DK549533 BA-RP 3065

Rapport de Mission de

Gilles CALCHERA Ingénieur CIRAD
et
Jean-Louis KERGUEME (AIP) Département de Mécanique. Université Montpellier 2
à Rabat, Maroc, du 13/04 au 19/04/2009

Projet: PRAD 08/08 (16878 WC)
Titre du Projet: **Détermination des axes principaux d'anisotropie, caractérisation technologiques et valorisation de la loupe de thuya *tetraclinis articulata* par le tranchage et sciage.**

Déroulement de la mission:
Cette mission était principalement organisée autour de la récolte et apprêtage de loupe de thuya dans les forêts du plateau central de Oulmes et Khémisset en présence de Thierry LAURENT chef de projet PRAD 08/08 et Mohammed El Mouridi doctorant sur le sujet de la problématique loupe de thuya.
Cette mission nous a aussi permis d'échanger, avec les partenaires marocains, les résultats scientifiques obtenus jusqu'à présent et de définir les démarches à entreprendre pour mener à bien le projet. Elle s'est déroulée sans incident.

Programme:

Lundi 13 avril arrivée à l'aéroport de Casablanca. Accueil par le chauffeur du CRF (Centre de Recherche Forestière) et voyage jusqu'à Rabat. Discussion en fin de journée sur l'organisation détaillée de la semaine.

Mardi 14 avril Formalités administratives. Discussions scientifiques au CRF avec **A. Famiri** (chef de projet marocain du PRAD), échange de données expérimentales et bilan de l'avancement du projet PRAD 08/08. Discussion sur l'organisation de la sortie en forêt pour la vérification des indices in situ de la présence ou non de loupe de thuya. Préparation du matériel nécessaire et finalisation d'un questionnaire destiné aux professionnels du travail de la loupe de thuya. Visite de la scierie et observation de loupes anciennement exploitées.

Mercredi 15 avril Déplacement dans la forêt d'Oulmes dans le plateau central en présence de A. Famiri, O. Lamzoudi, technicien au CRF, Thierry Laurent, Mohammed El Mouridi et nous-mêmes. Arrêt au CDF (Centre de Développement Forestier) d'Oulmes, discussion sur l'objectif scientifique de l'exploitation de la loupe à extraire en présence de Aïn LHOUT LAHCEN Ingénieur-chef du CDF de Oulmes, Abdelaziz TALEB, chef de district de Dar Laarossi et Saïd FRYHAH, chef de triage de Tifourghaline Sud. Sur la route, arrêt à la coopérative de travail du thuya d'Oulmes, discussions avec les artisans menuisiers pour dégager les connaissances empiriques liées à l'usinage de la loupe de Thuya. Départ pour l'Oued de Boulahmeil et arrêt pour le repas chez le Chikh (Agent de l'autorité locale) Hadou LAYATI. Extraction dans l'après midi d'une loupe de thuya sur une pente exposée au Sud, dégagement et découpe des racines environnantes pour l'étude ultérieure des liaisons ou relations existant entre la loupe et le système racinaire (en arabe loupe se dit « jedra » ce qui signifie racine). Discussion avec l'agent publique sur les éléments externes d'identification de la présence de loupe de thuya. Déplacement de la loupe à dos d'âne jusqu'au 4x4. Retour à l'hôtel : 20h30.

Jeudi 16 Avril Départ pour Khémisset. Arrêt au CDF de Khémisset, discussion avec l'ingénieur-chef du CDF de Khémisset, Hadou CHOUHANI et départ pour le lieu dit de Aït-Khaled avec le technicien du CDF, El Bakkal AGHARIM chef de triage de Kasba Hrira ainsi que 2 agents publiques Abdellah Bouabid et Bensaleh Abderrahim. Sur le lieu d'Aït-Khaled (forêt privée de la princesse) recherche de thuya présentant de la loupe. Identification et repérage de 2 arbres voisins. Extraction de 2 loupes, toujours sur une pente orientée au sud. Les 2 thuyas en taillis présentés comme celui de la veille une coupe ancienne de la souche mère. Cet élément nous a permis de construire un scénario relatif au développement de la loupe dans la souche. Ce scénario sera appelé par la suite « stress de coupe de la base de la souche mère ». Pour valider ce scénario, une des 2 souches recueillies ne présente pas les indices de présence de loupe mais présence une coupe à l'origine du déclenchement supposé de la formation de la loupe.

Vendredi 17 avril Travail d'apprêtage des loupes à la scierie du CRF en présence d'**A. Famiri**. Découpe en quartier de la loupe n°1 récoltée dans la forêt d'Oulmes. Repérage des échantillons par rapport à

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet
000099518

la numérotation des racines latérales, suivi d'un repère contenant l'axe longitudinal de l'arbre et la direction nord. Préparation de la loupe n°2 de Khémisset présentant les indices externes de présence de loupe. Cette loupe est destinée à être transportée au LMGC pour en analyser les relations existant entre la loupe et les racines d'une part et d'autre part pour dater l'âge de la loupe par rapport de la coupe de la souche mère. Préparation de la loupe n°3, ne présentant pas d'indice externe de loupe mais ayant subit dans le passé une coupe à la base de la souche mère. Cette loupe est destinée à subir une coupe en quartier pour vérifier la présence ou non de loupe de thuya. Discussion sur le transport de la loupe. La logistique du transport devrait être assurée par le CRF et payée grâce au budget « matériel » du PRAD, demande de dérogation au retour à P. Dorchies.

Samedi 18 avril Déplacement à l'Université Mohamed V Agdal de Rabat. Discussion et création d'un groupe de travail autour de la problématique de la loupe de thuya sous l'initiative de Bousselham KABOUCHI, incluant les entités CRF(Rabat), LMGC (Montpellier), Laboratoire de Spectronomie Moléculaire, Optique & Instrumentation Laser (Rabat), CIRAD(Montpellier),ENSET (Rabat). Cette réunion s'est faite en présence de **B. Kabouchi**, **M. OUBREK**, **M. LOTFI**, **A. Famiri, M. El Mouridi**, S. El Alami, T. Sahdane, G. Calchera, JL Kergueme, T. Laurent. L'objectif est de coordonner nos différentes actions. Un projet CNRS/CNRST nouvellement accepté permet de disposer de moyens supplémentaires pour l'étude de la loupe de thuya. Des compétences nouvelles sont venus renforcés le groupe de travail permettant d'envisager de nouveaux développement des déchets de la loupe, actuellement brûlés, sous forme d'huile essentielle ou de parfum. L'après midi a été consacrée à la visite de la pépinière expérimentale de loupe de thuya du CRF, en présence de Abdelaziz El Alami (porteur de ce projet) et M. ABERCHANE chercheur (CRF). L'objectif de cette plantation est de faire subir aux thuyas différents stress et de mettre en relation la nature du stress sur les arbres avec la présence ou non de formation de loupe. Cette visite nous a permis de caler les premières récoltes au mois de mai ou juin et profiter de l'envoi des loupes récoltées à Khémisset et à Oulmes, pour envoyer les souches de quelques arbres témoins de la plantation et en effectuer un scanner 3D (outil de visualisation de la loupe dans la souche).

Dimanche 19 avril Retour à Montpellier.

Personnes rencontrées:

Les personnes rencontrées sont (en gras celles avec lesquelles des discussions scientifiques ont eu lieu):

-Enseignants-chercheurs:

B. Kabouchi, Professeur à l'Université Mohammed V-Agdal, Lab. Spectronomie Physique Appliquée.
M. OUBREK, ENSET de Rabat
M. LOTFI, ENSETde Rabat

-Personnels de la Centre de Recherches Forestières (CRF):

A. El Abid, Ingénieur en Chef, Responsable du Laboratoire des Essais Physiques et mécaniques
A. Famiri, chercheur et responsable du PRAD 08/08 côté marocain.
A. El Alami, chercheur
O. Lamzoudi, technicien

-Etudiants:

M. El Mouridi, étudiant en thèse, valorisation du bois de la loupe de thuya
S. El Alami, étudiant en thèse à la Faculté des Sciences de Rabat
T. Sahdane, étudiant en thèse à la Faculté des Sciences de Rabat

-Personnels des Centres de Développement Forestier d'Oulmes
A. LHOUT LAHCEN Ingénieur chef
A. TALEB, chef de district de Dar Laarossi
S. FRYHAH, chef de triage de Tifourghaline Sud

-Personnels des Centres de Développement Forestier de Khémisset
H. CHOUHANI ingénieur-chef du CDF

A. El Bakkal technicien, chef de triage de Kasba Hrira
A. BOUABID et **A. BENSELSALEH**, agents publiques

Bilan des activités durant la mission:

-Discussion au Centre de Recherche Forestière (CRF).

La visite de ce partenaire incontournable pour toute recherche sur le bois au Maroc, avec lequel notre Laboratoire collabore depuis 1997 dans le cadre de projets PRAD, s'imposait. Nous avons longuement discuté avec A. Famiri et A. El Abid en présence de T. Laurent et M. El Mouridi. Cette visite a permis de se rendre compte des moyens expérimentaux existant dans ce centre de recherche et nous a permis d'identifier la nouvelle presse qui nous permettra, au cours de ce projet PRAD de réaliser des panneaux de contreplaqués. La pépinière expérimentale de thuya est apparue comme un outil important pour la compréhension de la formation de la loupe de thuya. En effet, tous les arbres ne développent pas de loupe à la base du tronc. Il est donc important d'identifier le stress à l'origine de ce déclenchement de formation de loupe.

-Sortie en forêt sur le plateau central (Oulmes et Khémisset).

Cette sortie en forêt a dépassé les objectifs visés. Elle nous a permis d'une part bien évidemment de récolter du matériel végétal et d'autre part d'engager des discussions sur le terrain avec les artisans que ce soient les « extracteurs de loupe » ou les menuisiers qui la travaillent généralement dans des coopératives. Pour un thuya sur pied, les indices de présence de loupe sont visibles à la base du tronc. Il s'agit de petits picots ou bossages. Les observations menées sur le terrain et les discussions avec les agents « extracteurs de loupe » nous ont permis de dégager une constante présente chez les arbres qui développent de la loupe. En effet, il apparaît que les arbres ayant développés de la loupe au niveau du collet de l'arbre présentent tous une coupe de la souche mère suite à une première exploitation du fût pour en faire des madriers. Cette constante révélée nous invite donc à penser que le mécanisme de formation de la loupe est déclenché par le stress de la coupe. L'arbre se met à rejeter au pied de la souche, et ces rejetons constituent ce qui nous appelons dans la loupe les excroissances. Pour vérifier ce scénario nous avons récolté une loupe présentant une coupe de la souche mère mais ne présentant pas les indices de présences de loupe de type picots ou bossages. Ce scénario sera à vérifier sur le scanner des loupes en repérant :

- l'âge de l'arbre ;
- l'âge de la loupe ;
- l'âge de la coupe de la souche mère.

On devrait naturellement retrouver que :
« l'âge de l'arbre = l'âge de la loupe + l'âge de la coupe de la souche mère »

Nous nous sommes aperçus au cours de ces sorties que la connaissance empirique que ce soit sur le travail ou sur l'extraction est relativement importante alors qu'il est très difficile de trouver des écrits sur ce sujet. Il nous apparaît important dans la suite de ce projet d'envisager une enquête pour recueillir cette information auprès des artisans d'Essaouira (lieu le plus important du Maroc d'exploitation de façon « mécanique » (sciage, tranchage) et d'extraction de la loupe).

-Réunion de travail à la faculté des Sciences de Rabat : création d'un groupe de travail

Cette réunion s'est faite en présence de **B. Kabouchi**, **M. OUBREK**, **M. LOTFI**, **A. Famiri**, **M. El Mouridi**, S. El Alami, T. Sahdane, G. Calchera, J-L. Kergueme, T. Laurent. L'objectif est de coordonner nos différentes actions. Un projet CNRS/CNRST nouvellement accepté permet de disposer de moyens supplémentaires pour l'étude de la loupe de thuya. Des compétences nouvelles sont venues renforcer le groupe de travail permettant d'envisager de nouveaux développements dans l'utilisation des déchets de la loupe de thuya (actuellement brûlés) sous forme d'huile essentielle ou de parfum. A la suite de cette réunion, le chef de projet français a élaboré un document de présentation synthétique (fig.1) qui servira de fil conducteur aux différents acteurs du projet. Il permet d'identifier pour chacun des axes de valorisation de la loupe de thuya, l'étude à mener ainsi que l'équipe qui conduira cette étude. Nous envisageons pour la suite, de piloter ou contrôler l'état d'avancement du projet en utilisant l'outil Gantt-project qui donnera par la suite la priorité des études (ou des taches) et qui assurera la réalisation des objectifs du PRAD dans les délais impartis.

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

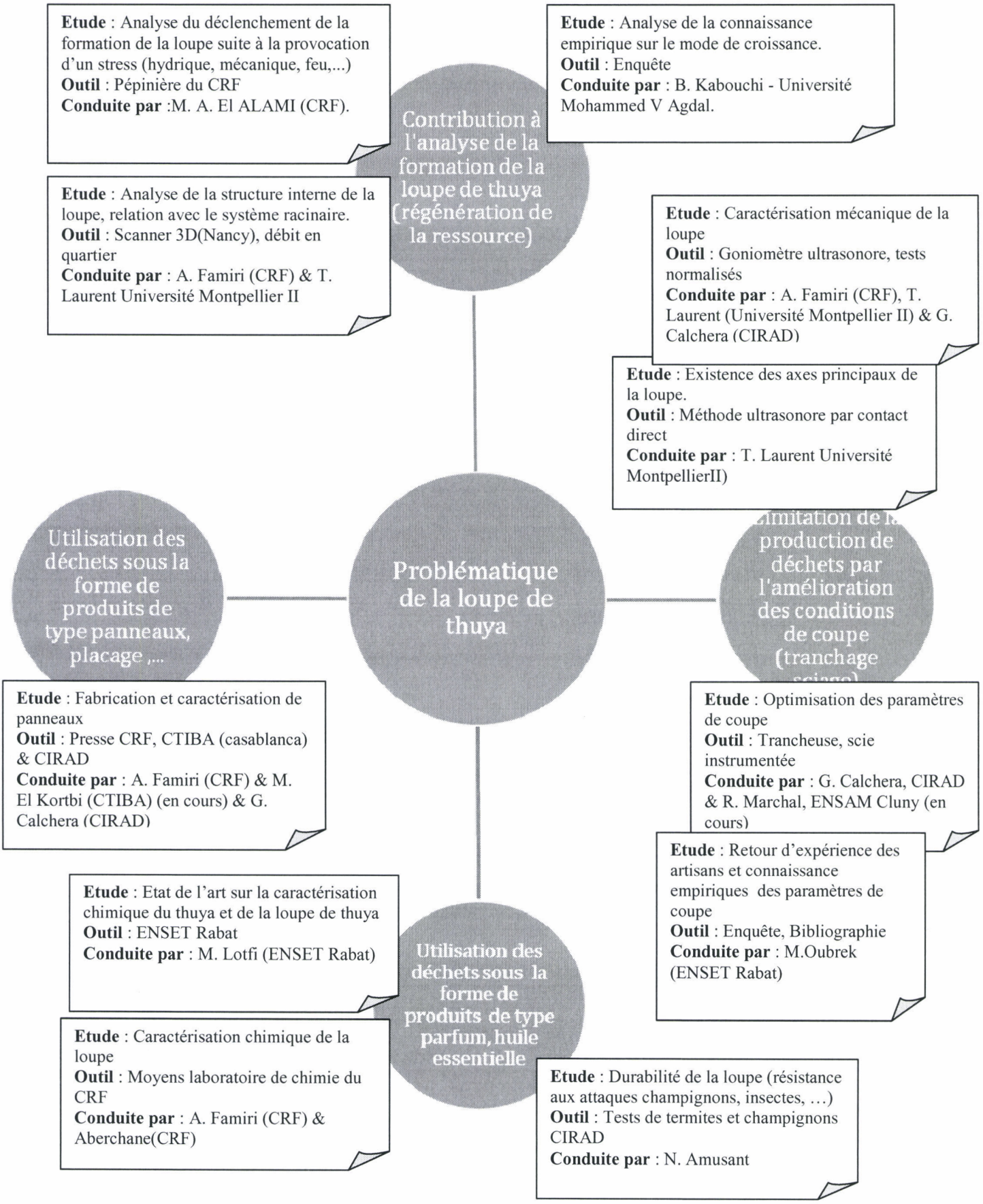

Figure 1 – Document synthétique des études à mener selon l'axe de valorisation

Bilan du projet

Le bilan qui va être détaillé ci-après, est la synthèse de plusieurs réunions et discussions avec des membres du CRF, réparties sur toute la durée de la visite, ainsi que par des séances de travail avec Mohammed El Mouridi, actuellement en thèse sur le sujet du bois de la loupe de thuya. Nous avons discuté de :

- la nouvelle distribution des tâches dans l'organisation à venir (distribution plus détaillée que celle qui figure sur le projet initial);
- la prochaine visite du chef de projet marocain à Montpellier
- la distribution de l'enveloppe financière du projet et notamment la ligne budgétaire « matériel » que nous souhaiterions voir diriger vers le transport des loupes de thuya récoltées durant ce séjour, en France au LMGC, pour pouvoir en effectuer l'analyse. Cet impératif de transport des loupes et de récupération de ce matériel végétal en France est justifié par le fait qu'il n'existe pas de scanner 3D au Maroc. L'outil scanner est un outil incontournable pour l'analyse des modes de croissance de la loupe. Nous demanderons de retour en France une dérogation auprès de Philippe Dorchies, responsable des PRAD, concernant cette modification d'affectation du budget « matériel » du PRAD.
- la prochaine visite de l'étudiant marocain planifiée en début d'année universitaire 2009-2010 pour la réalisation des expériences à mener sur les loupes transportées.

Point sur l'avancement du projet:

Le projet a pour objectif de valoriser le bois de la loupe de thuya pour des usages notamment technologiques. En première approche, cet objectif passe par *l'identification des axes principaux d'anisotropie du bois de la loupe de thuya*. En début de projet (année 2008), et pour atteindre cet objectif, nous avons envisagé de développer respectivement, deux méthodes expérimentales différentes:

- une méthode acoustique de type marteau-force accéléromètre, conduite par le chef de projet marocain sur un polyèdre
- une méthode ultra-sonore par contact direct, mené par le chef de projet français, sur une sphère de loupe de thuya.

Ce séjour a été l'occasion de confronter nos résultats qui s'avèrent très encourageants. Le développement de la technique ultrasonore menée sur des sphères de loupe de thuya a permis de montrer que le comportement de la loupe à une échelle macroscopique est différent du comportement orthotrope du bois. On peut dire que l'on retrouve dans la loupe de thuya l'anisotropie existant entre le plan transverse du bois (anisotropie dans les directions radiale et tangentielle). Autrement dit, la distribution des excroissances ainsi que les ondulations de l'enveloppe ligneuse imposées par la présence des excroissances de la loupe de thuya modifient les sens de développement des tissus. Contrairement au bois de thuya par exemple la direction longitudinale n'est plus la direction principale ou privilégiée du matériau bois. Ce résultat expérimental est à rapprocher des premiers résultats obtenus par scanner 3D de la loupe. En effet, on retrouve une distribution radiale et « quasi-sphérique » des excroissances. Ces premiers résultats inédits, nous invite à poursuivre notre investigation expérimentale et à vérifier ces premiers résultats sur les loupes récoltées dans le cadre de cette mission.

Nous devons également poursuivre les travaux de caractérisation du bois de la loupe de thuya par des méthodes ultra-sonores de type goniométrique. Un goniomètre ultrasonore est en phase de re-conception au LMGC dont la mise en service est prévue pour la fin du mois de juin. Ces essais seront également doublés par des essais normalisés sur la loupe.

En parallèle nous conduirons également d'autre investigation scientifique conformément aux axes présentés précédemment et qui devrait aboutir vers une valorisation à l'horizon 2010.

Problématiques susceptibles de faire l'objet de futures collaborations

Lors de discussions que j'ai eu avec MM A.Famiri, B. Kabouchi , A. El Abid, nous avons évoqué la perspective d'une collaboration entre la Faculté des Sciences de Rabat, le CRF (Rabat), le LMGC (Montpellier) et le département de Mécanique de l'Université des Sciences de Montpellier 2. Il s'agit de l'étude et de la réalisation d'un prototype de concassage de noix d'argan. Ce prototype est destiné à réduire la pénibilité du travail réalisé entièrement manuellement et uniquement par les

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

femmes dans les campagnes marocaines. Ce projet social vise à stabiliser les femmes marocaines dans leur campagne et limiter ainsi l'exode rural. Il a été spécifié les contraintes fortes de ce projet comme l'absence d'énergie autre que l'énergie humaine ou encore le prix de revient faible de cet outil d'aide au concassage. Nous avions déjà envisagé des actions sur ce sujet au cours de la dernière visite d'Avril 2008, comme celle d'un analyse de cette problématique par des étudiants de l'Université Montpellier II au cours d'unité d'enseignement de type « projet industriel ». Dans le courant de l'année universitaire 2008-2009 nous avons débuté une action sur ce sujet. Actuellement nous avons réalisé le cahier des charges fonctionnel de ce produit concasseur. Nous envisageons de poursuivre ce travail lors de la prochaine année universitaire par la réalisation d'une maquette virtuelle sous Pro-engineer.