abords des meules pour éviter tout risque de départ de feu de broussailles dans le site de carbonisation.
- Les meules seront disposées côte à côte dans le site afin de faciliter leur surveillance. Comme l'orientation est imposée par la direction du vent dominant, les meules seront installées parallèlement à la direction du vent dominant.
- Les meules doivent être disposées de façon à ce que les charbonniers ne se gênent pas au cours de leurs interventions. La circulation de l'air au niveau de chaque meule ne doit pas être entravée par la présence d'une meule à côté. Une distance d'au moins 4-5 m doit être gardée entre deux meules.





À l'emplacement du four, le charbonnier placera quatre longerons faits de longs bois



7 CHARGEMENT DU FOUR

Longerons :

- A l'emplacement du four, le charbonnier placera au sol 4 longerons faits de longs bois de 10 à 15 cm de diamètre, suivant la longueur de la meule. Les longerons peuvent être de la longueur des bois séchés (1,5 m) et seront posés bout à bout pour assurer une parfaite continuité correspondant à la longueur de la meule. Ces longerons vont faciliter la circulation de l'air dans le four. Ils vont également supporter le poids de la charge de bois à carboniser.

Bouche d'allumage :

- Un piquet de 20 cm de diamètre (ou plusieurs piquets de façon à obtenir un équivalent de 20 cm de diamètre) est disposé à environ 20 cm du bord opposé au vent, au milieu de la largeur du four. Ce piquet va délimiter la bouche d'allumage de la meule ;
- Le piquet ne doit pas être enfoncé dans le sol et sera maintenu verticalement par les jambes dans un premier temps puis par la charge de bois au fur et à mesure que le chargement s'effectue. Ce piquet doit être d'au moins 1,5 m de haut afin de pouvoir être accessible lorsque la meule sera entièrement empliée.

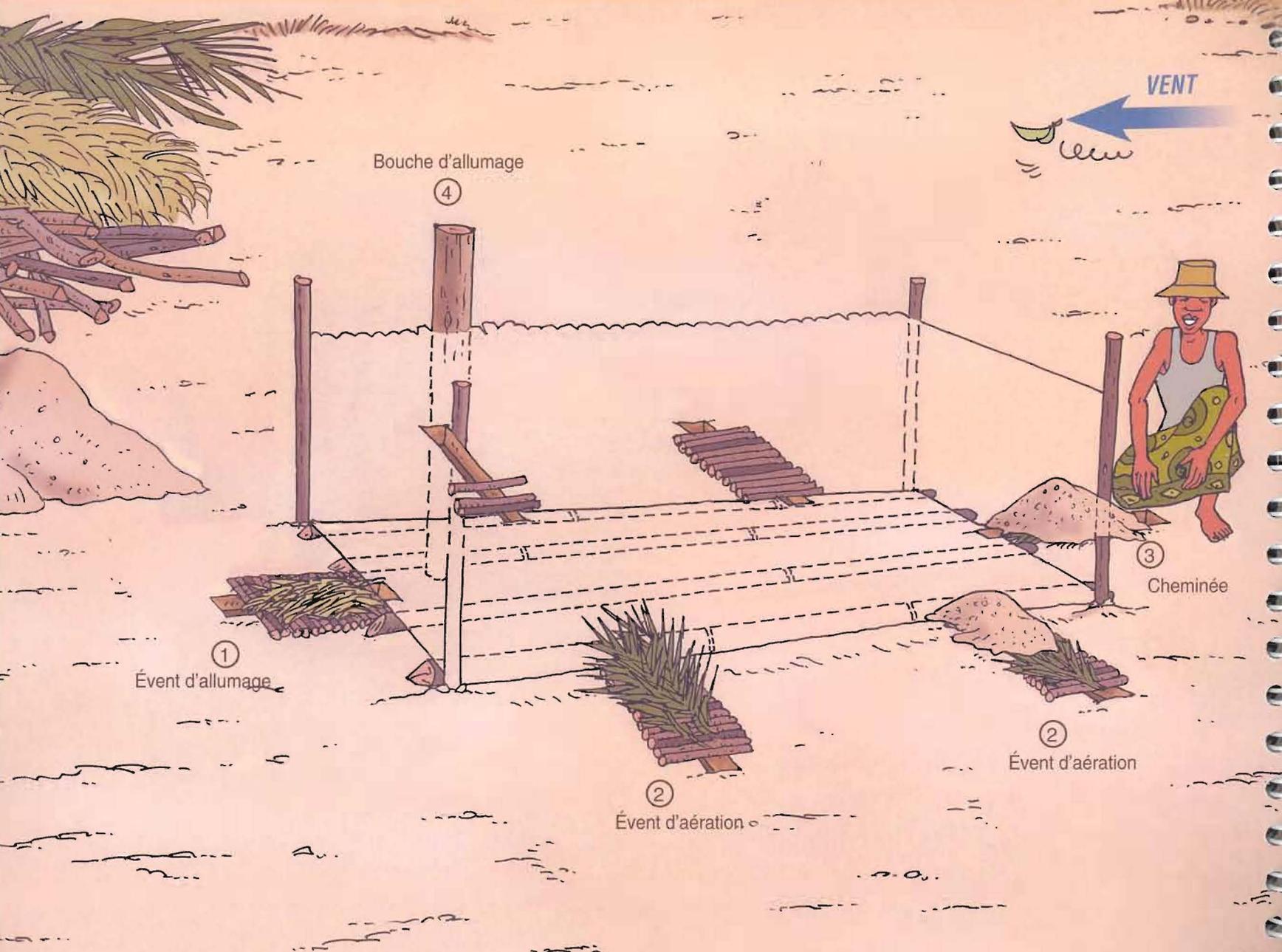
Plancher :

- Des bois plus petits (8-10 cm de diamètre) sont disposés sur les longerons dans le sens de la largeur du four. Ces bois formeront un premier lit sous forme d'un plancher solide et bien horizontal pour pouvoir supporter la charge de bois à carboniser.

Chargement :

- Charger tous les bois sur ce lit ;
- Veiller dans la mesure du possible à ce que tous les bois à empiler soient de la même espèce et aient la même humidité ;
- Disposer les bois de manière à minimiser les vides et les interstices. Il faut, si nécessaire, refendre avec une hache les bois trop courbes et insérer des plus petits de morceaux de bois dans les interstices ;
- Pour être bien carbonisés, les bois les plus gros doivent être placés au centre de la meule et proches de la zone d'allumage. Il doivent également être bien entourés de bois de diamètre moindre car, deux gros tronçons disposés côte à côte laisseront des interstices trop importants. Ces derniers diminueraient la qualité de la carbonisation et augmenteraient les risques de prises de feu dans la meule ;
- Continuer le chargement des bois jusqu'à ce que le four soit rempli, c'est-à-dire lorsque l'empilement atteint 1,2 m de hauteur ;
- Arranger les bois de manière à ce que la surface supérieure de la charge soit bien plane et horizontale afin de faciliter la couverture ;
- Pour éviter l'effondrement de la charge, il est recommandé de renforcer les 4 piquets de coins à l'aide de piquets de soutènement, disposés en oblique.





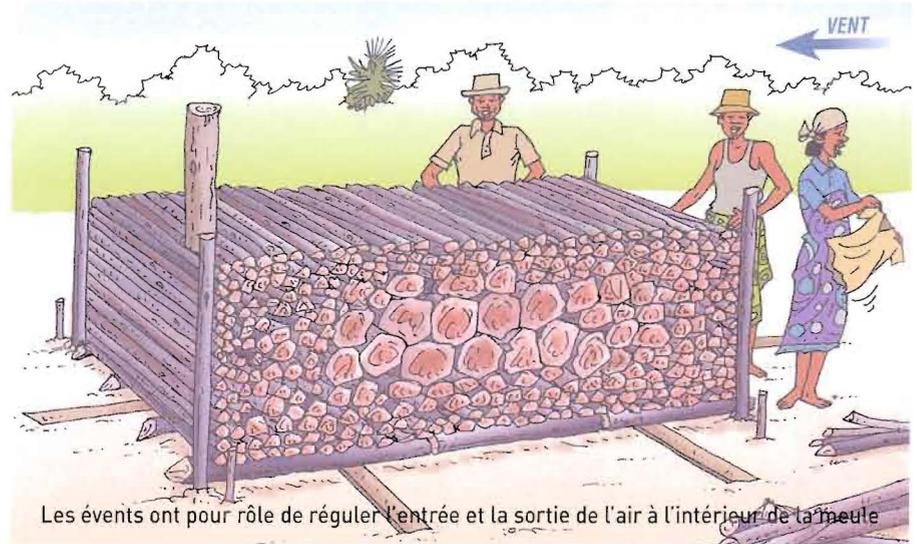
Trois types d'évents doivent être prévus. Il s'agit de tranchées creusées dans le sol, à la base du four

8 PREPARATION DES EVENTS

La technique de carbonisation en meule décrite dans ce vade-mecum est une carbonisation par combustion interne. L'énergie nécessaire pour la transformation de la charge de bois en charbon est apportée par une combustion d'une partie de la charge. Cette combustion nécessite un apport d'air.

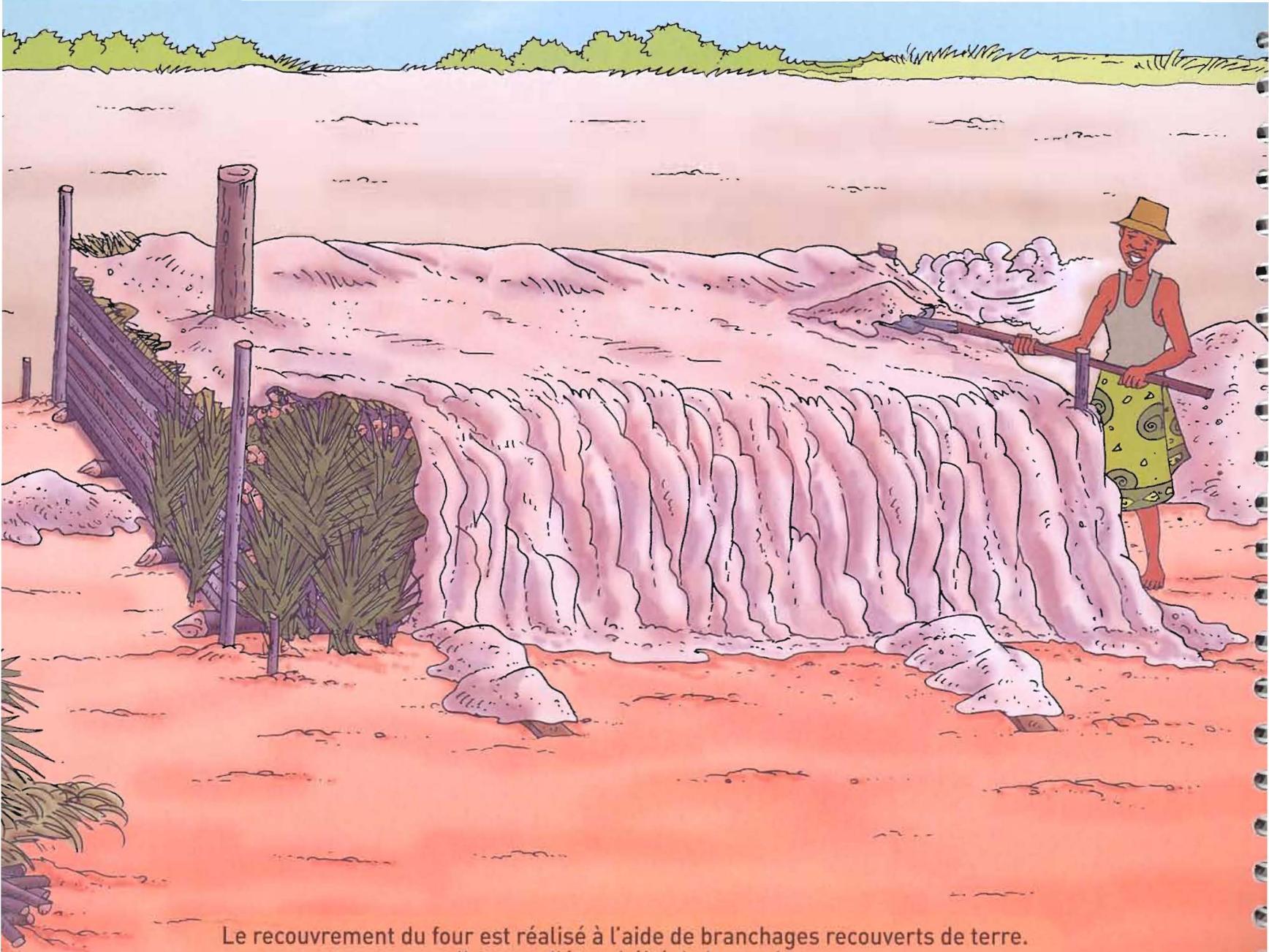
Un bon dosage de la circulation de l'air dans la meule est donc un paramètre essentiel. Un excès air entraînerait une trop grande perte de bois par combustion, alors qu'un déficit en air ne produirait pas suffisamment de chaleur et diminuerait la qualité du charbon produit.

Les événements ont pour rôle de réguler l'entrée et la sortie de l'air à l'intérieur de la meule. Leur concep-



tion et leur utilisation conditionnent le rendement de la carbonisation, en qualité et en quantité.

- Les événements sont constitués de tranchées creusées dans le sol, à la base du four, selon les dimensions suivantes :
 - longueur : environ 1,5 m
 - largeur : 20 cm
 - profondeur : 15 cm
- Trois types d'événements doivent être prévus :
 - **Un événement d'allumage.** Cette tranchée permettra une entrée d'air nécessaire pour l'allumage. Elle doit être placée face à la bouche d'allumage, c'est-à-dire à l'extrémité du four opposée à la direction du vent dominant ;
 - **Une cheminée.** Cette tranchée permettra la sortie des fumées. Elle doit être creusée à l'extrémité opposée de celle de l'événement d'allumage ;
 - **Deux événements d'aération (pour une meule de longueur 3 m).** Ces tranchées d'entrée et de sortie d'air seront placés de chaque côté du four (suivant la longueur) ;
- Pour éviter le bouchage des événements lors du recouvrement du four (voir section suivante), les tranchées seront protégées par un toit de petites branches recouvertes de feuilles ou d'herbes, puis remblayées avec de la terre.



Le recouvrement du four est réalisé à l'aide de branchages recouverts de terre.
Il assure l'étanchéité de la meule

9 RECOUVREMENT DU FOUR

Le recouvrement a pour but de rendre le four hermétique à l'air et de permettre une bonne carbonisation de la charge de bois. Si de l'air pénètre dans le four de manière incontrôlée, la charge de bois brûlera simplement sans produire du charbon. L'air ne doit circuler dans la meule que par l'intermédiaire des événements d'aération.

- Le recouvrement est réalisé à l'aide de feuilles, de fins branchages ou d'herbes qui seront disposés sur les parois de la meule. Ce dispositif est ensuite recouvert avec de la terre pour assurer l'étanchéité de la meule ;
- Le recouvrement du four commencera par les quatre coins du four, et à partir du bas vers le haut. Lors du recouvrement de la meule, le charbonnier devra veiller à ne pas combler ou endommager les événements ;
- La paroi supérieure de la meule sera recouverte en dernier, en veillant à ne pas couvrir et obstruer la bouche d'allumage.

10 ALLUMAGE DE LA MEULE

Pour allumer le feu dans la meule, le charbonnier procédera aux opérations suivantes :

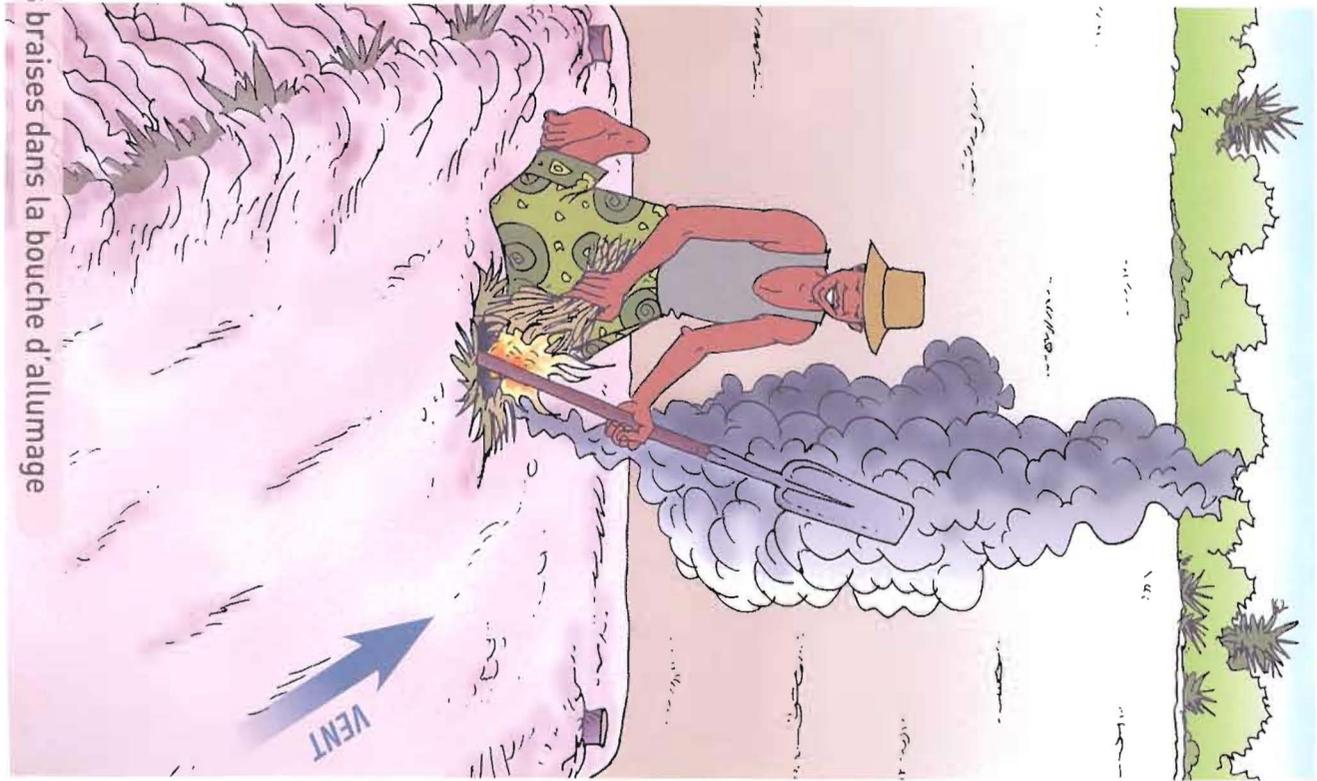
- Enlever le (ou les) bois placés dans la bouche d'allumage, un trou apparaît alors au niveau de la paroi supérieure de la meule ;
- Disposer dans ce trou des petits morceaux de bois secs (éclats, branches, incuits, etc.) ;
- Introduire par le haut de la braise préparée à l'avance ;

- Laisser le feu s'allumer ;
- Remplir la bouche d'allumage de branches d'arbres ou de brindilles sèches ;
- Recouvrir la bouche d'allumage quand le feu monte bien (des braises sont alors visibles à travers l'évent d'allumage), avec des branches, des feuilles ou des herbes et remblayer ensuite de terre comme pour le recouvrement du four.





Le four est allumé en introduisant des braises dans la bouche d'allumage



« Charbon de bois » : conduite, défournement, mise en sac et commercialisation

11 CONDUITE ET SURVEILLANCE DE LA CARBONISATION

La conduite et la surveillance des meules constituent l'étape la plus importante de la carbonisation améliorée car elles conditionnent en grande partie le rendement (qualitatif et quantitatif) et la durée de la carbonisation. Il n'y a pas de règles générales : une bonne conduite de la carbonisation dépend de l'expérience du charbonnier et du sérieux qu'il apporte à son travail.

En fonction des dimensions du bois à carboniser, de la taille des meules, des conditions du milieu et de l'avancement de la carbonisation, la conduite et la surveillance de la meule consistent surtout à :

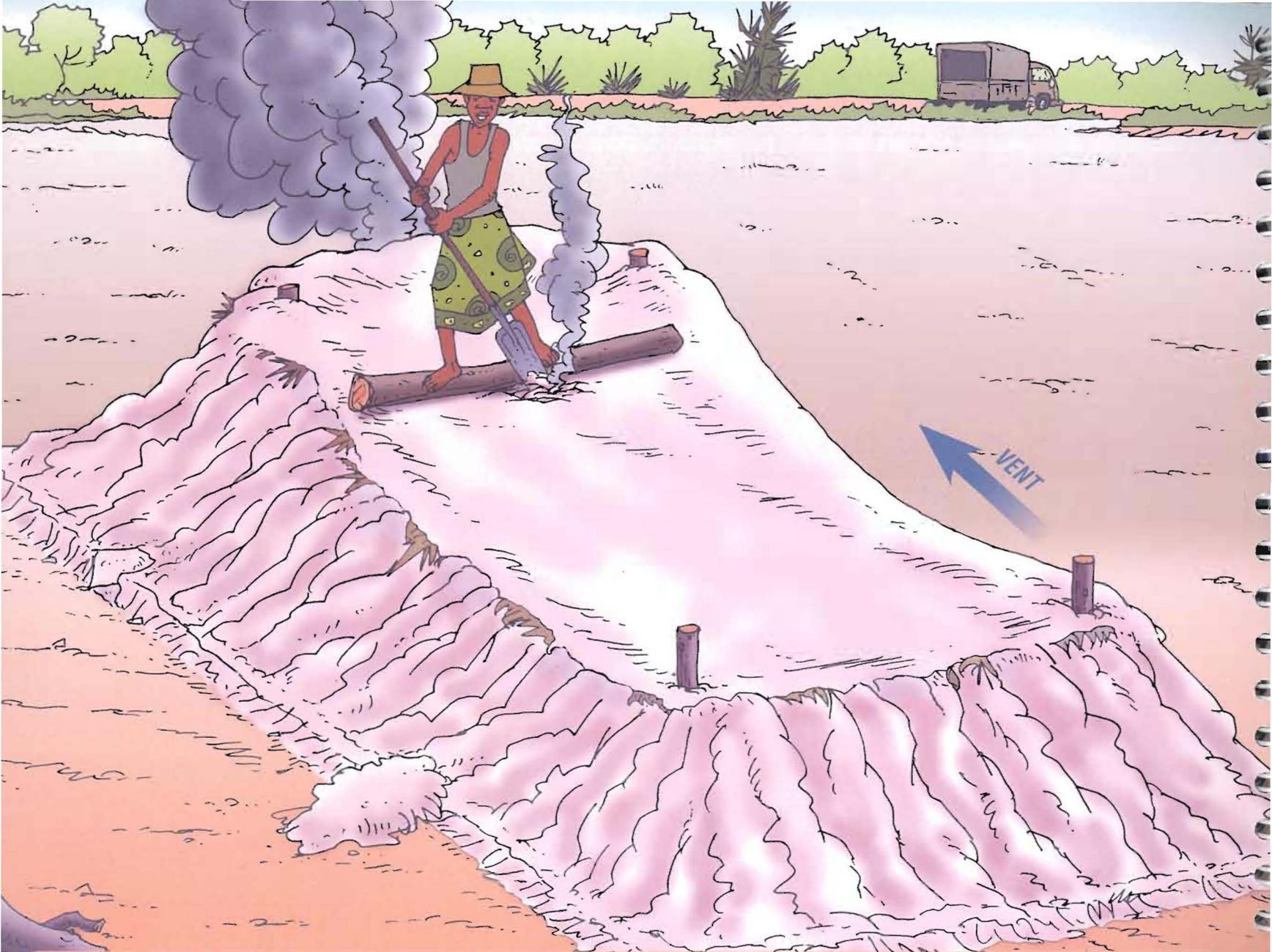
- Régler la circulation de l'air dans la meule par le jeu d'ouvertures ou de fermetures partielles ou entières des événements d'aération. La carbonisation peut être interrompue puis reprise suivant les cas qui se présentent : vent trop violent incontrôlable, impossibilité de surveiller le four, intempéries etc. ;
- Assurer l'étanchéité de la meule en tassant bien la partie supérieure, en fonction de l'avancement du front de carbonisation ;
- Obturer les éventuelles fissures qui sont causées par la diminution du volume de la charge de bois au cours de la carbonisation. Ces fissures peuvent provoquer la prise de feu de la charge (à cause d'un excès d'oxygène qui rentre dans la meule) et entraîner des feux de forêts si elles ne sont pas contrôlées à temps.

Conduite : ouverture et fermeture des événements

- L'ouverture et la fermeture des événements d'aération dépendent de la cuisson du bois dans le four :
 - au début, la couleur des fumées est blanche : la carbonisation se déroule convenablement ;
 - si la couleur des fumées devient bleue, cela signifie qu'il y a trop d'air dans le four : il faut refermer les événements d'aération du côté où il y a trop de vent.
 - s'il y a trop de fumées qui sortent de l'un des deux côtés il faut boucher les événements du côté opposé à celui-ci.

L'ouverture et la fermeture des événements sont obtenues en les obturant avec des branchages et de la terre ou, au contraire, en les dégageant.





La surveillance de la carbonisation est une étape essentielle qui permet d'augmenter significativement le rendement



Surveillance : bouchage des entrées d'air dues aux effondrements relatifs du sommet de la meule

La transformation du bois en charbon est accompagnée d'une réduction du volume du bois. Cette propriété fait que la meule s'affaisse plus ou moins légèrement en suivant le front de carbonisation.

D'autre part, la combustion d'une petite partie du bois apporte la chaleur nécessaire à la carbonisation de la charge de bois. Cette chaleur a également pour effet de compléter le séchage du bois à carboniser mais aussi le séchage des branchages et de la terre entourant le four, entraînant une légère réduction de volume.

Ces deux propriétés font que des trous dans la couverture du four apparaissent régulièrement lors de la carbonisation et entraînent des entrées d'air.

- Dans le cas d'une prise de feu de la meule, due à une entrée d'air, le charbonnier doit rapidement boucher les trous avec des tiges ou des feuilles de bois ou des herbes et

ajouter de la terre. Il faut ensuite tasser la terre avec les pieds ;

- La couleur des fumées change suivant la cuisson du bois. Toute la charge n'est pas carbonisée en même temps. Le développement du front de carbonisation s'effectue du côté de l'évent d'allumage vers le côté de la cheminée ;
- Les bois du côté de l'évent d'allumage sont donc les premiers cuits. L'affaissement de la partie supérieure de la meule indique que la partie correspondante est carbonisée ;
- Rajouter de la terre et tasser la partie qui s'affaisse pour éviter la prise de feu du four ;
- La durée de la cuisson est de 8 à 10 jours (pour une meule de longueur 3 m) en fonction de l'état d'humidité du bois, du régime des vents et de la conduite de la carbonisation.

12 EXTINCTION DU FEU

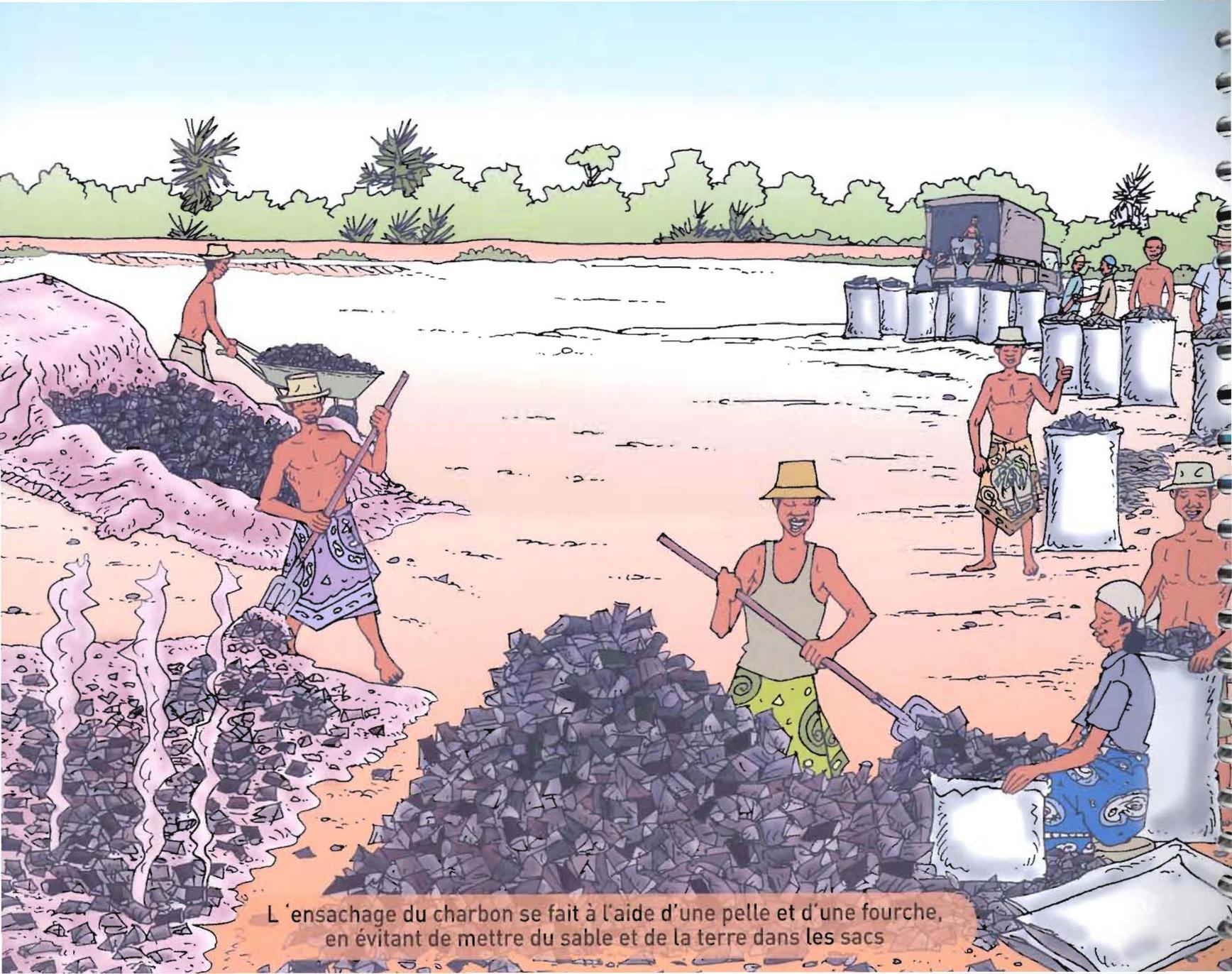
L'absence de fumée sortant des événements ou la présence de fumée de couleur "bleue transparente" indique que la carbonisation est achevée. A ce moment, le charbonnier devra :

- Boucher tous les événements avec de la terre pour qu'il n'y ait plus d'entrée ni de sortie d'air dans la meule ;
- Bien recouvrir de terre toute les autres sorties ou entrées d'air qui ont pu apparaître (fentes au niveau du recouvrement) ;
- Bien tasser la partie supérieure de la meule à l'aide d'une pelle ou une tige de bois pour supprimer le vide qui s'est créé par voutage entre le toit de la meule ayant séché et la charge de bois carbonisée ayant fortement diminué de volume.

Il faut alors laisser refroidir la meule. La durée d'extinction et de refroidissement du four est d'environ 2 à 3 jours. Le refroidissement de la meule est atteint quand les parois de la meule ne sont plus chaudes.

La surveillance de la meule reste toujours très importante lors de cette phase d'extinction du feu, même si il y a moins de risque de reprise de feu.





L'ensachage du charbon se fait à l'aide d'une pelle et d'une fourche, en évitant de mettre du sable et de la terre dans les sacs

13 DEFOURNEMENT DU CHARBON PRODUIT

- Attendre que le four ait bien refroidi avant de sortir le charbon, ce que le charbonnier peut facilement vérifier en touchant les parois de la meule avec la main : elles ne doivent être que légèrement tièdes ;
- Nettoyer et bien arranger le site de défournement en débroussaillant et aplanissant une surface d'environ 10 x 5 m pour étaler le charbon produit ;
- Effectuer le défournement au petit matin pour bien distinguer les braises restantes. Ces dernières seront recouvertes de terre ou de poussière ;
- Enlever doucement la couverture à l'aide d'une pelle : la terre d'abord puis les herbes et les feuilles ensuite ;
- Défourner et étaler le charbon sur le site préparé à cet effet ;
- Laisser refroidir complètement le charbon à l'air libre quelques heures ;
- Entasser le charbon dans les sacs à l'aide d'une fourche, en évitant de mettre du sable et de la terre dans les sacs.

Commercialisation du charbon

L'article 55 du projet de Décret portant révision du décret n° 82-312 réglementant la fabrication du charbon de bois prévoit qu'une réglementation particulière pourra être adoptée localement par les autorités locales. Celles-ci pourront créer des marchés ruraux pour tenir compte de leurs propres besoins et réalités.

Chaque VOI pourra disposer sur son territoire d'un site de commercialisation de ses produits. Ce site pourra être appelé marché rural et sera approvisionné par exploitation de la zone délimitée et définie par le Plan d'Aménagement et de Gestion Simplifié. Le VOI conservera son fonctionnement tel que défini dans le contrat de transfert de gestion sous loi 96-025.

La création de ce site marché rural permet au VOI d'améliorer les conditions du contrôle des flux de produits et de l'exploitation-transformation du bois en charbon par les charbonniers agréés. Il améliore les conditions de mise en œuvre du prélèvement fiscal au bénéfice du VOI, de la commune et de l'administration forestière.

Il permet de réduire et de décourager progressivement l'exploitation illicite qui domine actuellement.

14 OUTILS DE PRODUCTION

- Une hache et un coupe-coupe pour la récolte du bois et la découpe des grands tronçons en petits morceaux ;
- Une faucille pour le nettoyage du terrain (fauchage des pailles et des herbes) ;
- Une bêche pour creuser les événements ;
- Une pelle pour recouvrir la meule de terre ;
- Une fourche pour ramasser le charbon et la mise en sac
- Un fût d'eau pour éteindre tout départ d'incendie dans le site de carbonisation ;
- Des sacs et des cordes pour l'ensachage du charbon produit.





Financé par la Commission européenne, le projet CARAMCODEC a pour objectif de mettre en place les conditions d'une amélioration significative et pérenne de l'approvisionnement énergétique de la ville de Mahajanga et, dans un second temps, de l'ensemble des centres urbains malgaches à travers une stratégie nationale pour l'énergie domestique.

Le projet s'insère dans le processus de décentralisation de la gestion forestière de l'Etat vers les communautés de base (les VOI) en association avec les onze communes du bassin d'approvisionnement de la ville de Mahajanga qui s'insère dans la Région Boeny.

Le projet a proposé deux grands axes opérationnels :

- Le renforcement des capacités des acteurs de la gestion décentralisée du bois-énergie ;
- Le développement d'un cadre fiscal, économique et politique pour l'approvisionnement en énergie domestique des villes.

Ces deux axes se sont traduits par des actions tant aux échelles locales et régionales, centrées sur la région du Boeny, qu'au niveau national.

Dans la région Boeny, le projet CARAMCODEC a mené différentes actions de formation des acteurs auxquels l'Etat a confié la gestion des ressources de leurs terroirs, il s'agit notamment des charbonniers mais aussi des différents agents de contrôle des communes mais aussi de l'Etat (services forestiers notamment mais aussi agents de police et gendarmerie). L'enjeu majeur était de faciliter l'intégration des charbonniers dans le secteur formel par l'amélioration des leurs méthodes de carbonisation. Il est attendu que l'amélioration des capacités et la professionnalisation de ces différents acteurs apporte les conditions d'une gestion durable du bois-énergie dans les terroirs transférés.

Au niveau de onze communes rurales de la région Boeny, le projet CARAMCODEC a permis de perfectionner le système de contrôle décentralisé des flux de bois-énergie autofinancé par un mécanisme de fiscalité adaptée impliquant les communes rurales et les agents de l'administration forestière.

Enfin, en se basant sur les acquis obtenus dans la Région Boeny le projet CARAMCODEC a appuyé l'élaboration d'un cadre réglementaire rénové de production, transformation et commercialisation du charbon de bois préfigurant la mise en place d'une politique nationale d'approvisionnement en énergie domestique des grands centres urbains de Madagascar.

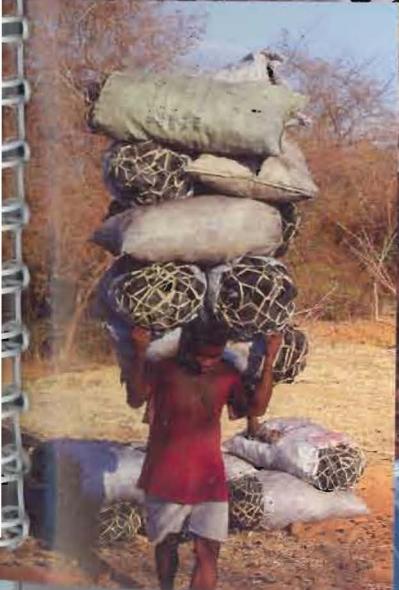
Programme Energie Intelligente – Europe

http://ec.europa.eu/energy/intelligent/index_en.html

**Commission européenne
Executive Agency for Competitiveness and Innovation (EACI)
Unit 1 - Renewable Energy**

E-mail: olivier.pastref@ec.europa.eu - Tel: +32 (0)2 298 60 30 - Fax: +32 (0)2 298 16 06

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet



Partenaires du projet CARAMCODEC :

CIRAD (Madagascar)

Centre de Coopération Internationale en
Recherche agronomique pour le Développement

Département Forêt - U.R.P. Forêt et biodiversité
BP 853 - Antananarivo 101 MADAGASCAR

Contact :

Pierre MONTAGNE

pierre.montagne@cirad.fr - www.cirad.mg
Tel : +261 32 04 609 29 - Fax : +261 20 22 408 21



Le CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) est un centre de recherche agronomique spécialisé dans les productions tropicales et méditerranéennes. C'est un Etablissement Public français à Caractère Industriel et Commercial (EPIC) placé sous la double tutelle du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et du Ministère des Affaires Étrangères et Européennes. Les activités du CIRAD relèvent des sciences du vivant et de la terre, des sciences sociales et des sciences de l'ingénieur appliquées à l'agriculture, la forêt et l'élevage, à l'alimentation, aux ressources naturelles et aux territoires ruraux.

CRA-W (Belgique)

Centre wallon de Recherches agronomiques

Département Génie rural
Chaussée de Namur, 146
B-5030 Gembloux BELGIQUE

Contact :

Romain CREHAY

crehay@cra.wallonie.be - www.cra.wallonie.be
Tel : +32 81 62 71 53 - Fax : +32 81 61 58 47



Le Centre wallon de Recherches agronomiques est un organisme d'intérêt public de la Région wallonne de Belgique. Le CRA-W mène des études et des activités de développement des filières de valorisation énergétique de la biomasse depuis le début des années 80. Le CRA-W participe à des projets internationaux d'études et de mise en œuvre de filières bioénergie en Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique latine.

FOFIFA (Madagascar)

Centre National de la Recherche Appliquée au
Développement Rural

Département Recherches Forestière et Piscicole
BP 904 - Ambatobe Antananarivo 101
MADAGASCAR

Contact :

Alain Michel RASAMINDISA
alainrasami@yahoo.fr

Tel : +261 32 04 495 12 - Tel : +261 32 24 353 22



Le Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural (Cenraderu)-FOFIFA est un établissement public à caractère industriel et commercial. Il apporte, au travers de son département des recherches forestières et piscicoles (DRFP), son appui et assistance technique dans le domaine de l'amélioration de la carbonisation, des plantations et des approches sociologiques et économiques du secteur forestier. Il regroupe 336 chercheurs et agents dont 13 chercheurs au département des recherches forestières et piscicoles. Gestion, maintenance et suivi scientifique des vergers à graine forestière (essentiellement eucalyptus). Depuis 2002, le CIRAD et le FOFIFA sont partenaires fondateurs avec l'Université d'Antananarivo de l'Unité de Recherche en Partenariat Forêts et Biodiversité pour la mise en place de recherches liées à la gestion rationnelle des ressources naturelles et la diversité biologique à Madagascar.

PARTAGE (Madagascar)

Association Participation à la Gestion de
l'Environnement

Ambodisiry lot II A 14 A Y - Antananarivo 101
MADAGASCAR

Contact :

Serge RAZAFIMAHATRATRA
partageassociation@yahoo.fr

Tel : +261 32 04 495 12



L'Association Participation à la Gestion de l'Environnement (association PARTAGE) est une organisation non gouvernementale spécialisée dans l'appui à la gestion des ressources naturelles renouvelables par les communautés locales. Elle a déjà assuré l'appui à la mise en place dans la région Boeny de 16 contrats de transferts de gestion des ressources naturelles renouvelables à travers l'élaboration accompagnée des outils de gestion des associations (plan d'aménagement et de gestion du terroir après négociation patrimoniale, définition des critères techniques de valorisation des ressources, fiscalisation des produits des ressources valorisées, d'indemnité de règlement des litiges et des effractions liés à la gestion des ressources, cahiers des charges des parties contractantes, etc.). Partage a été chargé de tout le travail d'animation rurale et de mise en œuvre des orientations générales du projet.