Plantation de taillis à croissance rapide sur des terres agricoles en déprise et production de biomasse ligneuse pour la papeterie et l'énergie

---

Développement d'une filière intégrée
en Basse-Normandie

Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie — Avril 1989

(en collaboration avec Biomasse Normandie
et l'Institut pour le Développement Forestier)

1167-1.
ENV

Thaïes
N° inv: 6887

Plantation de taillis à croissance rapide sur des terres agricoles en déprise et production de biomasse ligneuse pour la papeterie et l'énergie

---

Développement d'une filière intégrée
en Basse-Normandie

Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie

(en collaboration avec Biomasse Normandie
et l'Institut pour le Développement Forestier)

Avril 1989

SOMMAIRE

I - LA DEPRISE DES TERRES AGRICOLES EN NORMANDIE 1

II - LE BOIS DE TRITURATION ET LE BOIS-ENERGIE EN NORMANDIE 2

. Bois de papeterie

. Bois-énergie

III - PROGRAMME DE PRODUCTION ET D'UTILISATION DE LA BIOMASSE LIGNEUSE DANS LE CADRE D'UNE FILIERE INTEGREE "DE LA PEPINIERE A LA CENDRE" 4

1) Défricher, implanter et exploiter des taillis à croissance rapide 4

2) Approvisionner la papeterie ou les chaufferies 5

. La papeterie

. Les chaufferies

3) Innovation pour des chaufferies bois de moyenne puissance 7

IV - APPROCHE ECONOMIQUE PREVISIONNELLE 9

1) Evaluation du prix de revient du taillis à croissance rapide à la tonne de matière sèche 9

2) Analyse de la compétitivité des produits obtenus 10

3) Rentabilité du taillis à croissance rapide pour l'agriculteur 12

V - CONJUGUER APPROCHES ENERGETIQUE, ENVIRONNEMENTALE ET SOCIO-ECONOMIQUE 14

VI - LES PARTENAIRES DU PROGRAMME 15

. Organigramme du projet

. Principales étapes du travail engagé par les partenaires du programme

VII - DEVIS 18

VIII - LISTE DES ANNEXES 20

I - LA DEPRISE DES TERRES AGRICOLES EN NORMANDIE

Selon de récentes estimations, entre dix et vingt millions d'hectares en Europe (15 % de la surface agricole utile) sont menacés d'abandon, principalement dans les régions herbagères spécialisées en production animale. Alors que le phénomène de désertification est déjà ancien en zone de montagne ou de piémont, la déprise des terres agricoles est relativement récente dans les régions de l'Ouest bocager.

Ce processus, lié au vieillissement de la population agricole (en Basse-Normandie, 60 % des chefs d'exploitation ont plus de 50 ans), a été très fortement accéléré par le contingentement des productions, en particulier par l'institution des quotas laitiers en 1984. Dans le Calvados notamment (régions du Pays d'Auge et du Val d'Orne), des terres consacrées depuis des siècles à l'herbe pour l'élevage laitier ou la production de viande sont progressivement abandonnées parce que se prêtant mal aux travaux du sol exigés par une production de céréales ou de cultures fourragères. Les friches ont tendance à gagner le paysage, à partir des haies bocagères non entretenues. Pour autant, même si la pente et/ou l'hydromorphie interdisent les méthodes culturales intensives, les potentialités agronomiques de ces terres ne sont pas systématiquement médiocres (sols profonds, humifères et bien irrigués).

Dans une récente enquête effectuée sur cinq communes à l'ouest de Lisieux (1) par la Chambre d'Agriculture et Biomasse Normandie, on a estimé que 20 à 25 % des superficies agricoles étaient d'ores et déjà en friches ou susceptibles de le devenir à moyen terme. Face à cette situation, deux réponses s'esquissent :

- l'extensification des cultures ou de l'élevage pour abaisser les charges à l'hectare ;

- le boisement des terres en vue de produire du bois d'oeuvre à très long terme, du bois d'industrie ou de l'énergie à plus court terme.

---

(1) Formentin, Manerbe, le Mesnil-Simon, le Pré d'Auge, Saint-Ouen-le-Pin.

II - LE BOIS DE TRITURATION ET LE BOIS-ENERGIE EN NORMANDIE

. Bois de papeterie

Deux sociétés papetières importantes, la Chapelle d'Arblay et la Société ALICEL, sont établies sur les bords de la Seine et utilisent comme matière première des petits bois provenant des exploitations forestières de la région (rondins d'éclaircies résineuses) ou des sous-produits de l'industrie du bois (plaquettes blanches de scieries), et importent par ailleurs une fraction de leur approvisionnement (Brésil...).

La Société ALICEL souhaite diversifier ses sources d'approvisionnement et envisage à terme de favoriser la plantation de 10 000 ha de taillis à croissance rapide dans un rayon maximum de 100 km autour de son usine.

L'essence que privilégie actuellement la papeterie est le peuplier qui correspond bien aux qualités de bois qu'elle recherche pour la fabrication des pâtes et qui, depuis vingt ans, a fait l'objet en France de très nombreux travaux de sélection génétique et de mise au point de techniques de plantation, sous l'égide notamment de l'Association Forêt Cellulose (A.FO.CEL), centre de recherche lié à l'industrie papetière. L'A.FO.CEL a installé 400 ha de plantations expérimentales dans différentes stations climatiques (programme national soutenu par l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie) (2).

Dans la mesure où la papeterie ALICEL n'utilise que des bois écorcés d'un diamètre supérieur à 15 cm, elle n'est susceptible de racheter que les deux-tiers de la biomasse ligneuse produite par ces taillis, le tiers restant devant impérativement trouver un autre débouché, a priori auprès de chaufferies industrielles ou urbaines situées dans le quadrilatère le Havre-Rouen-Evreux-Lisieux.

. Bois-énergie

En France et en Europe jusqu'à la fin des années 70, le chauffage au bois sous forme de déchets broyés et fluides (plaquettes, sciures...) concernait essentiellement les industries du bois pour des installations d'assez forte puissance et avec une technologie assez rustique. Les efforts d'innovation entrepris à la suite du second choc pétrolier ont abouti à la réalisation de chaufferies au bois déchiqueté ou aux déchets de scieries dans des établissements du secteur tertiaire. En Normandie, on citera notamment les deux chaufferies à déchets de scierie des hôpitaux d'Evreux, exploitées par la Compagnie Générale de Chauffe et la COFRETH et celle du Centre Arditti dans l'Eure.

Toutefois, les équipements proposés étaient peu adaptés aux puissances moyennes (de 300 à 600 kW) ou d'un coût prohibitif par rapport au volume de combustibles substitués et donc aux économies attendues.

---

(2) Annexe IB. Taillis à croissance rapide dans le secteur agricole : Etat actuel des connaissances.

La Chambre d'Agriculture de Normandie, puis l'Association Biomasse Normandie, ont pour leur part entrepris, dès le début des années 80, un important programme de recherche-développement pour utiliser, sous forme de bois déchiqueté, dans des chaufferies de moyenne puissance, le bois des haies du bocage et les rémanents de l'exploitation forestière. Ce programme s'est concrétisé par la réalisation en Basse-Normandie d'une dizaine de chaufferies au bois déchiqueté d'une puissance comprise entre 150 et 600 kW dans les secteurs agricole et tertiaire et dans l'industrie du bois (3).

Depuis un an, ces chaufferies, jusqu'alors difficilement reproductibles, ont fait l'objet d'améliorations très substantielles, se traduisant :

- d'une part, par une fiabilité accrue des équipements mécaniques ;

- d'autre part, par un abaissement du montant global d'investissement.

Sur le plan technologique, en liaison avec des partenaires scientifiques et techniques et des constructeurs, Biomasse Normandie a étudié un nouveau modèle de chaufferie bois (ensemble intégré "silo de stockage" et "local chaufferie", décaissé par rapport au niveau du silo) (4) et testé un certain nombre de composants (racleurs dessileur et convoyeur, piston-poussoir...), garantissant un bon fonctionnement de la chaîne d'extraction et de transfert du combustible, pour un montant d'investissement inférieur à celui des principaux équipements concurrents.

Ce programme d'innovation technologique et d'optimisation économique n'est pas achevé et on se propose de le faire aboutir dans le cadre du présent programme.

---

(3) Annexe II. Chaufferies de Marchésieux (Planche 1) et J. de Maussion (Planche 2).

(4) Annexe II. Chaufferie Motin (Planches 5 et 6).

III - PROGRAMME DE PRODUCTION ET D'UTILISATION DE LA BIOMASSE LIGNEUSE DANS LE CADRE D'UNE FILIERE INTEGREE "DE LA PEPINIERE A LA CENDRE"

1) Défricher, implanter et exploiter des taillis à croissance rapide

On se propose de mettre en oeuvre un programme de plantations de taillis à croissance rapide :

- 50 ha sur des terrains actuellement en friches rachetés par la SAFER Basse-Normandie avec l'appui de l'Etablissement Public Basse-Seine (domaine public) ;

- 50 ha sur des terres jouxtant celles rachetées par la SAFER, également en friches et appartenant à des propriétaires privés qui souhaitent les conserver dans leur patrimoine, sans toutefois les laisser improductives.

Il s'agit donc d'une **démonstration en vraie grandeur** concernant la région du Pays d'Auge et du Val d'Orne, dans le département du Calvados, où seraient implantées :

- des essences telles que le peuplier, pour lequel on dispose de références acquises dans différentes régions, y compris en Normandie, avec des niveaux de productivité atteignant 12 à 15 tonnes de matière sèche/ha/an ;

- d'autres essences telles que le saule ou l'aulne, mieux adaptées à certains terrains hydromorphes situés en fond de vallée, qui ont donné d'excellents résultats au stade expérimental (5), mais restant à confirmer sur une plus grande échelle.

Dans le cadre de ce programme, il s'agit à la fois de **démontrer la faisabilité technico-économique de cette nouvelle agro-sylviculture**, c'est-à-dire d'analyser les contraintes techniques, environnementales et socio-économiques, et d'**évaluer les coûts de travaux tout au long de la filière :**

- remise en état des terrains en friches (débroussaillage, désherbage...) ;
- travaux de plantation, d'entretien et de suivi ;
- exploitation des taillis à maturité.

Le protocole d'études portera sur les cent hectares plantés.

---

(5) cf. les travaux des instituts spécialisés tels que l'INRA pour l'aulne et les centres de recherche anglo-saxons pour le saule. Stations de recherche de LONG ASHTON à Bristol (M.SCOTT), de KINSEALY à Dublin (Michael BULFIN), de LONGHALL, Comté d'Armagh, Irlande du Nord (Malcolm DAWSON).

On se propose d'analyser, en tenant compte des contraintes pédo-climatiques et pour différentes essences, densités de peuplement et durées de rotation :

- d'une part, les productivités obtenues (tonnes de matières sèches par ha et par an) ;

- d'autre part, les caractéristiques du produit en fonction des qualités exigées par les acheteurs (la papeterie ayant notamment un cahier des charges assez strict en ce qui concerne les essences et le diamètre minimum des billons).

En fonction des possibilités de mécanisation des différents travaux et compte tenu de la configuration (pente) et de la nature (hydromorphie) des terrains, on appréciera, pour chacune des essences et selon les écarts entre les rangs, les possibilités d'une récolte mécanisée ou semi-mécanisée et, plus généralement, la difficulté des travaux forestiers (abattage, tronçonnage et débardage, broyage-déchiquetage), sur les parterres de coupe ou les aires de dépôt (6). En fonction des productivités obtenues et des coûts de production et d'exploitation, on évaluera les prix de revient de la biomasse ramenée à la tonne de matière sèche (t.MS), conditionnée en billons pour la papeterie, ou déchiquetée pour être livrée en chaufferie.

2) Approvisionner la papeterie ou les chaufferies

. La papeterie

Pour des raisons de sécurité au stade de la production et de l'exploitation, on a fait le choix d'implanter plusieurs essences d'arbres à croissance rapide et de rechercher plusieurs débouchés complémentaires ou substituables dans l'hypothèse d'une défaillance d'un des secteurs utilisateurs. La complémentarité doit nécessairement jouer entre le débouché papetier et l'usage énergétique puisque la papeterie n'acceptant que les billons écorçables délaisse les bois de diamètre inférieur à 13-15 cm (7), lesquels doivent être broyés sur parterre de coupe et trouver un débouché auprès de chaufferies collectives, industrielles ou urbaines.

En tout état de cause, on souhaite privilégier les essences "polyvalentes", à usages multiples, comme l'aulne, alors que le peuplier semble plus particulièrement adapté au bois de trituration et le saule au bois de chauffage.

On envisage aussi d'introduire des essences à croissance rapide susceptibles d'être éventuellement converties à terme en peuplements traditionnels pour une production de bois d'oeuvre par exemple.

---

(6) Annexe IA. Page 5 à 7.

(7) Certaines essences comme le saule, lorsqu'elles rejettent de souche, fournissent de trop nombreux brins qui ne peuvent trouver un débouché qu'en chaufferie une fois broyés.

On tiendra compte du cahier des charges imposé par les acheteurs les plus importants, comme la papeterie, tout en recherchant parallèlement d'autres valorisations susceptibles de maximiser la rentabilité des plantations, tant au niveau de l'abaissement des charges d'exploitation que du prix de vente des produits.

. Les chaufferies

On se propose à moyen terme de "faire passer au bois" certains réseaux de chaleur ou des chaufferies de forte puissance de l'industrie ou du tertiaire utilisant un combustible fossile.

Cet objectif est toutefois difficile à atteindre actuellement, compte tenu du prix extrêmement faible des combustibles de référence (fioul lourd et charbon), inférieur au prix de revient "entrée chaudière" du kWh bois déchiqueté issu de cultures d'arbres (8).

L'objectif retenu est donc de réaliser dans un premier temps des chaufferies bois de moyenne puissance pour trois établissements, dont deux situés en zone rurale, qui utilisent actuellement (ou qui utiliseraient dans le futur) du fioul domestique ou du gaz naturel. Il s'agit :

- d'une chaudière de 300 kW, au Centre AFPA de Caen, pour une extension des ateliers du Centre ;
- d'une chaudière de 600 kW pour les bâtiments du Lycée Agricole de Saint-Pierre-sur-Dives, actuellement chauffés au fioul domestique ;
- d'une chaudière de 600 kW pour une future piscine à Thury-Harcourt.

La consommation de ces trois chaufferies est estimée à environ 350 TEP/an. Elles pourraient être approvisionnées par des plaquettes de bois déchiqueté provenant de 70 ha de taillis produisant en moyenne 5 TEP/ha/an (12 t.MS) (9).

Dans un premier temps, ces chaufferies pourraient utiliser des déchets de scierie (écorces, sciures et dosses déchiquetées), à un prix relativement faible, ce qui permettrait d'accélérer l'amortissement des installations, avant que la biomasse cultivée, d'un prix nécessairement plus élevé, ne prenne le relais. Dans cette perspective, il conviendra, dès la mise en place des chaufferies, de négocier des contrats d'approvisionnement avec les scieurs, pour une durée limitée à trois/cinq ans, et, pour la période ultérieure, avec des maîtres d'ouvrage publics ou privés qui géreront ou exploiteront les terres replantées (10).

---

(8) Annexe III. Page 7 et 8.
(9) Environ 200 ha si on livre les gros brins à la papeterie, et qu'on ne valorise en chaufferie que le tiers restant.
(10) Le stock de déchets de scierie pourrait ainsi servir à lancer la filière et à faciliter la trésorerie des opérations, toujours délicate au cours des premières années.

3) Innovation pour des chaufferies bois de moyenne puissance

Le programme d'amélioration technologique sur les chaufferies de puissance moyenne, engagé depuis plusieurs années en Normandie, trouvera son accomplissement dans la réalisation des trois opérations projetées, et tout particulièrement **dans celle du Centre AFPA de Caen**, réalisée avec le concours des mécaniciens et des thermiciens de l'établissement.

On optera pour une **variante-enterrée**, dérivée du modèle conçu par Biomasse Normandie pour les déchets de scierie, en conservant le principe du décaissement du local chaufferie par rapport au silo de stockage ; la chaufferie et le silo de stockage seront l'un et l'autre enterrés, ce qui permettra, grâce à une toiture amovible, de benner directement le bois déchiqueté dans le stockage-tampon, principe proche de la soute à charbon et bien adapté aux établissements du secteur tertiaire.

Trois solutions techniques seront par ailleurs mises en oeuvre afin de se rapprocher d'un modèle optimisé :

1 - **Choix d'un avant-foyer** (ou d'une chaudière à foyer intégré) **à alimentation par le bas**, ce qui permet d'abaisser le coût du génie civil en limitant le décaissement de la chaufferie par rapport au silo (11).

2 - **Introduction du bois déchiqueté dans l'avant-foyer par piston-poussoir**, proche du prototype, avec manchette de raccordement conique, déjà testée.

Contrairement aux alimentations avec vis sans fin, ce système permet d'introduire dans le foyer des plaquettes de grosseur très hétérogène et offre une totale sécurité coupe-feu ; en effet, en régime veilleuse, à l'arrêt, le piston-poussoir demeure en position fermée, et en régime de marche normal (allers et retours du piston), on met la chaudière en dépression grâce à un extracteur mécanique, ce qui interdit les remontées de feu ou de fumée.

3 - **Pilotage de toutes les fonctions mécaniques et thermiques de la chaufferie par un automate programmable**, afin d'assurer une cohérence d'ensemble et de paramétrer (temporisation) les débits de combustible et d'air comburant, en jouant notamment sur les séquences de fonctionnement des racleurs, poussoirs, ventilateurs et extracteurs.

---

(11) Dans le modèle développé à la Scierie Motin, le chargement de l'avant-foyer Compte s'effectue par le haut, ce qui entraîne un décaissement supplémentaire de 1,50 m et un surcoût en génie civil de 40 000 F. Annexe 2, Planche 5.

Ce programme technologique sera conduit en coopération avec les constructeurs d'avant-foyers et de chaudières nationaux et européens (Etablissement Rat, Etablissement Compte, LTF, qui distribue le brûleur allemand Bioflam...), en ayant recours à des composants standards du marché (automates Télémécanique, régulation Staefa/Control), et en faisant fabriquer par des entreprises associées aux précédentes opérations, des équipements spécifiques (racleurs dessileurs, racleurs convoyeurs, pistons-poussoirs...) (12).

(12) Annexe II. Planche 7.

IV - APPROCHE ECONOMIQUE PREVISIONNELLE

Celle-ci comporte trois aspects :

- Une évaluation des coûts de production et d'exploitation des taillis à croissance rapide à la tonne de matière sèche (t.MS), réalisée à partir de données fournies :

  . par l'A.FO.CEL et l'INRA en ce qui concerne les productivités,

  . par l'ARMEF et d'autres centres techniques forestiers en ce qui concerne les coûts d'exploitation.

- Une analyse de la compétitivité des produits obtenus à partir des taillis à croissance rapide, par rapport à leurs concurrents :

  . bois de trituration provenant de la forêt traditionnelle ou produits d'importation ;

  . combustibles fossiles dans les secteurs de l'industrie, de l'habitat et du tertiaire. ..

- Une étude de la rentabilité pour les agriculteurs d'une production de biomasse ligneuse sur des terres marginales, difficiles à cultiver, notamment à labourer régulièrement, mais néanmoins à assez forte potentialité agronomique et donc adaptées à des cultures d'arbres pluriannuelles.

1) Evaluation du prix de revient du taillis à croissance rapide à la tonne de matière sèche

Une synthèse des études disponibles (13) permet d'apprécier le prix de revient de la t.MS rendue carreau usine ou entrée chaudière, en prenant en compte deux hypothèses de rémunération du producteur :

- Hypothèse 1 : 120 F la t.MS
  (soit 55 F/tonne de matière fraîche sur pied).

- Hypothèse 2 : 200 F la t.MS
  (soit 90 F/tonne de matière fraîche sur pied).

---

(13) Annexe III, source ARMEF et Centres Techniques Forestiers.

On considérera également deux filières de valorisation :

- **Filière 1** : découpe en billons pour la papeterie et déchiquetage du tiers restant.

- **Filière 2** : déchiquetage en plaquettes de la totalité des brins.

Dans la première filière de valorisation (découpage en billons et broyage du tiers restant), le coût de l'ensemble des travaux met le prix de vente de la t.MS "carreau usine" à :

- 470 F, si l'on paie le produit 120 F la t.MS au producteur.

- 550 F, à 200 F la t.MS pour le producteur.

Dans la seconde filière (broyage de la totalité des perches), le prix de vente à la t.MS "entrée chaudière" serait voisin de la première filière, puisque l'économie effectuée sur le façonnage en billons équivaut pratiquement à l'accroissement des coûts de broyage-déchiquetage.

2) Analyse de la compétitivité des produits obtenus

● **Par rapport aux approvisionnements papetiers**

Actuellement, carreau usine, les prix des billons achetés par la papeterie aux exploitants forestiers sont compris dans **une fourchette de 350 à 470 F la t.MS.**

Dans l'hypothèse 1 (prix payé au producteur 120 F/TMS), on se situe à un prix proche du coût actuel d'approvisionnement des papeteries.

Dans l'hypothèse 2 (prix payé au producteur 200 F/TMS), le surcoût d'approvisionnement, pour la papeterie, serait compris dans une fourchette de 20 à 40 %.

● **Par rapport aux énergies concurrentes**

Le prix de revient du taillis à croissance rapide, selon le prix du produit sur pied payé au producteur (120 à 200 F la t.MS), **met le kWh entrée chaudière dans une fourchette de 11 à 13 cts, soit un prix moyen d'environ 12 cts.**

On rapprochera ce prix de ceux des combustibles concurrents :

- **dans l'industrie** : 7 à 8 cts/kWh pour le fioul lourd, le charbon, le gaz naturel et les déchets de scierie ;

- **dans les secteurs de l'habitat et du tertiaire** : 20 cts/kWh pour le fioul domestique et le gaz naturel.

On va donc évaluer la possibilité de substituer du bois déchiqueté aux énergies fossiles dans ces deux situations :

Premier cas : **chaufferies industrielles ou urbaines de forte puissance (> 1 500 kW) utilisant du charbon ou du fioul lourd**

Dans l'hypothèse d'un nouveau projet ou d'une rénovation, le coût d'investissement d'une chaufferie à bois déchiqueté n'est pas nécessairement supérieur à celui des équipements au charbon ou même au fioul lourd. Par contre, le bois déchiqueté, dont le prix de revient (12 cts/kWh) dépasse d'environ 50 % celui de ses concurrents, n'est pas actuellement compétitif, à la différence des déchets de scierie bruts et non conditionnés (6 à 8 cts/kWh).

Seul avantage de la biomasse ligneuse : une moindre pollution atmosphérique par les fumées (absence de rejets soufrés et plus faible production de NOx et d'hydrocarbures).

Deuxième cas : **chaufferies collectives en moyenne puissance (300 à 1 500 kW) de l'habitat et du tertiaire, au fioul domestique ou au gaz naturel**

Entrée chaudière, le différentiel de prix entre fioul domestique (ou gaz naturel) et bois déchiqueté est actuellement d'environ 8 centimes en faveur de la biomasse. Toutefois, malgré l'abaissement du coût de réalisation d'une chaufferie au bois déchiqueté de puissance moyenne "clés en main" (génie civil, équipements mécaniques, avant-foyer, chaudière...), le montant de l'investissement demeure encore environ deux fois et demie plus élevé que celui d'une chaufferie à combustible conventionnel, liquide ou gazeux, de puissance équivalente.

Dans l'hypothèse d'une construction neuve, où le maître d'ouvrage a la possibilité d'opter entre deux solutions "fioul/gaz" ou "bois", si l'on rapproche le surcoût de la solution bois de l'économie réalisée sur le combustible, on obtient **un temps de retour brut de l'investissement compris**, selon les puissances installées et le volume du combustible substitué, **entre 6 et 8 ans.**

Sur un horizon de calcul de 12 ans et avec les hypothèses rappelées en annexe, on peut constater que **le coût moyen actualisé par TEP** (notion intégrant l'inflation, la dérive du prix des énergies, le taux de l'emprunt et la rémunération des capitaux propres), **est pratiquement identique : entre 3 400 et 3 600 la TEP toutes charges confondues**, sauf pour les puissances supérieures à 1 000 kW, qui donnent un léger avantage au bois (3 100 F la TEP bois au lieu de 3 350 la TEP fioul, soit un écart de 7 % en faveur du bois).

Si l'on se situe par contre dans le cas d'une chaudière fioul existante, amortie mais encore en état de fonctionnement, le surcoût d'investissement de la solution bois correspond au coût total de cette nouvelle chaufferie, **le temps de retour brut de l'investissement** devient alors systématiquement **supérieur à 10 ans** et, quelle que soit la puissance installée, le fioul prend l'avantage (plus de 10 à 20 %, en coût moyen actualisé sur 12 ans) (14).

Faute de rentabilité à court terme, les projets inclus dans le programme doivent donc être compris comme une poursuite d'efforts de recherche-développement se situant dans la perspective d'un éventuel retournement de conjoncture énergétique.

3) Rentabilité du taillis à croissance rapide pour l'agriculteur

Pour un même itinéraire technique (trois rotations de 7 ans sur 21 ans) et une densité de peuplement de 3 000 plants/ha, on a fait deux hypothèses de productivité correspondant aux résultats obtenus par les centres de recherche français et étrangers :

- 12 tonnes de matière sèche/ha/an dans de bonnes conditions, sur terrains fertiles et bien irrigués ;

- 8 tonnes de matière sèche/ha/an, sur des terres de moins bonne qualité.

On s'est fixé pour objectif un revenu net actualisé pour l'agriculteur de 1 000 F/ha/an (appelé par certains auteurs "coût d'opportunité") et on a évalué la rentabilité intrinsèque de cette production de biomasse ligneuse en prenant en compte deux prix de biomasse sur pied payés aux producteurs :

Hypothèse 1 :

55 F la tonne de matière fraîche (120 F la t.MS), prix actuellement proposé par la papeterie.

Hypothèse 2 :

90 F la tonne de matière fraîche (200 F la t.MS), prix supérieur d'environ un tiers à celui de la papeterie.

Pour une productivité de 12 tonnes de MS/ha/an, le prix de revient de la biomasse sur pied est égal à 250 F la t.MS. Pour 8 t.MS/ha/an, il est de 395 F.

---

(14) Annexe III.

Quels que soient les niveaux de productivité atteints et pour les deux prix d'achat de la biomasse proposée au producteur, on ne peut donc pas garantir à ce dernier un revenu net de 1 000 F/ha/an, hors subvention. Selon les productivités atteintes, une subvention d'équilibre (15), à répartir sur les trois premières années de production, devra être comprise :

- pour l'hypothèse 1 (120 F t.MS) : entre 14 000 et 18 000 F/ha (en F 89) ;

- pour l'hypothèse 2 (200 F t.MS) : entre 6 000 et 13 000 F/ha.

Les hypothèses de prix proposées aux producteurs ont été déterminées en fonction du marché, de manière à ce que la biomasse demeure compétitive face à ses concurrents (bois de trituration et énergies fossiles). On observe qu'une production de bois de taillis, sous ces conditions, n'atteint pas actuellement son seuil de rentabilité sans aide financière des pouvoirs publics. Toutefois, le niveau des aides publiques resterait acceptable, si l'on veut bien considérer qu'on occupe les terres pendant 21 ans et les comparer aux subventions communautaires et nationales prévues pour le gel des terres : 1 500 à 2 300 F/ha et par an en Basse-Normandie.

(15) On a pris en compte également une aide forfaitaire à la plantation de 5 500 F/ha qui est actuellement envisagée par les pouvoirs publics français.

V - CONJUGUER APPROCHES ENERGETIQUE, ENVIRONNEMENTALE ET SOCIO-ECONOMIQUE

Au strict plan énergétique, depuis le contre-choc pétrolier, la rentabilité de la filière bois-énergie, tout particulièrement lorsque le combustible provient de cultures énergétiques, est difficile à atteindre.

Toutefois, en Basse-Normandie, les partenaires de la filière bois-énergie, qu'ils appartiennent aux milieux agricoles ou forestiers ou aux agences spécialisées (A.F.M.E....), et les élus locaux, considèrent qu'il convient de continuer à réaliser des chaufferies bois et de maintenir une veille technologique en accumulant les références pour se prémunir contre toute évolution négative de la situation énergétique.

C'est en ce sens qu'on a choisi de réaliser, **au Centre AFPA de Caen**, spécialisé en thermique du bâtiment, une chaufferie innovante, prolongeant ainsi une collaboration ancienne entre cet établissement et Biomasse Normandie.

Au plan de la déprise des terres et de l'aménagement du territoire, les régions agricoles herbagères de la Normandie, qui connaissent de grandes difficultés économiques, doivent, au-delà d'une exploitation rationnelle de leur patrimoine forestier, repenser l'aménagement d'espaces agricoles en voie de désertification. Dans une perspective de diversification des activités rurales, **le Lycée Agricole du Robillard, à St-Pierre-sur-Dives**, situé au coeur de la région du Pays d'Auge, entend former de futurs agriculteurs et jouer un rôle moteur dans l'aménagement et le (re) développement du milieu.

De la même façon, **le chauffage au bois d'une piscine à Thury Harcourt**, envisagé par le Syndicat du Val d'Orne, s'inscrit dans le projet d'une petite région qui cherche à créer des emplois en développant le tourisme vert, lié à la qualité des paysages, et de nouvelles productions agricoles et forestières.

L'ensemble du programme doit donc être compris comme une tentative de créer une nouvelle filière de production agro-sylvicole, en intégrant au mieux les contraintes d'environnement (à cet égard, on a privilégié les essences feuillues), **la problématique d'ensemble étant sous-tendue par une préoccupation permanente de créations d'activités et de maintien du revenu des populations rurales.**

Comme on ne saurait mésestimer les contradictions et les divergences d'intérêts entre les différents acteurs de la filière (producteurs et acheteurs par exemple), le programme fera l'objet **d'une large concertation** qui devra dégager **un consensus** et surtout déterminer sur la base des études et observations effectuées **les optima technologiques et économiques.**

VI - LES PARTENAIRES DU PROGRAMME

Ce programme sera conduit par la Chambre d'Agriculture de Normandie, maître d'ouvrage délégué, qui en confiera la maîtrise d'oeuvre technique à l'Association Régionale Biomasse Normandie, associée à plusieurs partenaires techniques :

- l'Institut pour le Développement Forestier (M. BAZIN), spécialisé en foresterie ;

- les Instituts qui ont effectué des travaux de sélection génétique sur différentes essences à croissance rapide : l'Association Forêt Cellulose (M. BONDUELLE) et l'INRA (MM. TEISSIER du CROS et BOUVAREL)...

- The Agriculture and Food Development Autority de Dublin (M. BULFIN) qui a engagé un très important travail de sélection génétique sur le saule et est prêt à fournir des boutures de différentes variétés.

La multiplication des boutures et des plants sera assurée par un pépiniériste de la région d'Alençon (M. LEMONNIER), qui, depuis plusieurs années déjà, travaille en collaboration étroite avec l'I.D.F. et l'A.FO.CEL.

L'Association Régionale Biomasse Normandie effectuera les études de faisabilité technico-économiques concernant les chaufferies, les équipements thermiques étant fournis, sur la base d'un cahier des charges précis et après appel d'offres, par les constructeurs RAT, COMPTE, LTF (brûleur Bioflam) VYNCKE (16), et les équipements mécaniques construits par des entreprises de la région normande.

Les concours financiers mobilisés à ce jour sont les suivants :

- **pour l'achat de 50 ha de terres, la remise en état, les plantations et leur suivi** : l'Etablissement Public Basse-Seine, avec comme opérateur foncier la SAFER de Basse-Normandie, pour un montant de 2 400 000 F ;

- **pour la plantation de 50 ha** : des maîtres d'ouvrage privés, propriétaires ou agriculteurs, pour un montant de 1 000 000 F ;

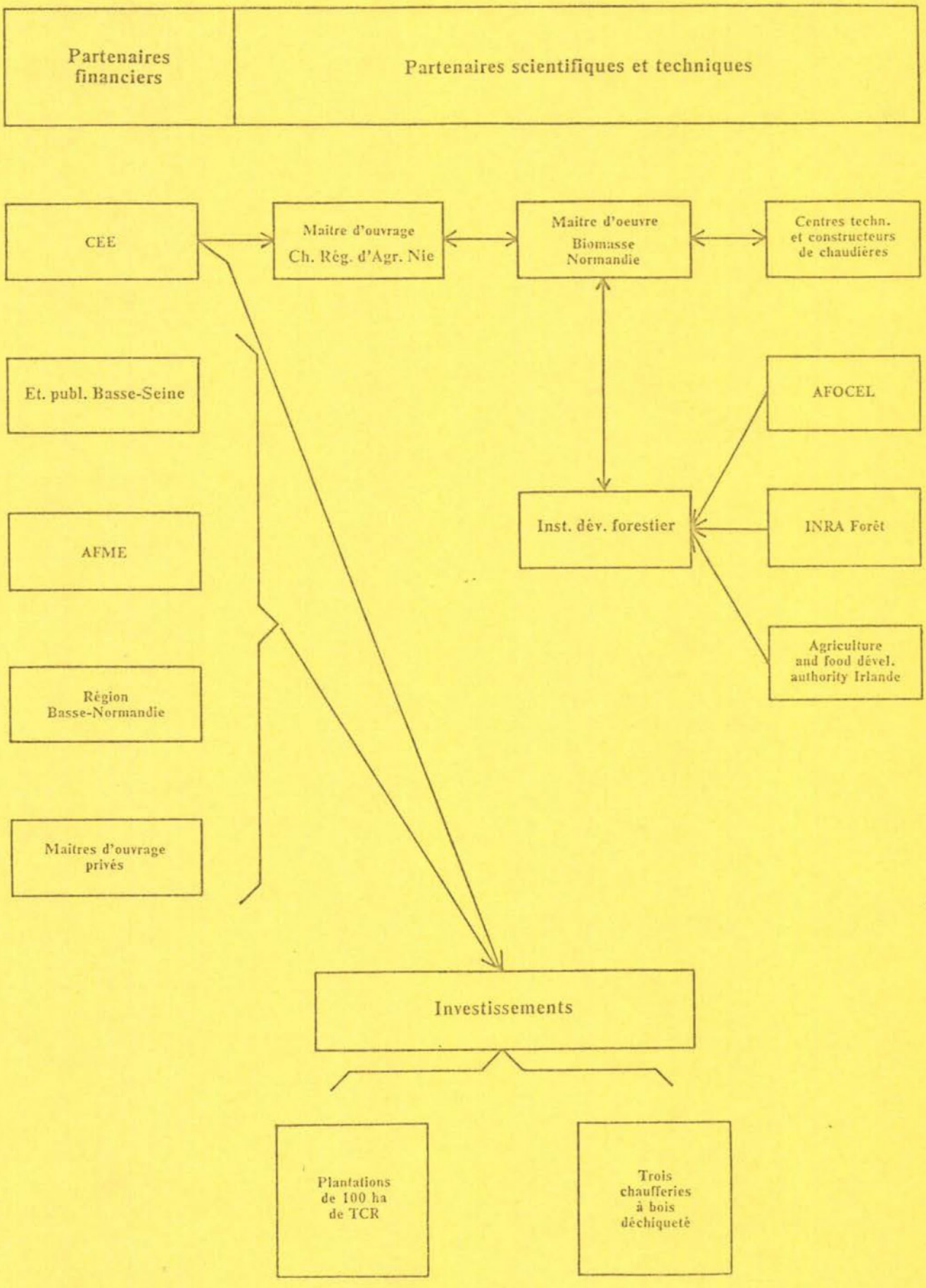
- **pour la réalisation des chaufferies** : les gestionnaires des établissements, l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie et la Région Basse-Normandie, pour un montant estimé à 1 460 000 F (le coût total des chaufferies ayant été évalué à 2 560 000 F).

La participation demandée à la Communauté Européenne s'élève pour sa part à 3 300 000 F, soit 40,5 % du coût total du programme.

---

(16) RAT et COMPTE (constructeurs français), Bioflam (constructeur allemand), VYNCKE (constructeur belge).

Organigramme du projet



PRINCIPALES ETAPES DU TRAVAIL ENGAGE

PAR LES PARTENAIRES DU PROGRAMME

1978-79 : Enquête sur les potentialités énergétiques de la biomasse dans une commune du Bocage Normand : Marchésieux (Manche).

1981 à 1986 : Réalisation d'un programme expérimental à Marchésieux (Chambre d'Agriculture et Biomasse Normandie) comportant deux volets :

- mobilisation du bois de haie par broyage-déchiquetage ;
- réalisation d'une chaufferie prototype au bois déchiqueté de 150 kW, à alimentation automatique (plusieurs modifications successives).

1984 : Réalisation de deux chaufferies au bois déchiqueté et exploitation des taillis du domaine de l'Association Jean Bosco (Calvados).

1985 : Plantation de 5 ha de taillis à courte rotation (peupliers) sur des terrains appartenant à l'Association Jean Bosco dans le cadre de la convention A.F.M.E./AFOCEL.

1985 : Réalisation au Domaine de Tertu (Orne) d'une chaufferie à plaquettes de bois humides, avec du matériel finlandais importé (SASMO).

1986 : Implantation de 5 ha de taillis à courte rotation (peupliers) au Domaine de Tertu dans le cadre de la convention A.F.M.E./AFOCEL.

1986 : Réalisation d'une nouvelle chaufferie prototype au bois déchiqueté au Centre de Formation Agricole d'Essay (Orne).

1987 : Etude et mise au point d'un piston-poussoir prototype au Centre d'Essay.

1988-89 : Etude et réalisation à la Scierie Motin (Orne) d'une chaufferie à alimentation automatique aux déchets de scierie.

VII - PLANTATION DE TAILLIS A CROISSANCE RAPIDE SUR DES TERRES AGRICOLES EN DEPRISE ET PRODUCTION DE BIOMASSE LIGNEUSE POUR LA PAPETERIE ET L'ENERGIE

Devis en F.HT

Dépenses		Recettes		
- Plantation de 50 ha achetés sur fonds publics nationaux (Et.Public Basse-Seine)	2 400 000	- Financements privés :		
		. Propriét. fonciers	1 000 000	22,8%
		. Gestionnaires des chaufferies	860 000	
- Plantation de 50 autres ha appartenant à des propriétaires privés hors achat des terres	2 000 000			
- Réalisation de trois chaufferies au bois déchiqueté	2 560 000	- Financement public français :		
		. Etablissement Public Basse-Seine	2 400 000	36,8%
		. AFME et Région Basse-Normandie	600 000	
- Travaux de recherche, études des projets, suivi de chantiers	1 200 000	- Aide CEE	3 300 000	40,4%
	8 160 000		8 160 000	100%

soit en écus

- montant total du projet : 1 165 714 écus
- aide demandée à la C.E.E. : 471 428 écus

COMMENTAIRES CONCERNANT LE DEVIS

1 - Les plantations

On a estimé le prix d'achat des terrains à 10 000 F par ha et évalué les frais d'aménagement des terrains, de mise en place et d'entretien des plantations, d'exploitation des taillis, à environ 40 000 à 42 000 F/ ha (bord de route ou aire de stockage)

C'est cette somme (40 000 F) qui a été inscrite en dépenses, sans prendre en compte une éventuelle valorisation des produits. Ce choix résulte des surcoûts inhérents à une phase de recherche-développement ainsi que des incertitudes liées aux débouchés pour toute nouvelle filière de production.

Dans l'hypothèse d'une vente des produits à la papeterie ou à des chaufferies, les moyens ainsi dégagés seront affectés à un nouveau programme de recherche.

2 - Les chaufferies

L'investissement pour les trois chaufferies a été estimé à 2 560 000 F qui de décomposent de la façon suivante :

- Centre AFPA de Caen (300 kW) : 680 000 F
- Piscine de Thury-Harcourt (600 kW) : 810 000 F
- Lycée Agricole de Saint-Pierre-sur-Dives (600 kW) (chaufferie + petit réseau de chaleur) : 1 070 000 F

On se référera à l'annexe économique pour constater que la rentabilité de la substitution bois TCR/fioul est plus faible dans cette gamme de puissance qu'à partir de 1 000 kW installés. On souhaite toutefois réaliser ces chaufferies en raison du caractère démonstratif des sites retenus (centre technique, lycée agricole...) et pour optimiser la technologie dans cette gamme de puissance, dans une perspective de remontée du prix des combustibles fossiles.

3 - Travaux de recherche, d'étude et suivi de chantiers

La répartition des crédits d'étude serait la suivante :

- Chambres d'Agriculture (Régionale et Départementale) 300 000 F
- Biomasse Normandie (maîtrise d'oeuvre et coordination du programme) 400 000 F
- Institut pour le Développement Forestier (conduite des travaux de foresterie) 300 000 F
- Instituts de recherche spécialisée (fourniture des pieds-mères, suivi des essais...) 200 000 F

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I :

IA. INSTALLATION DE TAILLIS À CROISSANCE RAPIDE :
Méthodologie et itinéraire technique

IB. TAILLIS À CROISSANCE RAPIDE DANS LE SECTEUR AGRICOLE :
Etat actuel des connaissances

IC. BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE II :

IIA. CHAUFFERIES AU BOIS DECHIQUETE ET A DECHETS DE BOIS EN BASSE-NORMANDIE

IIB. BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE III :

IIIA. LES TAILLIS A CROISSANCE RAPIDE POUR LA PAPETERIE ET L'ENERGIE :
Analyse économique prévisionnelle

IIIB. BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I :

IA. INSTALLATION DE TAILLIS À CROISSANCE RAPIDE :
Méthodologie et itinéraire technique

IB. TAILLIS À CROISSANCE RAPIDE DANS LE SECTEUR AGRICOLE :
Etat actuel des connaissances

IC. BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE II :

IIA. CHAUFFERIES AU BOIS DECHIQUETE ET A DECHETS DE BOIS EN BASSE-NORMANDIE

IIB. BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE III :

IIIA. LES TAILLIS A CROISSANCE RAPIDE POUR LA PAPETERIE ET L'ENERGIE :
Analyse économique prévisionnelle

IIIB. BIBLIOGRAPHIE

SYNTHESIS OF THE PROPOSAL

In the western French bocage, the fixing of production quotas has been bringing about the abandonment of pasture aeras, often unadaptated to tillage on account of their slope or hydromorphy. 20 to 25 % of agricultural land in the Pays d'Auge of Calvados is already or likely to be in medium range term fallow land.

The paper industry firms wish to diversify their sources of supply with short rotation scrub plantations and favour the poplar, a selected species of well known performances, but they only use barkable billets and give up a third of ligneous biomass produced by the scrubs. Until the end of the 70', chipped wood fed heating systems only concerned installations of fairly high power, because the proposed equipments were maladapted or too expensive for mediumm powers. The Chambre d'Agriculture and Biomasse Normandie have then been leading a program of research and development about chipped wood supplied boiler rooms, to study new patterns, reduce the investment costs and make people consider the wood alternative for these numerous medium powered boiler houses in rural aeras.

Aim of the program

It is proposed now to implement a program of plantation of short rotation scrub on one hundred ha of presently fallouw land, with poplar, and also willows and alders, better adapted to some hydromorphic or poorer lowlands, that have proved good results on an experimental scale. It is aimed to demontrate the technical and economical feasability of this new agro-sylviculture by :

- measuring the productivity of scrubs, according to different soil and climate conditions ;
- assessing difficulties and costs of the work of plantation and management costs.

It is also proposed to valorize this wood by realizing three innovating boilers, according to the works of Biomasse Normandie. A previsional approach showed the cost price of short rotation scrub would be between 470 and 550 F per ton of dry matter, depending on how much the product is paid to the produ-cer. For the paper industry, the supplying overcost is between 0 and 40 %. Chipped wood from energetic crops price is about 12 cts/kWh : 40 % more than heavy fuel oil and 30 % less than fuel oil or gas, in tertiary or housing sector.

The production of ligneous biomass is therefore not profitable, except in these last mentionned sectors, to supply above 1 000 kW powered boilers (the paying off of the overcost is about 6 years). According to productivities (8 to 12 tons of dry matter per ha and per year) and the standing biomass cost price (120 to 200 FF/ton of dry matter), the farmer can

only obtain a net income of 1 000 FF/ha/year with subsidies which would have to be up to between 6 000 and 18 000 FF/ha.

Beyond energetic and paper objectives, the program aims rural aeras development, attempting to create a new agro-sylvicultural "production line" integrating the environmental constraints and favouring employment. The present program will be managed by the Chambre d'Agriculture that will entrust technical fore-manship to Biomasse Normandie and forestry works to the Institut pour le Développement Forestier, associated to several technical partners, specialized in genetical improvement of different fast growing species : A.FO.CEL, INRA Forêt Orléans and the Agriculture and Food Development Authority (Ireland).

SHORT ROTATION SCRUB PLANTATIONS ON ABANDONNED AGRICULTURAL LAND AND PRODUCTION OF LIGNEOUS BIOMASS FOR PAPER INDUSTRY AND ENERGY

.Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie

.Association Régionale Biomasse Normandie

.Institut pour le Développement Forestier

April 1989

1 - ABANDON OF AGRICULTURAL LAND IN NORMANDY

According to recent assessments, between ten and twenty million hectares of Europe (15 % of the useful agricultural land) are in danger of being abandonned, mainly those pasture areas specializing in animal production. While this phenomenon of population drain has already been in existence for a long time in mountainous or piedmonteses areas, abandonment of agricultural land is relatively new in the western French bocage.

This process, which is linked to the aging agricultural population - in Basse-Normandie, 60 % of the farmers are above 50 years old - has been very much increased by the fixing of production quotas, especially of milk production in 1984. In the department of Calvados in particular (Pays d'Auge and Orne valley areas), land that had been devoted for centuries to grass production for milk or meat products, has been progressively abandonned because it is unadapted to tillage which is necessary for cereal or fodder production. Fallow lands tend to invade the landscape, developping from those hedgerows which are no longer maintained.
Nevertheless, even if slope or hydromorphy prevent intensive land management, the agronomical potential of this land is not systematically mediocre (deep, rich in humus and well irrigated soils).

In a recent survey which concerned five rural districts (French comm unes) in the west of Lisieux[1] by the "Chambre d'Agriculture" and the Association Régionale Biomasse Normandie", it was assessed that 20 to 25 % of agricultural land is already or likely to be in medium range term fallow land.
Facing this situation, two possibilities are presented :

- extensification of cultivation or breeding to lower the expenses per hectare ;

- land afforestation for the production of timber wood for a long range term or wood for industry or fuel wood for a shorter term.

2 - WOOD FOR PAPER INDUSTRY AND FUEL WOOD IN NORMANDY

.wood for paper industry

Two important paper industry firms, La Chapelle d'Arblay and Alicel are settled by the Seine banks and use, as a raw material, wood of small diameters from local forestry enterprises (billets from softwood forest thinnings), or wood industry by-products (white chips from saw mills), and import otherwise a part of their supplies particularly from Brazil).

The Alicel firm wishes to diversify its sources of supply and is considering in the future favouring the plantation of 10 000 ha of short rotation scrubs within 100 kms around its plant.

The species that is at present favoured by the paper industry is the poplar which fits in well with its quality requirements for paperpulp production and which has been the subject of numerous works of breeding selection in France, as well as the settling of plantation techniques, in particular by the Association Forêt Cellulose (AFOCEL), the research body which is linked with the paper industry.

The AFOCEL has been settling 400 ha of experimental plantations under different climatical zones (a national program supported by the Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie).

Since the Alicel firm only uses barked wood of over 15 cm of diameter, it may only to buy two thirds of the ligneous biomass produced by the scrubs, the remaining third has to be sold other way, likely to industrial heating stations within the Le Havre - Rouen - Evreux - Lisieux quadrilateral.

.Fuel wood

Until the end of the 70's, in France as in Europe, fuel wood heating with fluid or chipped by products (sawdust, wood chips) mainly concerned wood industries for installations of fairly high power with rather simple technology.

The works of technical improvements that followed the second oil shock led to the settling of chipped wood or sawmill by-products fed heating systems in the tertiary sector.

In Normandy, we shall mention among others, the heating with sawmill by-products of the Evreux hospitals, run by the Compagnie generale de chauffe and the COFRETH, and that of the centre Arditti in the departement of Eure.

However, the proposed equipments were maladapted to medium powers (300 to 600 KW), or at prohibitive costs in relation to the amount for substituted fuels and therefore to the expected savings as well.

The Chambre d'Agriculture de Normandie and the Association Biomasse Normandie have been leading, since early 80's an important programme of research and development to use, the hedgerows wood and the wood refuses of the forest with chipped wood all fed into a medium range power heating system (cf. annexe technique, Chaufferies de Marchesieux et J. de Maussion).

This program materialized into about ten chipped wood supplied boiler houses, with a range of power of 150 to 600 kw in the agricultural and tertiary sector. The heating systems, up to now difficult to multiply, have been much improved since last year :

- firstly, by an increased reliability of the mechanical parts ;

- secondly by diminuishing the total amount of investment.

As for the technical aspects, in connection with scientific and technical partners and engineers, the Association Biomasse Normandie has been studying a new pattern of wood supplied boilers (integrating the silo and boiler house units under the level of the storing silo) (cf. annexe technique chaufferie Motin) and tested some different components (scrapers, desilers, conveyors, pushing pistons...) in order to secure the good working order of the fuel extraction and of the transfer chain and also to reduce the investment costs in relation to the main competitive equipment.

This technological innovation programme is not over yet and it is proposed to be completed in the framework of this submitted programme.

3 - PRODUCTION AND USE OF LIGNEOUS BIOMASS WITHIN AN INTEGRATED CHAIN "FROM THE NURSERY TO THE ASHES"

1/ To clear, plant and harvest short rotation scrub.

It is proposed to implement a programme of plantation of short rotation scrub on :

- 50 ha of presently fallow land bought by the S.A.F.E.A. in Basse-Normandie with the support of the Etablissement Public of Basse-Seine (public body) ;

- 50 ha of private fallow land, next to the land previously mentionned, whose owners wish to keep it but don't want to leave it unproductive.

The purpose is the demonstration on a real scale, concerning the Pays d'Auge and the Orne valley, in the departement of Calvados where the following would be planted :

- species such as poplar of which we have references from different areas including Normandy, having yields reaching 12 to 15 oven dried tons per ha per year ;

- other species such as willows and alders, better adapted to some hydromorphic or poorer lowlands, that have proved good results on an experimental scale (cf. works of specialised research station such as I.N.A. for alders and anglosaxon research station for willows)*(1)* but that have to be confirmed on a larger scale.

Within the framework of this programme, it is aimed to demonstrate the technical and economical feasibility of this new agro-sylviculture, that is to analyse the technical, socio-economical, environmental constraints and assess the costs along the working chain :

- putting the lands back to the state of cultivation (clearing, chimical weeding...) ;

- works of plantation and maintainance ;

- exploitation of the mature scrubs.

The studies will take the planted 100 ha into account. It is proposed to analyse, according to different densities of plantation, length of rotation, soil and climate conditions and species :

- on one hand, the total productivity (tons of dry matter per ha and per year) ;

- on othe other hand, the characteristics of the different products in relation with the required qualities (the paper industry, in particular, having a fairly strict schedule of conditions concerning the species and the minimum diameter of the billets).

According to the different species the width between the plantations lines, and the problems of slope and hydromorphy, the possibilities of mechanization of the different works will be considered specially in regard with the problems of felling, cutting, chipping and extracting between the harvesting sites and the storing area.

The cost prices of dry matter, either in billets for paper industry on chips for energy will be assessed for the different productivities and the production and exploitation costs.

---

1 - Research stations :
- Long ashon at Bristol (M. Astoh) Grande-Bretagne
- Kinseally at Dublin (M. Bulfin) IRL
- Longhall, county Armagh (M. Dawson) N. IRL

2/ Supplying of paper industry and boiler houses

.paper industry

For reasons of security concerning production as well as exploitation, the choice has been made to mix different species of fast growing trees and to aim different and complementary markets while keeping the possibilities of switching to other production in case of failure of one of the aimed markets.

The complementarity is still necessary between the paper industry and the fuel use, as the paper industry only uses the barkable billets which diameters are more than 13 to 15 cm *(2)*. The smaller woods must then be chipped and marketed towards urban, industrial on collective boiler houses.

Any how, the versatile species will be favoured, such as alders, as the used clones of poplars are particularly adapted to paper industry, and willows to fuel use.

Some fast growing species may also be used when susceptible to produce timber wood if managed as in more traditionnal sylviculture.

However, the schedule of conditions of the main buyers, such as paper industry will be aimed while considering any other valorization capable to maximize the plantation profitability either from the diminuishing of the harvesting costs or the increase of the selling prices of the products.

.Boiler houses

It is proposed to switch to fuel wood supplies some heating networks or industrial or tertiary boiler houses now supplied by fossil energies.

The aim is however difficult to achieve at present, because of the extremely low price of industrial fuel oil and coal, this price being lower than the cost price of the equivalent kwh of chipped wood from cultivated tree.

The followed aim is therefore to realize in a first step boilers of medium power for three buildings, two of them being situated in rural areas, that are at present or would be otherwise in the future, supplied with fuel oil or gas. These are :

2 - Somme species, such as willows, when cut back give too many sprouts that can only be marketed for fuel wood.

- a 300 KW Boiler, in the A.F.P.A. centre of Caen, for the extension of the centre workshops ;

- a 600 KW Boiler, for the buildings of the agricultural college of St Pierre-sur-Dives, at present supplied with fuel oil ;

- a 600 KW Boiler for a future swimming pool at Thury-Harcourt.

The consumption of these three boilers is assessed to be about 350 Tep per year ; they could be supplied with 70 ha of scrubs yealding 5 Tep/ha/year on an average (12 tons of dry matter) *(3)*.

To begin with, these boilers could be supplied with sawmill by-products (barks, sawdust, and chipped slabs), at a relatively low price that would permit to accelerate the paying off the equipments, before the cultivated biomass, which price is necessarily higher, takes over. In this prospect, it will be necessary, as soon as the boilers are functionning, to establish agreements of supply with the sawmill firms for 3 to 5 years and thereafter with the public or private partners that will manage the replanted lands *(4)*.

3/ Innovation of the medium powered, wood supplied boilers

The technological improvement programme of the medium powered boilers, which has been followed for several years in Normandy, will be completed with the setting of the three projected operations, and particularly the one of the A.F.P.A. centre of Caen which will be operated with the support of the centre mechanics and thermicians.
It will be opte for the "burried" alternative, derived from the Biomasse Normandie conceived pattern for sawmill by-products, by keeping the principle of boiler-room level lower than the silo of storage.

Both boiler room and silo of storage will be burried so that, thanks to a removable roof, to tipper the wood chips directly in the silo. This principle is close to the coal bunker and well adapted to the buildings of the tertiary sector.

4- The storing of by products could then be used to launch the chain, and easy the operation funding, which is always difficult during the first years.

3 - About 200 ha if the billets are sold to paper industries and only the remaining third in valorized as fuel wood.

Three technical solutions will be set in other respects, to get closer to an optimum pattern :

1. Choice of an underfed furnace, which enables to reduce the civil engeneering parts costs by reducing the depth of the boiler-room in relation to the silo (5) ;

2. Feeding of chipped wood in the head-end furnace with an already tested pushing piston, next to the prototype, with a conical transition.
   On the opposite of feeding with a perpetual screw, this system allows to introduce very heterogeneous sizes of chips in the furnace and is totally secure as fire stopping is concerned ; in by-pass working conditions, the pushing piston is actually closed and in normal working conditions, a depression is created in the boiler by a mechanical extractor which prevents from fire or smoke rise.

3. Driving of all mechanical and thermical functions of the boiler by a computerized automatism in order to insure the whole coherence and to parameter the fuel flow and the comburent air by regulating, among others, the working sequences of the scrapers, pushing pistons, fans and extractors.
   This technological programme will be led in association with national and European furnace makers (particularly the firms "Rat", "Compte", "L.T.F." that distributes the German burner "Bioflam") by using standard components of the market (telemecanical automatism, regulaters staefa-control...) and by making specialised firms manufacture specific equipments (desiling scrapers, conveying scrapers, pushing pistons...).

4 - PREVISIONAL ECONOMICAL APPROACH

It is made up of three aspects :

- Evaluation of production and harvesting costs of the short rotation scrubs, per ton of dry matter, made with supplied data from :

  .AFOCEL and INRA, concerning productivities ;

  .ARMEF and other forestry technical centers, concerning harvesting costs.

---

5 - In the developped pattern of the sawmill Motin, the feeding of the furnace head end is done upwards, which results supplementary works of burrying - 1,50 m more - and over costs of civil engeneering of 40 000 FF.

- Analysis of the obtained products competitiveness from the short rotation scrubs in relation with their competitors :

  .wood for paper industry from traditionnal forest, or imported ;

  .competitive fuel supplies in industrial, tertiary or housing sectors.

- Studies of profitability, for farmers, of ligneous biomass on difficult to cultivate and specially to till marginal lands, these lands having nevertheless some agronomical potentialities and therefore being adapted to pluriannual tree crops.

a) Evaluation of the cost price of short rotation scrub, per ton of dry matter.

A synthesis of the available studies *(6)* allows to assess the cost price per delivered ton of dry matter, taking into account two hypothesis of payment to the producer :

.Hypothesis n° 1 : 120 FF per ton of dry matter (i.e. 55 FF/ton of fresh standing matter) ;

.Hypothesis n° 2 : 200 FF per ton of dry matter (i.e. 90 FF/ton of fresh standing matter) ;

Two processes of valorization will be considered :

.process 1 : cutting of billets for paper industry and chipping of the remaining third ;

.process 2 : chipping of the whole matter.

In the first process of valorization (cutting of billets and chipping of the remaining third), the total "factory floor" cost per ton of dry matter puts the selling price for the producter up to :

- 470 FF if the producer is paid 120 FF/ton of dry matter ;

- 550 FF if the producer is paid 200 FF/ton of dry matter.

In the second process (chipping of the whole matter), the selling price per "boiler inlet" ton of dry matter would be close to the first process one, as the money saved by cutting the billets is practically the same as the increase of the chipping costs.

6 - Références : ARMEF et forestry technical centers

b) Analysis of the competitiveness of the obtained products :

.In relation to the paper industry supplies :

At present, the "factury floor" prices of the paper industry bought billets to the forestry enterprises are between 350 FF and 470 FF per ton of dry matter.

In the first hypothesis (paid price to the producer of 120 FF/ton of dry matter), the price is closed to the actual supplying cost of paper industries.

In the second hypothesis (paid price to the producer of 200 FF/ton of dry matter), the supplying overcost for the paper industry is between 20 and 40 %.

.In relation to competitive fuel supplies :

The short rotation scrub cost price, depending on how much the product is paid to the producer (120 to 200 FF per ton of dry matter), it ranks the "boiler inlet" KWh price between 0,11 FF to 0,13 FF (average price of 0,12 FF).

This price will be put together with competitive fuel supplies :

- <u>for industry</u> : 0,07 to 0,08 FF/KWh for heavy fuel oil, coal, gas or sawmill by-products ;

- <u>for the tertiary</u> or housing sector : 0,20 FF/KWh for fuel oil or gas.

We shall then assess the possibilities of switching from fossil energies to chipped wood in these two situations :

<u>First case</u> : **industrial or urban boilers using coal or industrial fuel oil.**

In the hypothesis of a new project or a renovation, the investment cost of chipped wood boiler is not necessarily higher than the one of coal or even heavy fuel oil supplied equipments. On the other hand, chipped wood having a cost price (0,12 FF/KWh) being 50 % higher than its competitors is not a present competitive as are raw sawmill by-products (0,06 to 0,08 FF/KWh).
The only advantage of ligneous biomass is a reduced atmospheric pollution by smoke (no sulfuric gases, and less production of nox and hydrocarbons).

Second case : medium power fuel oil and gas supplied collective boilers.

The difference of "boiler inlet" price between fuel oil and chipped wood is at present about 0,08 FF/KWh in favour of biomass. However, despite the decrease of chipped wood supplied boiler total investment cost (civil engeneering, mechanical equipments, fire, boiler...), the amount of investment is still two times and a half higher than a traditional liquid or gaseous fuel boiler of the same power.

In the hypothesis of a new construction, in which the investor can chose between the fuel oil or gas, or wood solution and taking into account the over cost of the wood solution and the money saved on the fuel, the paying off of the overcost lasts between 6 and 8 years, according to the power and the quantities of substituted fuel.

For a calculation over 12 years, it is reckoned that the actualized average cost per T.E.P. (notion integrating inflation, energy prices, interest rates and return on capital) is virtually the same : between 3 400 FF and 3 600 FF,per T.E.P. (all expenses included), a part for above 1 000 KW. powers that are slightly in favour to wood (3 100 FF per T.E.P. for wood instead of 3 350 FF for fuel oil, i.e. a difference of 7 %).
On the other hand, in the case of an existing, in order, but paid off fuel oil supplied boiler, the investment overcost of the wood solution corresponds to the total cost of this new boiler. In that case, the paying off of the overcost lasts systematically more than 10 years and the fuel oil is then in favour, whatever the power, for 10 to 20 % on a 12 years period.

Being not profitable in the short term, the included projects of the programme must be understood as the continuation of Research and development efforts, in eventual prospects of the turning round of the energetical circumstances.

c) Profitability of short rotation scrubs for farmers

For the same technical process (three seven year rotations in 21 years) and a plantation density of 3 000 plants/ha, two hypothesis of productivity, corresponding to the french and foreign research centers results :

- 12 tons of dry matter/ha/year in good conditions, on fertile and well irrigated lands ;

- 8 tons of dry matter/ha/year on lands of lesser quality.

A net income of 1 000 FF/ha/year (also called "opportunity cost"*(7)* has been aimed and the intrinsic profitability of this ligneous biomass production has been assessed, taking into account two prices for the paid to the producer standing biomass :

First hypothesis : 55 FF/ton of living matter (120 F/ton of dry matter) which is the present price paid by paperindustries ;

Second hypothesis : 90 FF/ton ol living matter (200 FF/ton of dry matter), which is about 30 % above the present price paid by paperindustries.

For a productivity of 12 tons of dry matter per ha and per year, the standing biomass cost price is 250 ff/ton of dry matter.
For 8 tons of dry matter per ha and per year, it is 395 FF.

What ever the reached levels of productivity, and for the two proposed prices to the producer, it is not possible to guarantee a net income of 1 000 FF/ha/year without subsidies. Depending on the productivities, the subsidies would have to be between :

- 14 000 to 18 000 FF/ha (in 1989 FF for the first hypothesis (120 FF per ton of dry matter) ;

- 6 000 to 13 000 FF/ha, to divide up among the first three years of production, for the second hypothesis (200 FF/ton of dry matter) *(8)*.

The proposed price to the producers hypothesis have been determined according to the market, so that biomass remain competitive regarding to its competitors (wood for paper industry and fossil energies). It is then noticed that no wood production from scrub reaches the profitability threshold without public subsidies. However, to guarantee a modest income to the producers (1 000 FF/ha/year) the level of subsidies would remain reasonable when considered that the lands would be freezed for 21 years and when compared to the E.E.C. or national subsidies given for food production (cereal crops, ovine meat...).

---

7 - J. C. SOURIE

8 - Fixed subsidies of 5 500 FF/ha which is considered by the French government is taken into account

5 - TO COMBINE ENERGETIC, ENVIRONMENTAL AND SOCIO-ECONOMICAL APPROACH

From a strict energetic point of view, since the oil counter-shock, the fuel wood rentability, particularly when the fuel wood comes from energetic crops, is difficult to reach.

However, in Basse-Normandie, the fuel wood partners, either from agricultural or forestry circles, or specialized bodies (A.F.M.E.) and local authorities, agree the necessity of continuing the installing of wood supplied boilers and keep a technological watch by multiplying the references, in order to be protected against any negative evolutions of energetic circumstances.

That is why the specialised in thermics A.F.P.A. centre of Caen has been chosen ; this will extend an old collaboration between this body and the Association Biomasse Normandie.

From the land abandon and country planning point of view, the pasture areas of Normandy, that have major economic problems must, beyond the rational management of their present forest areas, re-think the population drained farming land planning. In the prospect of diversification of rural activities, the agricultural college of Le Robillard, at St Pierre sur Dives, which is situated in the heart of the Pays d'Auge Area, means to train young farmers and play a major role for planning and developping the environment.

In the same way, the wood supplied heating of a swimming pool at Thury Harcourt, which is considered by the "Syndicat du Val d'Orne", lies within a small area project of developping the "green" tourism, linked with quality landscapes, and new agricultural and forestry production.

The whole programme must be then understood as an attempt to create a new agrosylvicultural "production line" by integrating the environmental constraints (that explains the choice of broadleave species), the main objective being to create activities and to maintain incomes for rural populations. As contradictions and divergences of interest between the different partners (producers and buyers for instance) must not be understated, the programme will undertake a wide and mutual consultation to end in a consensus and determine with priority economical and technical optima, on the basis of the carried out studies and observations.

6 - THE PROGRAMME PARTNERS

This programme will be managed by the Chambre d'Agriculture de Normandie, that will entrust the technical foremanship to the Association Régionale Biomasse Normandie who will be associated to several technical partners :

- the Institut pour le Développement Forestier (M. BAZIN), specialized in Forestry ;

- the Institutes that have led genetical improvement of different fast growing species : Association Forêt Cellulose (M. BONDUELLE) and INRA (MM. TEISSIER DU CROS and BOUVAREL) ;

- the Agriculture and Food Development Autority of Dublin (M. BULFIN) that have been leading a very important work of genetical improvement of willows and is ready to provide for cuttings of different varieties.

The cuttings and transplants propagation will be undertaken by a nursery in the Alençon area (M. LEMONNIER), on a schedule of conditions.

The existing financial supplies are as followed :

- for purchasing clearing, planting and managing 50 ha : the Etablissement Public Basse-Seine, and the Basse-Normandie SAFER to operate the land purchasing, for an amount of 2 400 000 FF ;

- for the plantation of 50 ha : landowners or farmers, for an amount of 1 000 000 FF ;

- for the construction of boilers : the building managers, the Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, for an estimated amount of 1 460 000 FF the estimated total cost of boilers being 2 560 000 FF).

The recquired contribution from E.E.C. is 3 300 000 FF, i.e. 40,5 % of the programme total cost.

Plantation de taillis à croissance rapide sur des terres agricoles en déprise et production de biomasse ligneuse pour la papeterie et l'énergie

---

Développement d'une filière intégrée
en Basse-Normandie

Résumé du projet déposé
auprès de la Direction générale de l'Agriculture de la CEE
en vue d'un financement européen

Biomasse Normandie
Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie
Institut pour le Développement Forestier

Octobre 1989

1167.2
ENV

haie
N°inv : 6888

23/05/90
2520

Plantation de taillis à croissance rapide sur des terres agricoles en déprise et production de biomasse ligneuse pour la papeterie et l'énergie

---

Développement d'une filière intégrée
en Basse-Normandie

Résumé du projet déposé
auprès de la Direction générale de l'Agriculture de la CEE
en vue d'un financement européen

Biomasse Normandie
Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie
Institut pour le Développement Forestier

Octobre 1989

SOMMAIRE

I - Le contexte

a) La déprise des terres agricoles en Normandie
b) Bois de trituration et bois-énergie

II - Objectif du programme : une filière intégrée

1 - Défricher, implanter et exploiter des taillis à croissance rapide
2 - Approvisionner la papeterie ou les chaufferies
3 - Réaliser des innovations significatives en chaufferies

III - Approche économique prévisionnelle

IV - Energie, économie, environnement

Annexes

1 - Organigramme du projet
2 - Devis

I - LE CONTEXTE

a) La déprise des terres agricoles en Normandie

Selon de récentes estimations, entre dix et vingt millions d'hectares en Europe (15 % de la surface agricole utile) sont menacés d'abandon, principalement dans les régions herbagères spécialisées en production animale.

Ce processus, lié au vieillissement de la population agricole (en Basse-Normandie, 60 % des chefs d'exploitation ont plus de 50 ans) a été très fortement accéléré par le contingentement des productions, en particulier par l'institution des quotas laitiers en 1984. Dans le Calvados notamment (régions du Pays d'Auge et du Val d'Orne), des terres consacrées depuis des siècles à l'herbe pour l'élevage laitier ou la production de viande sont progressivement abandonnées parce que se prêtant mal aux travaux du sol exigés par une production de céréales ou de cultures fourragères. Les friches ont tendance à gagner le paysage, à partir des haies bocagères non entretenues. Pour autant, même si la pente et/ou l'hydromorphie interdisent les méthodes culturales intensives, les potentialités agronomiques de ces terres ne sont pas systématiquement médiocres (sols profonds, humifères et bien irrigués).

Dans une récente enquête effectuée sur cinq communes à l'ouest de Lisieux par la Chambre d'agriculture et Biomasse Normandie, on a estimé que 20 à 25 % des superficies agricoles étaient d'ores et déjà en friches ou susceptibles de le devenir à moyen terme. Face à cette situation, deux réponses s'esquissent :

- l'extensification des cultures ou de l'élevage pour abaisser les charges à l'hectare ;
- le boisement des terres en vue de produire du bois d'oeuvre à très long terme, du bois d'industrie ou de l'énergie à plus court terme, option qui fait l'objet du présent dossier.

b) Bois de trituration et bois-énergie

Deux sociétés papetières importante sont implantées en Normandie : la Chapelle d'Arblay et ALICEL. Cette dernière notamment souhaite diversifier ses sources d'approvisionnement à partir de taillis à croissance rapide et privilégie le peuplier, essence ayant bénéficié d'un important effort de sélection génétique et correspondant bien aux qualités exigées pour la fabrication de pâte à papier.

Par ailleurs, jusqu'à la fin des années soixante-dix, le chauffage au « bois déchiqueté » (plaquettes forestières, mais surtout déchets de scieries) n'a concerné que les fortes puissances car les équipements proposés étaient peu adaptés ou trop chers pour des chaufferies de taille moyenne. Pour ces chaufferies, nombreuses en zone rurale, la Chambre d'agriculture et Biomasse Normandie ont engagé, au début des années quatre-vingt, une recherche-développement concrétisée par des innovations technologiques et un abaissement des coûts d'investissement.

II - OBJECTIF DU PROGRAMME : UNE FILIERE INTEGREE

Ce programme s'articule autour de trois axes :

1) Défricher, implanter et exploiter des taillis à croissance rapide

Sur des terres agricoles en friches ou en voie d'abandon, on se propose, après avoir effectué les travaux nécessaires (débroussaillage, désherbage, dessouchage, élagage des haies limitrophes, création d'accès), d'implanter des taillis à croissance rapide en s'inspirant de l'expérimentation actuellement réalisée dans le Nord Pays d'Auge, avec l'appui de la SAFER et le concours financier de l'Etablissement Public Basse-Seine (EPBS).

Il est prévu de planter une surface de cinquante hectares en peupliers, ainsi qu'en saules et en aulnes sélectionnés par des instituts de recherche français et anglo-saxons. Ces deux dernières essences sont bien adaptées aux terres hydromorphes de la Normandie, mais leurs bons résultats expérimentaux demandent à être confirmés à grande échelle.

2) Approvisionner la papeterie ou les chaufferies

a) Les papeteries

On vise le débouché papetier puisqu'ALICEL envisage de diversifier ses approvisionnements. Toutefois, la papeterie n'utilise que des bois écorcés d'un diamètre supérieur à 13-15 cm et abandonne sur les parterres de coupe le tiers de la biomasse produite. Le débouché énergétique apparaît donc en toute circonstance indispensable.

b) Les chaufferies

On prévoit d'approvisionner des chaufferies au bois déchiqueté (trois dans l'immédiat) situées à proximité des plantations de taillis. A titre d'exemple, on a retenu les établissements suivants :

- lycée agricole de Saint-Pierre-sur-Dives (600 kW) actuellement chauffé au fioul ;
- la future piscine du Val d'Orne (Thury-Harcourt) ;
- le centre AFPA de Caen (300 kW) à l'occasion d'une extension des locaux.

La consommation de ces trois chaufferies est estimée à 350 TEP/an. Elles pourraient être approvisionnées par 70 ha de taillis, produisant en moyenne 5 TEP/ha/an, ou par 200 ha si on ne récupère qu'un tiers de la biomasse (la fraction délaissée par la papeterie).

3) Réaliser des innovations significatives en chaufferies

Biomasse Normandie compte mettre en oeuvre les améliorations sur lesquelles elle a travaillé ces dernières années :

- réduction du coût de génie civil grâce à deux innovations :
  . chaufferie et silo de stockage enterrés, le premier décaissé par rapport au second ;
  . avant-foyer à alimentation par le bas ;
- introduction du bois déchiqueté dans l'avant-foyer par un piston-poussoir, procédé plus satisfaisant que l'alimentation avec vis sans fin ;
- pilotage de toutes les fonctions mécaniques et thermiques de la chaufferie par un automate programmable.

III - APPROCHE ECONOMIQUE PREVISIONNELLE

Une approche prévisionnelle a montré que le prix de revient du taillis à croissance rapide, selon la rémunération du producteur, serait compris entre 470 et 550 F la t.MS [1]. Pour la papeterie, cela entraîne un surcoût de 40 % au maximum [2]. L'énergie issue d'une culture d'arbres revient à 12 cts le kWh : 40 % de plus que les combustibles industriels, 30 % de moins que le fioul domestique ou le gaz naturel dans l'habitat-tertiaire. La biomasse ligneuse cultivée ne peut donc être envisagée que dans ces secteurs, la rentabilité n'étant atteinte que pour les installations d'au moins 1 000 kW de puissance (temps de retour brut de l'investissement : 6 ans).

Selon les productivités (8 à 12 t.MS/ha/an) et le prix de la biomasse sur pied (120 à 200 F/t.MS), l'agriculteur peut espérer un revenu de 1 000 F/ha/an s'il bénéficie d'une subvention comprise entre 6 000 et 18 000 F/ha, répartie au cours des trois premières années suivant la plantation.

IV - ENERGIE, ECONOMIE, ENVIRONNEMENT

Depuis le contre-choc pétrolier, la rentabilité de la filière bois-énergie, tout comme celle du bois d'industrie, est difficile à atteindre, tout particulièrement lorsque la

---

1. Tonne de matière sèche.
2. D'après nos informations, les papeteries portugaises achètent les taillis d'eucalyptus autour de 210 F le stère rendu usine, soit nettement plus que les papetiers français.

ressource provient de cultures d'arbres. Il paraît toutefois prudent de prévoir une diversification des approvisionnements et de maintenir une veille technologique en accumulant les références.

C'est le sens de l'action entreprise depuis plusieurs années par Biomasse Normandie grâce à l'appui de la Région Basse-Normandie et de la Délégation régionale AFME, grâce aussi au concours des ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, dans leur souci de gestion du patrimoine boisé et d'entretien du paysage.

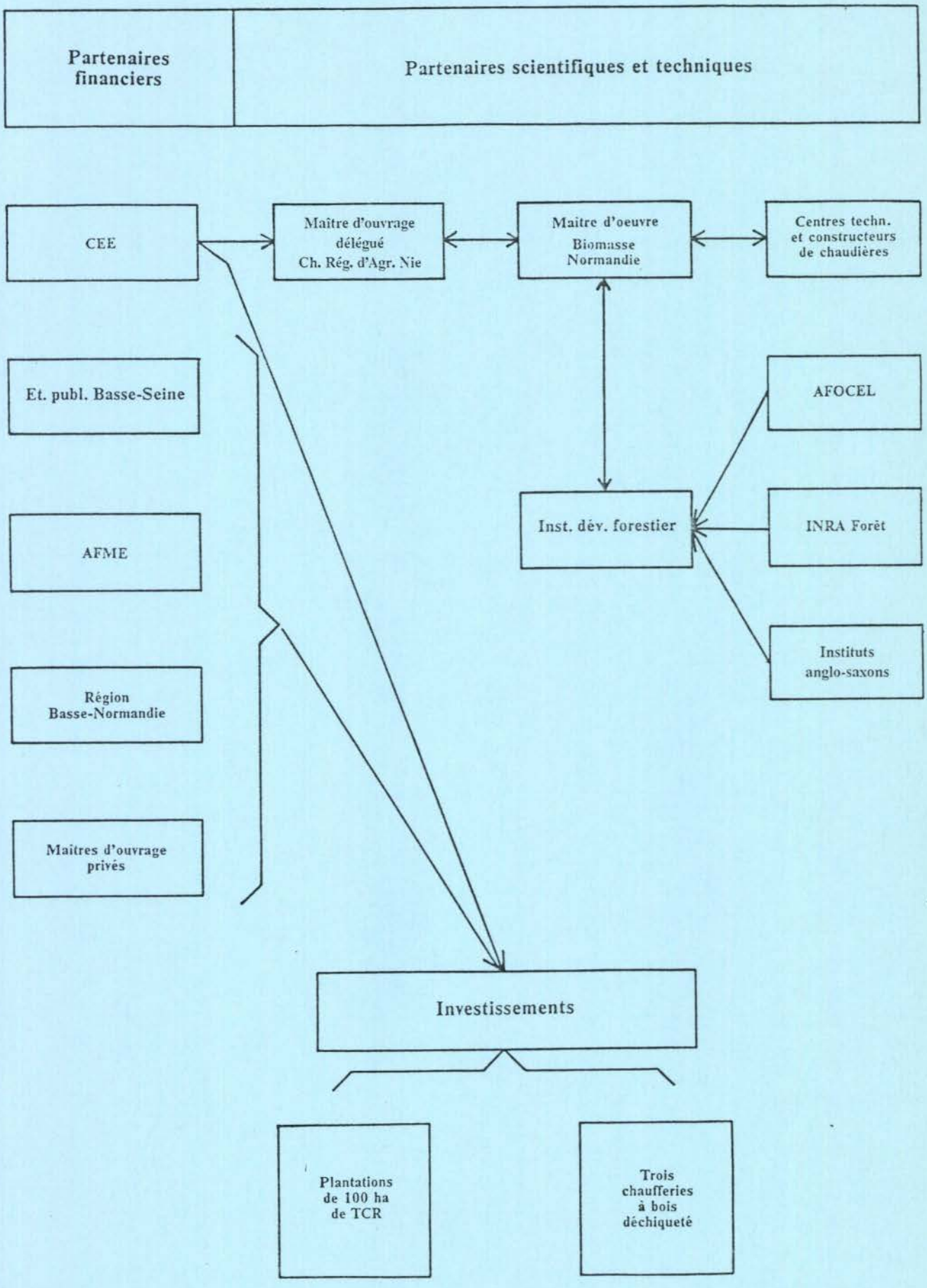
L'ensemble du présent programme doit donc être compris comme une tentative de créer une nouvelle filière de production agro-sylvicole, à vocation industrielle et énergétique, en intégrant au mieux les contraintes d'environnement (à cet égard, on privilégie les essences feuillues), la problématique d'ensemble étant sous-tendue par une préoccupation permanente de création d'activités et de maintien du revenu des populations rurales.

Ce programme sera exécuté sous la responsabilité de la Chambre d'agriculture de Normandie (maître d'ouvrage délégué) qui en confiera la coordination et la maîtrise d'oeuvre à Biomasse Normandie, la conduite des travaux de foresterie étant assurée par l'Institut pour le développement forestier. Ce dernier s'associera aux instituts spécialisés en matière de sélection et d'essais in situ d'essences à croissance rapide : A.FO.CEL., INRA Forêt-Orléans et instituts de recherche anglo-saxons.

ANNEXES

ANNEXE 1

Organigramme du projet



ANNEXE 2

PLANTATION DE TAILLIS A CROISSANCE RAPIDE SUR DES TERRES AGRICOLES EN DEPRISE ET PRODUCTION DE BIOMASSE LIGNEUSE POUR LA PAPETERIE ET L'ENERGIE

(Y compris programme engagé avec l'appui de l'Etablissement Public Basse-Seine)

DEVIS

en F. HT

Dépenses		Recettes		
- Plantation de 50 ha achetés sur fonds publics nationaux (EPBS)	2 400 000	- Financements privés : . Propriét. fonciers . Gestionnaires des chaufferies	1 000 000 860 000	22,8 %
- Plantation de 50 autres ha appartenant à des propriétaires privés hors achat des terres	2 000 000	- Financement public français : . FIDAR et autres financements PACT	1 000 000	36,8 %
- Réalisation de trois chaufferies au bois déchiqueté	2 560 000	. Etablissement Public Basse-Seine . AFME et Région Basse-Normandie	1 400 000 600 000	
- Travaux de recherche, étude des projets, suivi de chantiers	1 200 000	- Aide CEE	3 300 000	40,4 %
	8 160 000		8 160 000	100 %

soit en écus

- montant total du projet : 1 165 714 écus
- aide demandée à la CEE : 471 428 écus