



Association nationale
des structures d'expérimentation
et de démonstration en horticulture

44 Rue d'Alésia
75 682 Paris Cedex 14
Tel 01 53 91 45 00

ASTREDHOR
PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE
APPLIQUEE ET D'ETUDES 2010

*Amélioration de la compétitivité des entreprises de
pépinière : intégration d'itinéraires techniques innovants
dans les schémas de production de plants ligneux
ornementaux*

PROJET D'ACTION : SITUATION

Début de l'action : 2006

Durée prévue : 3 ans

TITRE : **Amélioration de la compétitivité des entreprises de pépinière : intégration d'itinéraires techniques innovants dans les schémas de production de plants ligneux ornementaux**

Titre abrégé : Amélioration de la production d'arbres ligneux

MOTS CLES : Arbres d'alignement, Compétitivité, Itinéraires techniques innovants, Pépinière.

ONT PARTICIPE A LA REALISATION DE CE TRAVAIL :

AREXHOR Normandie – Ile de France

2 Avenue Jeanne d'Arc

78 153 Le Chesnay

Tel 01 39 63 36 70

Mél : isabelle.vandernoot@astredhor.asso.fr

Isabelle VANDERNOOT, Rémi JAVERNAUD, Dominique GARNIER,

LYCEE HORTICOLE DE ROMANS

Route de Tain

26 105 Romans

Tel 04 75 71 25 25

Pierre DANELON, Caroline BACONNIER,

Mél : pierre.danelon@educagri.fr

UMR PIAF

INRA Site de Crouël

234 Avenue du Brézet

63 100 Clermont Ferrand

Tel 04 73 62 43 73

Marc BONHOMME, Bruno MOULIA,

Mél : marc.bonhomme@clermont.inra.fr

INH

Rue Le Nôtre

49 045 Angers Cedex

Tel 02 41 22 54 54

Gilles GALOPIN et Rémi GARDET
Mél : gilles.galopin@inh.fr, remi.gardet@inh.fr

ANIMATION – COORDINATION :

dDAPeV Environnement Sarl

16 Hameau des Cats
84 800 L'Isle sur la Sorgue
Pierre MICHELOT
Port 06 72 73 68 78
Mél : michelot.pierre@wanadoo.fr

LIEUX DE REALISATION :

Les différentes composantes de ce programme sont conduites dans les installations des 3 partenaires : AREXHOR Ile de France, Lycée Horticole et INRA Clermont, en fonction du matériel spécifique nécessaire et du champ de compétence de chacun. L'animation du programme est assurée par le chef de projet.

EXPERTS CONNUS SUR LE SUJET :

Michel VERGER
INRA
Avenue de la Pomme de Pin
BP 20 619
45 166 Olivet Cedex
Tel 02 38 41 78 86

DESCRIPTION DE L'ACTION

I. OBJECTIFS

I. 1. Enjeux :

La production d'arbres en pépinière de plein champ, qu'il s'agisse d'arbres destinés à être replantés par des pépiniéristes éleveurs pour former de gros sujets, ou à être installés en espace vert par leurs utilisateurs finaux (villes, paysagistes) met en œuvre des itinéraires techniques qui sont économiquement handicapant pour le producteur. En effet, face à la concurrence européenne grandissante, produire des plants selon les itinéraires actuels mobilise des surfaces, de la main d'œuvre, des opérations techniques qui ont un coût important dans l'acte de production. Ainsi, considérant le potentiel de croissance des arbres, des

itinéraires techniques qui optimiseraient l'utilisation des intrants et des surfaces tout en assurant une production de qualité, permettraient aux entreprises des gains de productivité et une meilleure compétitivité.

I. 2. Résultats attendus :

Le projet de recherche comportera deux phases principales.

Une première approche portera sur l'amélioration des itinéraires techniques classiques pour la formation d'arbres d'alignement. Les cultures traditionnelles se déroulant sur des cycles de 3 ou 4 ans, l'accélération de cette phase de production sera le premier objectif du projet avec le développement de différentes techniques de culture.

La deuxième approche portera sur l'amélioration des productions d'arbres d'alignement par des techniques innovantes. La production de jeunes plants homogènes par la technique du mini-bouturage sera notamment mise en œuvre.

I. SITUATION ACTUELLE DU SUJET DE RECHERCHE

I. 1. Synthèse bibliographique permettant de situer le projet :

Les premiers essais conduits sur la production accélérée de tiges en culture hors sol et sous abri léger montrent des potentialités de croissance impressionnantes. Il apparaît cependant que bien des questions restent à approfondir, que ce soit au niveau de la conduite de la culture (forme et dimension des contenants utilisés) ou de la qualité physiologique des plants produits : morphologie du système racinaire, constitution des réserves glucidiques indispensables à la reprise après transplantation (CEPEM, 2003 et 2004).

Dans le domaine de la multiplication végétative des plantes ligneuses, l'innovation biologique de ces dernières années a consisté à organiser la production de boutures sous serre, en intégrant les travaux sur l'architecture des végétaux ligneux conduits par l'école de botanique de Montpellier. Ces études ont permis de mettre en œuvre le concept de réitération de souche obtenue par des tailles effectuées précocement et répétées sur de petites plantes. Une telle conduite des pieds-mères permet d'obtenir de petites pousses d'aspect juvénile qui s'avèrent particulièrement aptes au bouturage. Ces règles de taille et de récolte, associées à un itinéraire cultural adapté, permettent ainsi d'obtenir l'enracinement de ces boutures parfaitement calibrées et de petite taille en 2 à 4 semaines (GALOPIN *et al.*, 1995, 1996 et 1998).

Le mini-bouturage semble donc applicable à un large cortège de taxons ligneux et pourrait conduire à l'obtention de jeunes plants plus homogènes que ceux issus de semis et dans un laps de temps plus court. Cependant, les méthodes de taille et de conduite des mini pieds-mères doivent être adaptées en fonction de la dynamique de croissance propre à chaque espèce et il est donc nécessaire de vérifier si la méthode est utilisables avec les essences cultivées en tant qu'arbre d'alignement.

I. 2. Bilan des résultats acquis sur le sujet :

I 21 : Conduite des arbres d'alignement :

S'il est bien difficile d'extraire des conclusions simples et évidentes de la totalité des informations techniques acquises depuis le début de l'expérimentation, il semble tout de même possible d'en retenir les enseignements suivants :

La culture des plants durant 3 années dans un conteneur de 20 litres permet d'obtenir la plus forte croissance, ce qui confirme l'hypothèse initiale d'une vigueur accrue des plants cultivés hors-sol. Il apparaît cependant que cette croissance ralentit fortement en troisième année, ce qui montre que le plant est arrivé au maximum de ses possibilités dans un pot de ce volume. Cette baisse de vigueur, voire cet état de stress, se traduit par une modification du métabolisme de la plante qui voit sa teneur en sucres solubles décroître et sa mise en réserve d'amidon augmenter. Cet état physiologique peut être un point positif pour sa reprise après plantation. Mais il apparaît techniquement inenvisageable de maintenir le plant une quatrième année dans son pot alors que nos résultats montrent qu'au terme de ces 3 années de culture tous les plants ne sont pas commercialisables du fait d'un trop faible diamètre de certains d'entre eux.

La culture en conteneurs de 10 litres durant une année suivie de deux années passées en pleine terre donne des résultats comparables en terme de diamètre des troncs du fait de la forte reprise de croissance des tiges au cours de la deuxième année de plantation. Cette reprise d'activité aérienne s'accompagne d'un fort développement du système racinaire qui se traduit par une diminution de la teneur en amidon et une augmentation de celle en sucres solubles dans les racines. Cette situation glucidique pourrait s'avérer être un handicap lors de la transplantation bien que le système racinaire de ces plants soit valorisé par les notations qui ont été faites, pour *Tilia* et *Quercus* à l'AREXHOR et pour *Ostrya* au Lycée horticole. Une quatrième année de culture aurait probablement accentué encore la croissance en diamètre.

La culture dans un conteneur de 20 litres durant 2 ans suivie d'une année en pleine terre peut conduire à une croissance en diamètre plus faible du fait de l'arrêt presque total de croissance au cours de l'année de plantation. Cependant, ce blocage apparent au niveau de la partie aérienne de la plante s'accompagne d'une forte reprise d'activité du système racinaire qui mobilise ses réserves en puisant dans ses stocks d'amidon pour produire les sucres solubles nécessaires à ce regain d'activité métabolique. Cette reprise d'activité racinaire est bien visible sur les *Tilia* cultivés au Lycée horticole. Tout laisse donc à penser qu'une 4^e année de culture aurait connu une forte reprise de la croissance en diamètre des tiges, comme celle que nous avons constatée avec les plants issus de conteneurs de 10 litres. Mais là aussi, la diminution des réserves glucidiques ne risque-t-elle pas d'avoir un effet négatif sur la reprise des arbres après leur transplantation ?

L'essai de transplantation des arbres réalisé en 2010 doit permettre d'apporter des éléments de réflexion supplémentaires à ce sujet. Par ailleurs, la question d'un conteneur anti-chignon efficace reste posée puisque les conteneurs Agroliner testés dans le cadre de cet essai n'ont pas véritablement donné satisfaction. C'est pourquoi l'essai conduit en 2010 porte également sur un nouveau type de conteneur anti-chignon.

I 22 : Mini-bouturage :

Les essais ont porté sur trois espèces modèles : *Tilia platyphyllos*, *Quercus palustris* et *Ostrya capinifolia*. L'utilisation de cette méthode nécessite tout d'abord la formation de mini pieds-mères (Photo n° 3), obtenus par la taille systématique des pousses dès qu'elles ont développé quelques feuilles. Ces rabattages fréquents provoquent en effet une rejuvenilisation des tissus qui permet, sur les espèces d'arbustes sur lesquelles la méthode a été mise au point, d'obtenir de nombreuses mini-boutures particulièrement aptes à l'enracinement (Photo n° 4).

Les essais réalisés pour partie à l'INH à Angers et pour partie au Lycée horticole de Romans ont montré un comportement très différent des trois espèces :

- *Quercus palustris* réagit très mal à ce type de formation du fait de sa croissance rythmique. Ses arrêts de croissance réguliers conduisent à un très faible nombre de boutures qui par ailleurs ont un taux d'enracinement limité.
- *Tilia platyphyllos* réagit également assez mal à cette méthode de formation en subissant régulièrement des blocages complets de la végétation. Cependant, ces blocages peuvent être levés par un passage des plants au froid et le taux d'enracinement des boutures est satisfaisant.
- *Ostrya carpinifolia* quant à lui se comporte comme un arbuste avec une production régulière et élevée de boutures tout au long de la saison de végétation et un taux d'enracinement de ces mini-boutures pouvant atteindre 100% pour certaines séries.

I 23 : Synthèse actuelle :

La maîtrise des techniques nouvelles développées dans ce programme, notamment le mini-bouturage, a demandé plusieurs expérimentations préalables. De ce fait, il ne nous a pas été possible, sur les 4 années du programme, de réaliser l'intégralité des cycles de production que doivent permettre ces techniques innovantes.

Nous disposons cependant aujourd'hui des éléments permettant de les imaginer de façon concrète.

En matière de production d'arbres d'alignement, il s'avère possible de produire des mini-boutures, par rabattage systématique des pieds-mères et rejuvenilisation des tissus, au moins avec les espèces d'arbres ne présentant pas une croissance rythmique trop marquée. Pour ces espèces, il semble possible de procéder à un bouturage en tout début de saison, ce qui allie à la fois nombre de boutures produites et taux d'enracinement satisfaisants. Ces boutures pourraient alors être rempotées précocement et donner naissance à des jeunes plants utilisables pour la formation de tiges dès le printemps suivant. L'essai conduit en 2010 a pour objet de vérifier la faisabilité de ce calendrier de production

Il s'avère également possible pour certaines espèces de former une tige fléchée cultivée en conteneurs en trois saisons de végétation, à condition de bien maîtriser tailles de formation et environnement climatique de la culture pour obtenir un diamètre suffisant. Là encore, l'essai réalisé en 2010 pour partie en région parisienne et pour partie dans le sud de la France est destiné à apporter des compléments d'information sur ce point de la culture des tiges.

I. 3 Synthèse bibliographique complémentaire sur la conduite des arbres d'alignement :

Pour les pépiniéristes d'Ile de France, les chênes, et en particulier *Quercus palustris*, représentent une part importante de leur production. C'est pourquoi nous conserverons cette espèce comme modèle dans la suite du programme, malgré les difficultés rencontrées dans la formation de la tige. La question qui se pose est donc de savoir comment accompagner au mieux la croissance de cet axe pour atteindre le plus rapidement possible l'objectif de hauteur ainsi qu'un diamètre compatible avec les normes de commercialisation.

Les chênes, comme bien des essences d'origine tropicales ou équatoriales, ont une croissance rythmique qui se caractérise par une période de croissance active de 1 à 3 semaines suivie d'un temps de repos généralement plus court. Durant cette phase d'arrêt de l'allongement, se fait la croissance en épaisseur de la tige qui se trouve ainsi en opposition de phase avec l'allongement. CHAMPAGNAT et al (1986) ont étudié ce phénomène sur des jeunes chênes pédonculés pour essayer d'en déterminer les mécanismes. En cultivant des jeunes chênes à des températures différentes, tous les autres paramètres de l'environnement étant identiques, ils ont montré que la rythmicité demeure entre 15 et 25°C mais avec une période très différente : 55 jours environ séparent deux vagues de croissance à 15°C, pour seulement 18 à 20 jours à 25°C. Par contre, à 32°C, le comportement des différents individus étudiés devient très variable. Chez certains, la période de repos entre les deux premières vagues de croissance est devenue très courte, alors que d'autres ont

arrêté leur croissance après cette deuxième vague. A la suite de leurs observations, CHAMPAGNAT et al ont mis en relation cette perturbation de la rythmicité et le développement foliaire. Ils ont donc entrepris des essais d'ablation raisonnée des jeunes feuilles qui ont confirmé l'influence de leur épanouissement sur la rythmicité.

Par ailleurs, de nombreux travaux conduits soit sur la surface foliaire, soit sur l'indice foliaire (surface foliaire développée / surface au sol du houppier) ont permis de mettre en corrélation cette caractéristique d'un végétal ou d'un couvert forestier et sa productivité. Cette corrélation s'explique facilement par le fait que ce sont les feuilles qui représentent la partie fonctionnelle de l'arbre ou du couvert, en étant le siège de la respiration et de la transpiration ainsi que de la photosynthèse. Ainsi BREDA (1999) indique que la productivité primaire des peuplements forestiers est en général corrélée de façon positive avec l'indice foliaire, jusqu'à un certain seuil d'épanouissement du houppier. Au delà de ce seuil, la corrélation devient négative du fait que les feuilles hautes ombrent celles du bas du houppier, qui représentent alors une surface foliaire peu efficace en terme de photosynthèse.

Il apparaît ainsi qu'aux températures normales de la région parisienne la croissance du chêne est naturellement rythmique, mais qu'il est peut être envisageable d'infléchir cette rythmicité en jouant sur le développement du feuillage. Il ne faut pas cependant risquer de pénaliser la possibilité de croissance par une réduction excessive de la surface foliaire. L'enjeu est donc de déterminer la méthode de conduite de la tige qui permettent d'atténuer la rythmicité de la croissance sans pénaliser allongement et croissance en diamètre du tronc en formation.

Pour les pépiniéristes du sud de la France, c'est au contraire le climat estival qui peut devenir un facteur limitant à la croissance des jeunes tiges. En effet, les phénomènes de brûlure des feuilles que nous avons rencontrés dans la bi-chapelle peuvent être rapprochés d'observations faites sur d'autres espèces.

En effet, AUSSENAC et DUCREY (1978) ont expliqué, en faisant la synthèse entre leurs propres résultats et ceux d'autres expérimentations qui pouvaient sembler *a priori* contradictoires, pourquoi une même essence ne réagit pas de la même façon à la lumière selon son âge. En effet, ils ont constaté au travers de ces différentes études qu'une essence dont la croissance est optimale à 100% d'éclairement relatif lorsque les arbres sont bien implantés peut, dans ses premières années, avoir un optimum de croissance pour un éclairement relatif bien moindre. L'explication donnée à ce constat est que dans ses premières années la plante dispose d'un système racinaire limité qui peut se retrouver en déséquilibre avec l'évapo-transpiration de la partie aérienne de la plante si celle-ci se développe excessivement sous l'effet d'un fort éclairement. De ce fait, l'alimentation hydrique de la plante peut être insuffisante pour compenser l'évapo-transpiration potentielle du feuillage développé grâce à ce fort éclairement qui, *in fine*, pénalise la croissance de la plante.

Cette explication conforte notre conclusion d'une origine physiologique des problèmes de grillure des feuilles constatées à Romans, qui pourrait s'expliquer de la même façon par un développement déséquilibré du système racinaire et du système aérien de nos jeunes tiges en première année de culture.

Au vu de ces résultats, nous avons donc proposé donc pour 2010 :

- ✓ De transplanter des plants issus des mises en culture de 2007 pour comparer le devenir des plants conduits selon les différents itinéraires techniques testés, une fois installés dans un jardin d'amateur ou sur un chantier paysagé.
- ✓ De poursuivre la nouvelle culture ayant pour objectif :
 - En région parisienne : de comparer différents modes de formation des tiges, en jouant sur le maintien ou l'enlèvement précoce des anticipés et donc des feuilles qu'ils portent, pour vérifier leur influence sur la croissance en hauteur et en diamètre de l'axe principal. Pour cela, le chêne est conservé comme plante modèle du fait de sa croissance rythmique et de la difficulté qu'elle représente pour la formation d'une tige.

- En région méridionale : de comparer l'influence de deux niveaux d'éclairage sur la croissance des tiges et sur l'intégrité du feuillage pour vérifier si un ombrage partiel permet d'éviter les problèmes de grillure physiologique rencontrés sous la bi-chapelle, et par voie de conséquence d'améliorer ainsi la croissance des tiges.

II. GAINS OU AVANTAGES ATTENDUS

II. 1. Intérêt scientifique et technique :

Le suivi du comportement du matériel végétal utilisé dans cette étude, conduit selon les différentes techniques de multiplication et d'élevage envisagées, permettra d'enrichir les connaissances scientifiques sur la physiologie des plantes et leurs comportements morphogénétiques dans les conditions d'essais.

II. 2. Intérêt socio-économique :

Le secteur de la pépinière d'ornement représente en France environ 10 600 ha sur lesquels les productions d'arbres tiges, dont les utilisateurs sont les aménageurs d'espaces verts publics ou de collectivités et les particuliers, représentent environ 33 % de la production de pleine terre, avec une consommation annuelle de 6 millions de plants finis. Les méthodes de production actuelles mettent en œuvre des calendriers de production très longs, qui courent sur au moins 3 à 4 ans, et conduisent à des coûts de production très lourds.

Les productions françaises d'arbres d'alignement sont de plus en plus concurrencées par les importations du Sud de l'Europe. Une des solutions pour permettre des productions plus compétitives est de rompre radicalement avec les techniques traditionnelles. L'adaptation de nouvelles techniques qui permettraient à la fois de gagner en productivité et en qualité, sanitaire notamment, contribuerait au maintien de producteurs situés en milieux ruraux et périurbains (55 % des producteurs font de la vente directe). Au delà de l'aspect social, les zones de production contribuent à l'ouverture des territoires, à la diversification des paysages et au maintien de la biodiversité.

III. PROGRAMME DE TRAVAIL

III. 1. Plan de recherche :

III 11 Amélioration des itinéraires techniques classiques pour la formation d'arbres d'alignement

III 111 : Transplantation des tiges produites selon les 3 itinéraires techniques mis en comparaison :

Afin de compléter les informations recueillies lors de la culture des tiges, deux séries d'observations ont été réalisées au niveau du système racinaire.

Dans un premier temps, dès l'automne 2009, une notation du système racinaire a été réalisée sur les plants en fin de cycle de culture. Le détail de ces observations figure dans le compte-rendu 2009 et une rapide synthèse en est présentée ci-dessus.

Dans un second temps, l'essai de culture des tiges s'est poursuivi en situation de plantation dans un jardin amateur pour simuler le devenir de tiges cultivées selon les différents itinéraires techniques mis en comparaison et commercialisées en jardinerie.

Pour cela, 2 plants par répétition, par modalité et par espèce, ont été transplantés dès l'automne 2009. Le système racinaire des plants en conteneurs a été maintenu en l'état à la plantation, et les plants dont la culture s'est achevée en pleine terre ont été arrachés en motte, avec un diamètre légèrement supérieur à celui des conteneurs de 20 litres. Le système aérien des plants a été légèrement taillé et deux ou trois arrosages copieux ont été réalisés au cours de la saison de végétation 2010, en fonction des conditions météorologiques. En fin de saison, le pourcentage de reprise des plants a été calculé et une nouvelle observation du système racinaire a été réalisée selon la même méthodologie.

III 111a : Observations réalisées à l'AREXHOR Ile de France - Normandie :

Pour compléter les résultats d'essai des trois années de culture, une simulation d'une vente aux particuliers a été réalisée par la plantation (pour les arbres en hors-sol) ou une transplantation (pour les arbres en pleine-terre) de deux chênes et de deux tilleuls par modalité et par répétition.

A l'issue de la saison 2010, tous les arbres ont connu une reprise satisfaisante, malgré une qualité de terrain limité et un manque d'eau en saison (3 arrosages effectués sur la saison 2010).

En fin de saison, tous les arbres ont été arrachés pour étudier leur système racinaire :

Etat racinaire des chênes en fin de saison 2010		
Modalité A (HS//PT//PT//PT)	Modalité B (HS/HS//PT//PT)	Modalité C (HS//PT//PT//PT)
		
Modalité D (HS/HS//PT//PT)	Modalité E (HS/HS/HS//PT)	Modalité F (HS/HS/HS//PT)



Etat racinaire des tilleuls en fin de saison 2010		
Modalité A (HS//PT/PT//PT)	Modalité B (HS/HS//PT//PT)	Modalité C (HS//PT/PT//PT)
		
Modalité D (HS/HS//PT//PT)	Modalité E (HS/HS/HS//PT)	Modalité F (HS/HS/HS//PT)
		

De manière générale, les tendances sont les mêmes concernant les tilleuls et les chênes. Nous pouvons voir que peu de racines se sont développées dans le sol au cours de l'année et que la forme de la motte est encore très visible. En effet, compte tenu du terrain globalement pauvre, la crise de plantation est forte, avec un temps de latence d'environ un an pour que le système racinaire se mette en place.

Ce phénomène explique pourquoi les arbres des modalités B et D sont ceux ayant le système racinaire le moins développé. Après 2 saisons en cultures hors-sol, ces arbres ont été plantés fin 2008, pour être

transplantés un an après (simulation de vente). Aussi, ces arbres n'ont pas eu de délais suffisamment longs en pleine terre pour réellement s'implanter et recommencer à se développer.

Les arbres des modalités A et C ont été planté début 2008 après une saison en hors sol. Ils ont eu deux ans en pleine terre afin de subir la simulation de vente. Nous pouvons voir qu'environ 5 à 10 grosses racines ont pu se développer en dehors de la motte, principalement de manière horizontale (peu d'implantation de racines en profondeur).

Les arbres des modalités E et F ont été cultivés 3 ans en conteneurs hors sol, avant d'être planté lors de la simulation de vente. Certaines racines ont commencé à chignonner après 3 ans dans le même conteneur. Ces racines ne se sont pas développées dans le sol. En revanche, quelques racines secondaires ont commencé à migrer dans la terre, principalement dans le fond de la motte. Il est visible que les arbres commencent juste à surmonter la crise de plantation et commencent seulement la colonisation racinaire de la terre.

Le système racinaire des arbres cultivés en conteneurs anti-chignon montre un développement légèrement meilleur que celui des arbres cultivés en conteneur classique. Cela se voit sur les arbres des modalités A et C d'une part, et E et F d'autre part. La différence n'est pas prépondérante, mais suffisamment visible pour être observée.

III 111b : Observations réalisées au Lycée horticole de Romans :

Pour des raisons pratiques de plantation et d'entretien, les plants ont été disposés en ligne, les plants étant espacés de 1 mètre environ. L'observation en place, réalisée le 24 Novembre 2010, a donc pu être faite suite à l'ouverture d'une tranchée à l'aide d'un tractopelle, à 30 centimètres environ des troncs. Le système racinaire des plants a ensuite été soigneusement dégagé à la bêche pour donner lieu à une première observation sur site. Un plant représentatif a ensuite été arraché pour chaque modalité de culture, son système racinaire a été lavé à grande eau et une deuxième observation, plus complète, a été réalisée. Les résultats de ces 2 notations sont présentés ci-dessous après appréciation visuelle de la qualité du système racinaire et classement par ordre croissant.

III 111b-1 Tilia

Système racinaire après arrachage	Observations réalisées
	<p>CC1 :</p> <p>Au champ, l'observation montre une galette racinaire horizontale à faible profondeur, avec peu de nouvelles racines.</p> <p>Après arrachage, elle montre les fortes déformations de la base des racines sous l'effet du conteneur de 10 litres et confirme la présence de nouvelles racines assez peu nombreuses, de croissance horizontale et constituant la galette racinaire décrite sur site.</p>

	<p>IA3 :</p> <p>L'observation au champ montre d'assez nombreuses racines fines, de croissance horizontale, mais réparties sur toute la hauteur de la motte d'origine.</p> <p>Après arrachage, l'observation montre une base des racines moins déformée, un plus grand nombre de racines moins fortes, que dans CC1 et de nombreuses racines fines à croissance horizontale. Cependant, le système racinaire forme encore un plateau.</p>
	<p>IA5 :</p> <p>L'observation au champ montre une belle reprise de croissance du système racinaire avec la présence de très nombreuses racines assez fortes.</p> <p>Cependant, après arrachage et lavage du système racinaire, l'observation confirme que de nombreuses racines ont repris leur croissance en diamètre, sur toute la hauteur de la motte, mais elles ont essentiellement une croissance horizontale probablement liée au fond du conteneur d'origine.</p>
	<p>CC3 :</p> <p>L'observation au champ montre la présence de nombreuses racines fines apparaissant sur toute la hauteur de la motte, accompagnées de quelques racines de plus fort diamètre.</p> <p>Le lavage du système racinaire permet de voir que quelques racines ont retrouvé une certaine croissance en diamètre. Cependant l'observation met en évidence un début de chignonnage des racines les plus fortes.</p>
	<p>IA4</p> <p>L'observation au champ montre là aussi la présence de nombreuses racines fines et de quelques racines plus fortes.</p> <p>Après arrachage et lavage du système racinaire, il apparaît un abondant enchevêtrement de racines fines à l'aplomb du tronc, issues de la motte d'origine. L'observation montre cependant que quelques racines retrouvent une certaine croissance en diamètre, sans spiralisation, ce qui laisse à penser qu'elles seront en mesure d'assurer</p>

	un bon ancrage de l'arbre d'ici quelques années.
	<p>CC2 :</p> <p>L'observation au champ montre également la présence de nombreuses racines fines apparaissant sur toute la hauteur de la motte, mais plus éloignées du tronc que pour IA4 et de racines plus fortes.</p> <p>L'observation après arrachage montre également un fort enchevêtrement de racines à la base du tronc mais aussi un nombre plus important de racines ayant retrouvé une forte croissance en diamètre, sans début de chignonnage.</p>

III 111b-2 Ostrya

Système racinaire après arrachage	Observations réalisées
	<p>CC1 :</p> <p>L'observation au champ montre d'abondantes petites racines poussant à l'horizontale sur un même plan.</p> <p>Après arrachage et lavage du système racinaire, quelques grosses racines apparaissent, fortement déformées par le conteneur d'origine. L'observation confirme également que l'essentiel des racines fines forment un plateau horizontal autour du tronc.</p>
	<p>IA3 :</p> <p>L'observation en place montre de nombreuses racines fines apparaissant sur toute la hauteur de la motte d'origine.</p> <p>Après lavage, il apparaît un fort enchevêtrement de racines fines à l'aplomb du tronc avec parmi elles quelques racines plus fortes. Certaines d'entre elles ont été coupées lors de la transplantation et ont donné naissance à de nouvelles racines fines, d'autres lors de l'arrachage.</p>

	<p>IA5 :</p> <p>De nombreuses racines fines apparaissent au champ, sur toute la hauteur de la motte.</p> <p>L'observation après arrachage montre un enchevêtrement de racines fines dans un cylindre correspondant à la motte d'origine, parmi lesquelles circulent quelques racines plus fortes dont certaines ont commencé à chignonner sur ce qui était le fond du pot.</p>
	<p>CC3 :</p> <p>Là encore, de nombreuses racines fines apparaissent au champ, sur toute la hauteur de la motte, mais plus loin du tronc que dans le cas précédent.</p> <p>L'observation après arrachage montre également un enchevêtrement de racines fines à l'aplomb du tronc, parmi lesquelles circulent quelques racines plus fortes ayant pris une croissance horizontale ou oblique, mais sans déformation.</p>
	<p>IA4 :</p> <p>Comme pour IA5, de nombreuses racines fines apparaissent au champ, sur toute la hauteur de la motte.</p> <p>Cependant, l'observation après lavage montre un enchevêtrement moins dense au centre de la motte, plus de racines de diamètre plus important dont certaines ont une croissance horizontale et ont été coupées lors de l'arrachage, et de très nombreuses fines parties à la conquête du sol environnant la motte d'origine.</p>
	<p>CC2 :</p> <p>Là encore, de nombreuses racines fines apparaissent au champ, sur toute la hauteur de la motte, mais plus loin du tronc que dans le cas précédent.</p> <p>L'observation après lavage quant à elle montre un enchevêtrement moins dense au centre de la motte, de très nombreuses racines de diamètre plus important ayant une croissance horizontale ou oblique et de très nombreuses fines en périphérie.</p>

--	--

III 111c : Conclusions :

Dans un terrain difficile assez compact et plutôt pauvre, comme celui de la station AREXHOR IDF-HN d'Ile-de-France, les arbres subissent une crise de plantation, avec une période de latence d'environ une saison avant que le système racinaire commence à migrer vers la terre et que l'arbre reprenne sa croissance.

A cause de ce phénomène marqué, l'itinéraire consistant à transplanter l'arbre 1 an avant sa commercialisation semble peu approprié. L'étude du système racinaire après la simulation de vente montre une meilleure colonisation pour les arbres en pleine terre depuis 2 saisons. Les arbres cultivés 3 ans en conteneurs montrent une colonisation racinaire moins importante, mais avec un potentiel de colonisation intéressant grâce à un réseau de racines secondaires plus important.

Les conteneurs anti-chignon permettent un meilleur enracinement avec un réseau de racelles un peu plus important. Cependant, la différence n'est pas suffisamment marquée pour être significative

Dans les conditions de plantation de Romans, les conclusions sont quelque peu différentes :

- la culture des plants en conteneurs de 20 litres pendant 2 ans puis en pleine terre pendant 1 an conduit aux diamètres les plus faibles mais aux plus jolis systèmes racinaires un an après plantation. Cet itinéraire technique semble donc prometteur pour le client, mais il resterait à améliorer la croissance en diamètre de la tige en pépinière.
- ❖ la culture des plants durant 1 an en conteneurs de 10 litres puis durant 2 ans en pleine terre donne des diamètres satisfaisants mais de vilains systèmes racinaires après un an de plantation. Cet itinéraire technique pourrait donc être intéressant pour le pépiniériste à condition d'améliorer la conformation du système racinaire par l'utilisation d'un conteneur mieux adapté qu'un conteneur rond classique.
- ❖ la culture des plants en conteneurs de 20 litres durant 3 ans conduit à des diamètres identiques (ou parfois plus faibles) et des systèmes racinaires en situation intermédiaire. Pour valoriser 3 ans de culture hors-sol, il faudrait donc que la culture se fasse dans un conteneur anti-chignon de volume supérieur à 20 litres.

III 12 Amélioration des techniques de bouturage des plants d'ornement

Pour les arbres d'alignement, l'une des difficultés rencontrées dans la production de tiges provient de l'hétérogénéité des jeunes plants utilisés, qui sont issus de semis. L'objectif de cette partie du projet, qui a été initiée à l'INH et s'est poursuivie au Lycée Horticole, est donc de vérifier s'il est possible de produire rapidement des jeunes plants homogènes, à fort potentiel de croissance et présentant un bon équilibre entre systèmes racinaire et aérien, en utilisant les techniques du mini-bouturage.

En 2009, cette partie du programme a été conduite au Lycée horticole de Romans avec un appui technique de la part de l'INH et elle s'est poursuivie en 2010.

III 121 : Matériel végétal et mode de culture des pieds-mère :

Espèces	Age	Taille	Nombres
<i>Tilia argentea</i>	SEM	25/40	50 dont 15 suivis individuellement
<i>Ostrya carpinifolia</i>	SRP	30/45	45 dont 15 suivis individuellement

Les plants ont été repotés en pots Bamaplast 11x11x20 de 2 litres, avec engrais retard 15-9-11 à raison de 4kg/m³ dans un terreau pépinière. Trois mois après le repotage, les plants ont été rabattus à 10 cm.

Composition du terreau de repotage :

- 20 % Tourbe blonde 0/40,
- 10 % Hortifibre,
- 10 % Tourbe brune
- 10 % Fibre de coco,
- 10 % Pouzzolane,
- 40 % Ecorce 0/15.



L'essai a débuté en 2008.

III 122 : Méthode de bouturage

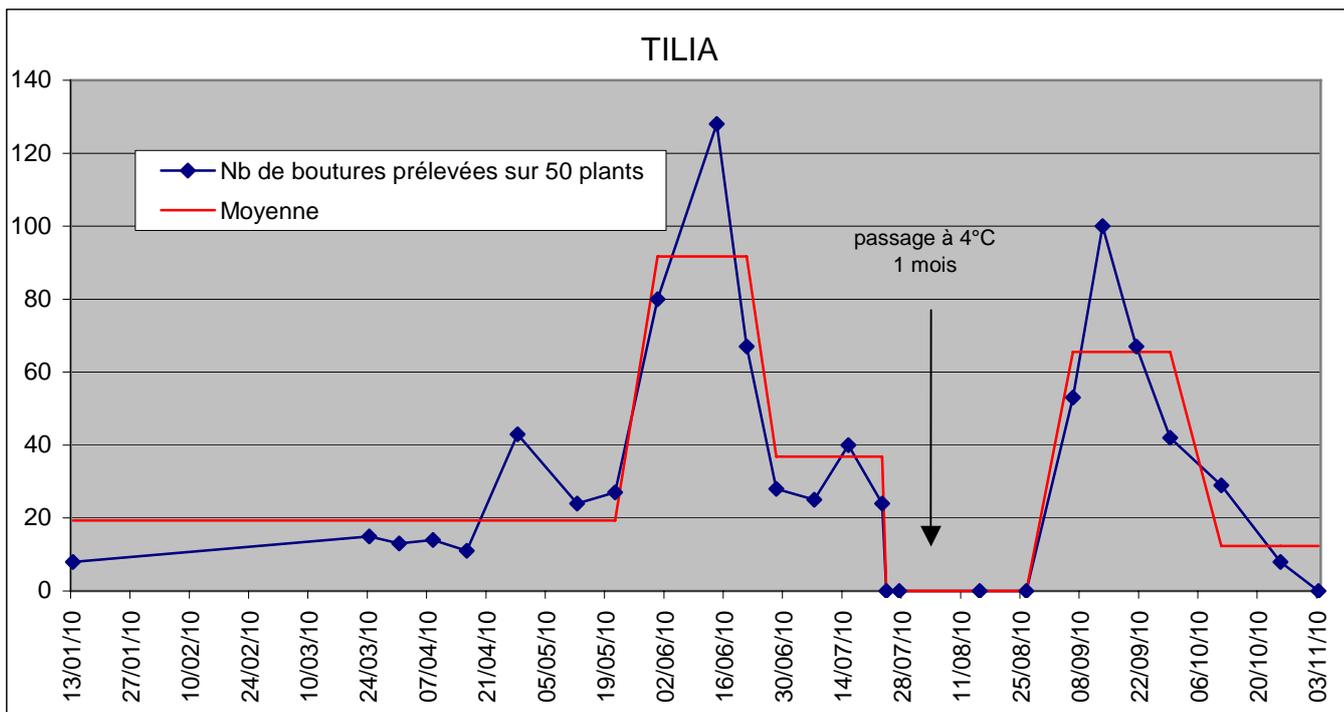
Les boutures sont prélevées au-dessus du 2^{ème} ou 3^{ème} nœud du pied-mère.

La bouture comprend deux à 3 nœuds et mesure entre 2 et 3 cm.

En fonction de la saison les prélèvements de boutures s'effectuent entre 7 et 15 jours.

III 123 : Bouturages 2010

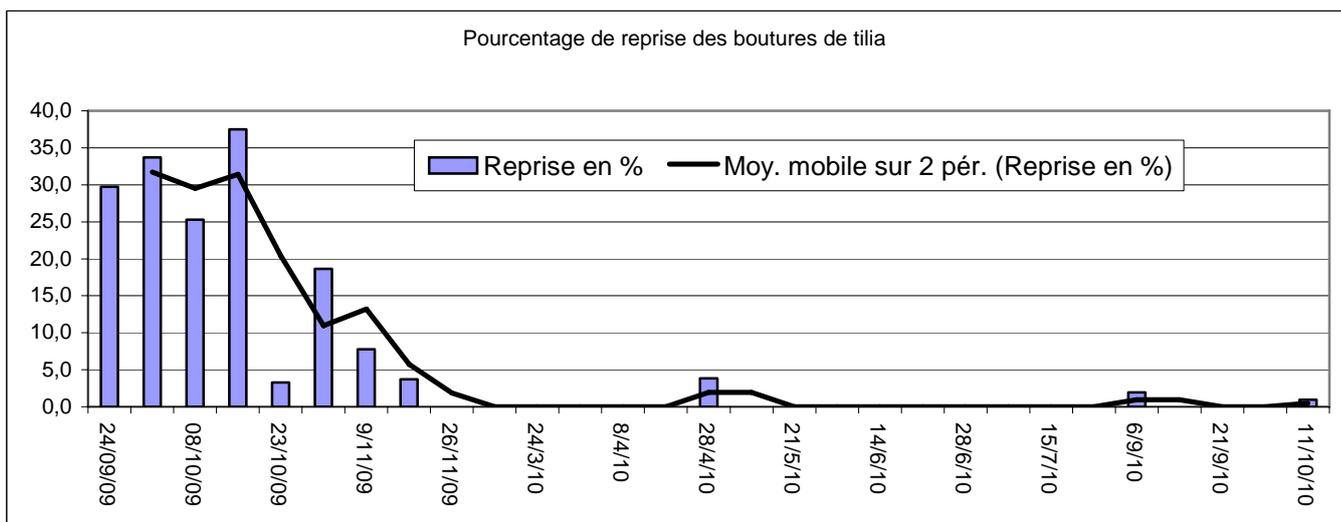
III 123a : *Tilia argentea* :



Nombre de boutures produites sur l'ensemble des pieds mères de Tilia

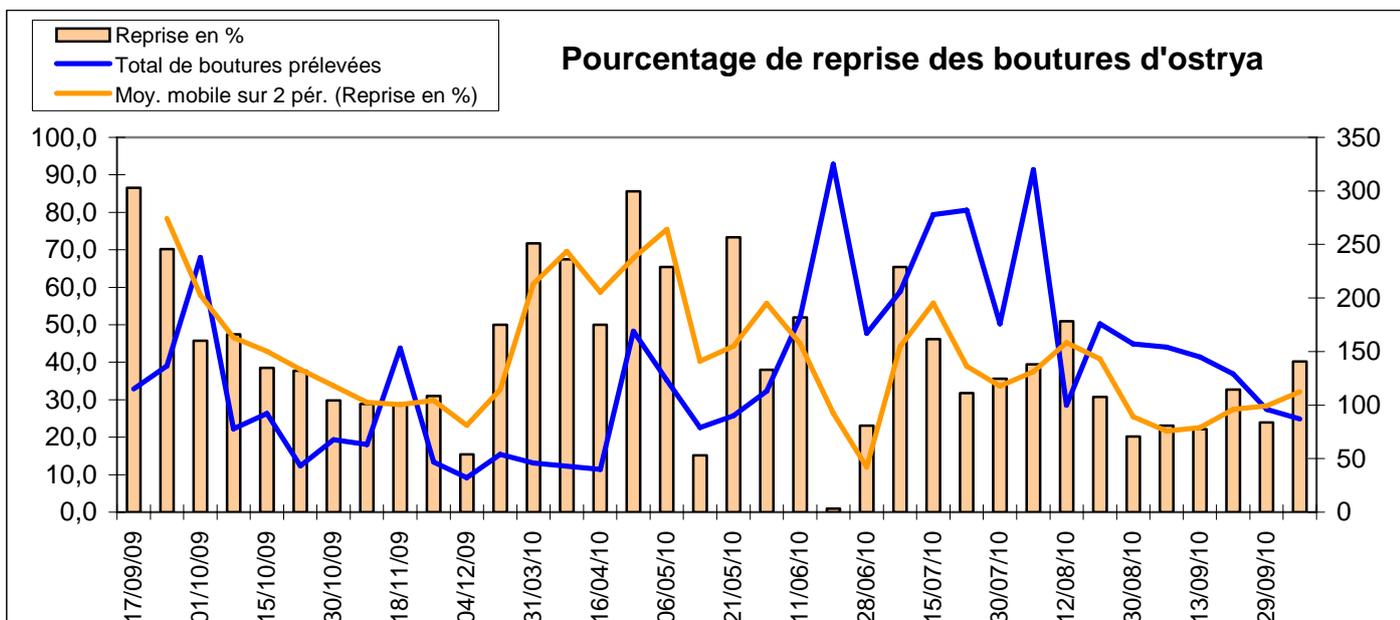
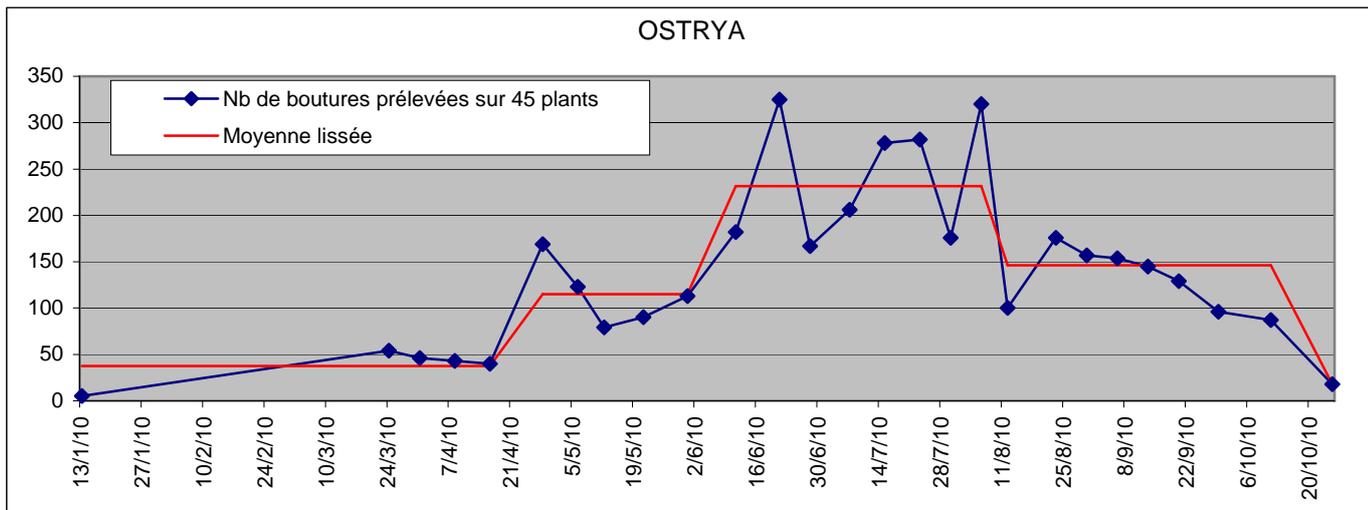
Comme l'année précédente, on constate des périodes de blocage de végétation sur Tilia, qui peuvent être levées en pratiquant une vernalisation des pieds-mères pendant 1 mois à 4°C. Un mois après, la sortie du frigo, les plants produisent un maximum de boutures.

Il peut-être envisager d'effectuer ce traitement, dès le constat du ralentissement de la production de boutures, et d'anticiper ainsi des cycles : phase de production/phase de repos qui pourraient optimiser la productivité des pieds-mères.



En 2010, le pourcentage de reprise est faible voire nul, liée à la fonte. Les résultats de cette année n'ont pas permis d'obtenir un taux de l'ordre 35% à la même période en 2009. Une des voies d'amélioration possible serait l'étude de substrats de bouturage adaptés, avec notamment un support 100% perlite.

III 123b : *Ostrya carpinifolia* :



La moyenne mobile sur 2 séries permet de visualiser une période où les pourcentages de reprise les plus élevés se situent entre début avril et fin mai. Mais, le pic de production de boutures se situe de mi-juin à mi-août. L'essai se déroulant en serre froide, en période hivernale, la production de boutures est bloquée.

Globalement, on obtient sur l'année 38 % (périodes de repos hivernal) à 42 % de reprise (hors prise en compte des mois d'arrêt de production).

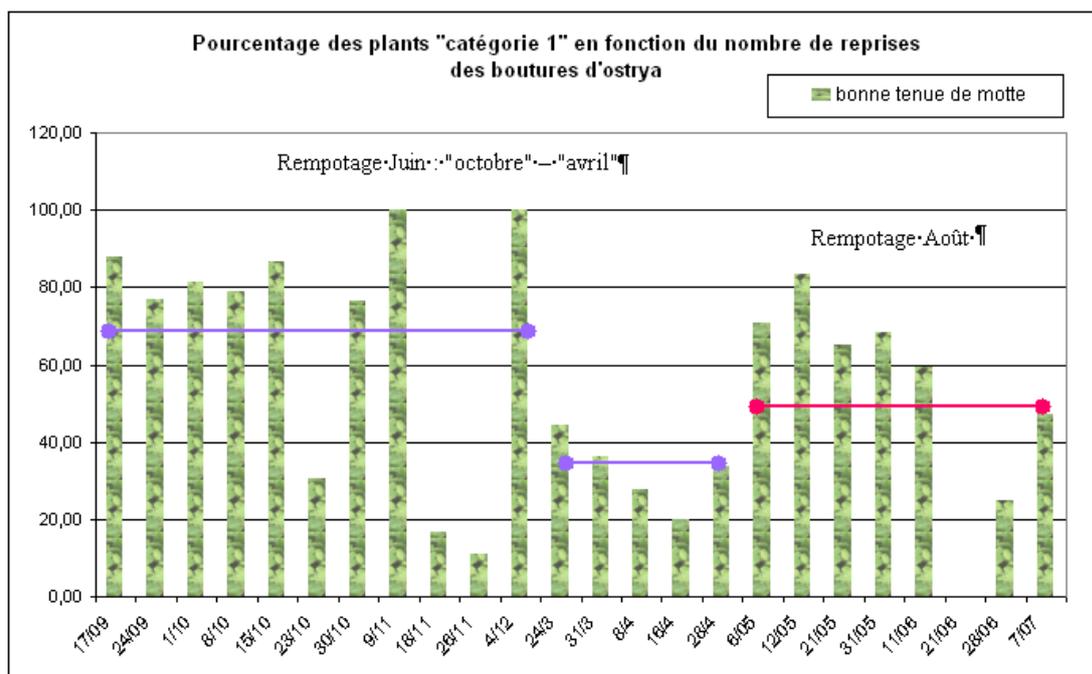
III 124 : Croissance des jeunes plants issus de bouture

III 124a : *Ostrya carpinifolia* :



En fonction des séries, trois types de jeunes plants sont caractérisés : jeunes plants avec une bonne tenue de motte (1), boutures avec enracinement médiocre (2), et des boutures avec un cal, pas ou très peu de racines (3). Il est à noter que ces boutures sont prélevées sur 45 pieds-mères, issus de semis ce qui peut expliquer que, quelle que soit la série, l'enracinement est hétérogène.

Le graphique ci-dessous, représente le pourcentage de jeunes plants ayant une bonne tenue de motte. Les résultats sont globalement aléatoires :



Deux séries de repotage sont effectuées, une en juin, pour les séries de bouturage en "octobre" (septembre à décembre) et "avril" (mars et avril), et une en août pour les boutures effectuées de mai à juillet 2010.

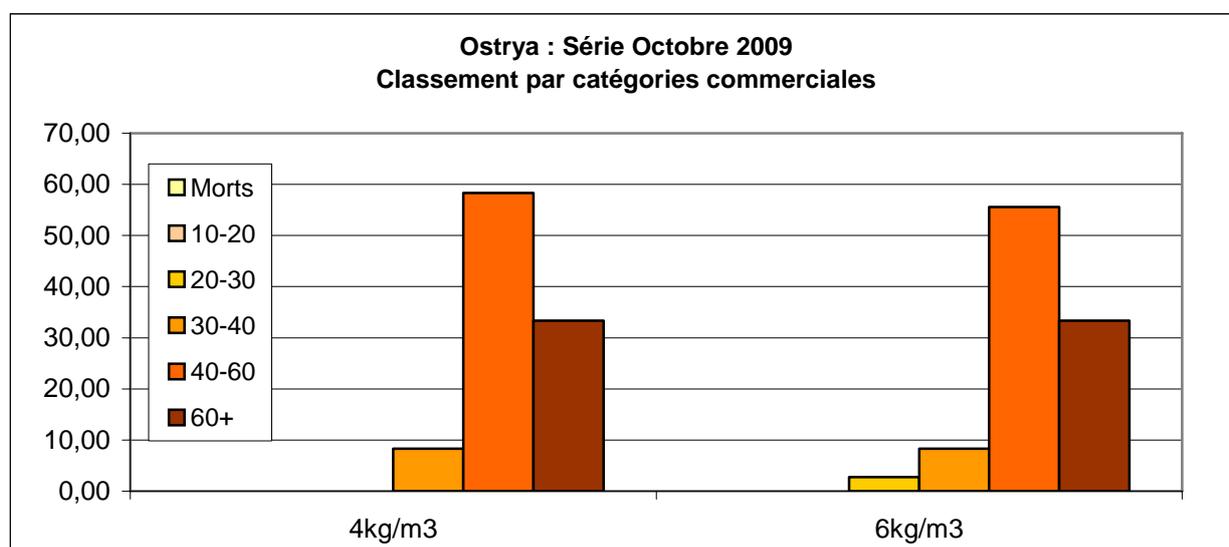
	17/09	4/12	24/3	28/4	6/05	7/07
Moyenne	67,80		32,42		52,35	
Maxi	100%		44%		83%	
Mini	11%		20%		0%	
Rempotage	Juin				Août	

Pourcentage, par série de bouturage, de plants ayant une bonne tenue de motte

Dans le cas de l'ostrya, deux modalités de fertilisation sont testées : soit à 4 kg/m³ d'engrais retard, osmocote 15-9-12, 5-6 mois, soit à 6 kg/m³.

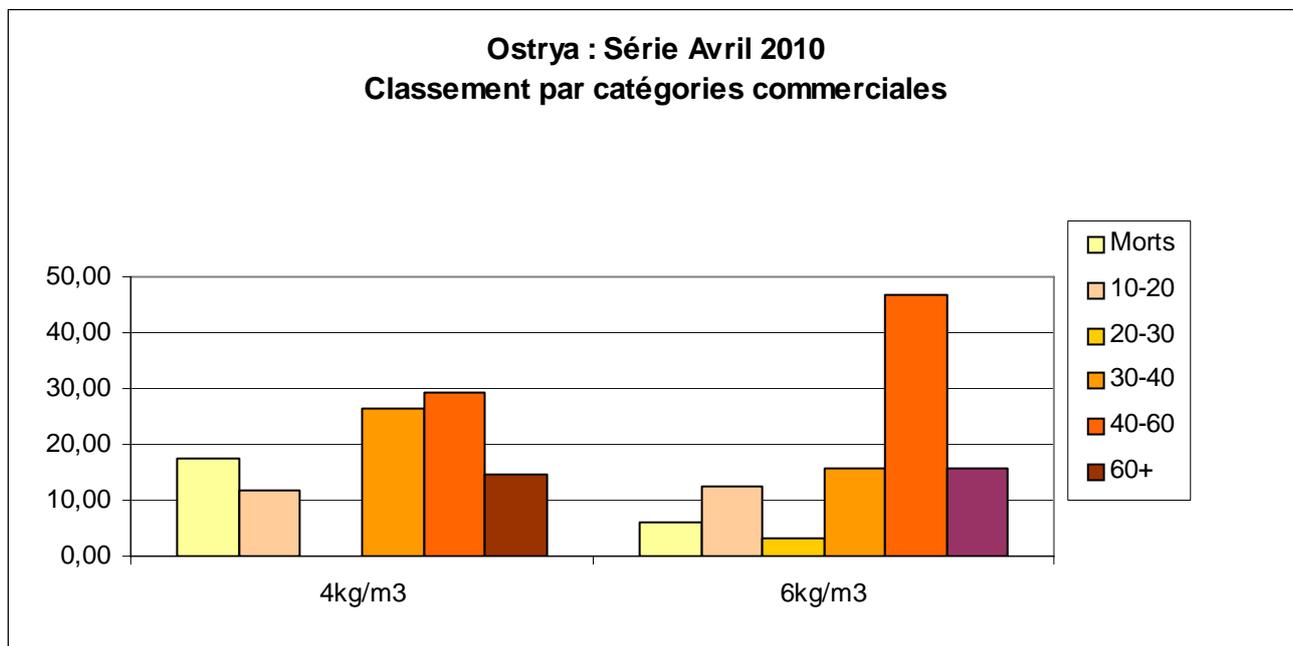
Série "octobre" : En septembre, soit 11 mois après le bouturage et 3 mois après le repotage, on effectue un classement par catégories commerciales.

Il n'apparaît pas de différence entre les deux modalités de fertilisation. 88 % des plants à 6 kg/m³ et 91 % à 4 kg/m³ ont une taille de 40-60 et plus.

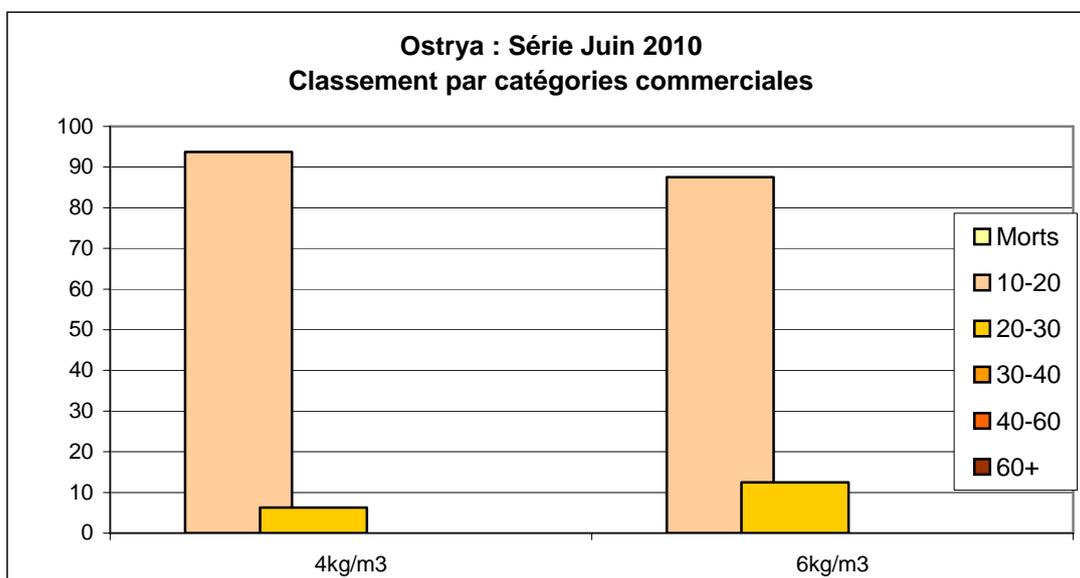


Série "avril" : En septembre, soit 5 mois après le bouturage et 3 mois après le rempotage, on effectue le classement.

Il apparaît une différence entre les deux modalités de fertilisation. 62,5 % des plants à 6 kg/m³ et 44 % à 4 kg/m³ ont une taille de 40-60 et plus. A l'inverse de la série d'octobre, on constate une mortalité de l'ordre de 6 à 17%



Série "juin" : En janvier, soit 7 mois après le bouturage et 5 mois après le rempotage, on effectue le classement. La grande majorité des plants mesure entre 10 et 20 cm. Aucune mortalité n'est constatée



Si l'on regroupe et synthétise ces résultats en 3 séries de bouturage, septembre à décembre, mars-avril et mai à juillet, et si l'on applique le pourcentage d'enracinement puis le pourcentage d'obtention d'un jeune plant de catégorie 1 (40 cm ou plus), à l'ensemble des boutures prélevées sur les 45 pieds-mères, il est alors possible de comparer l'efficacité technique de chaque série de bouturage :

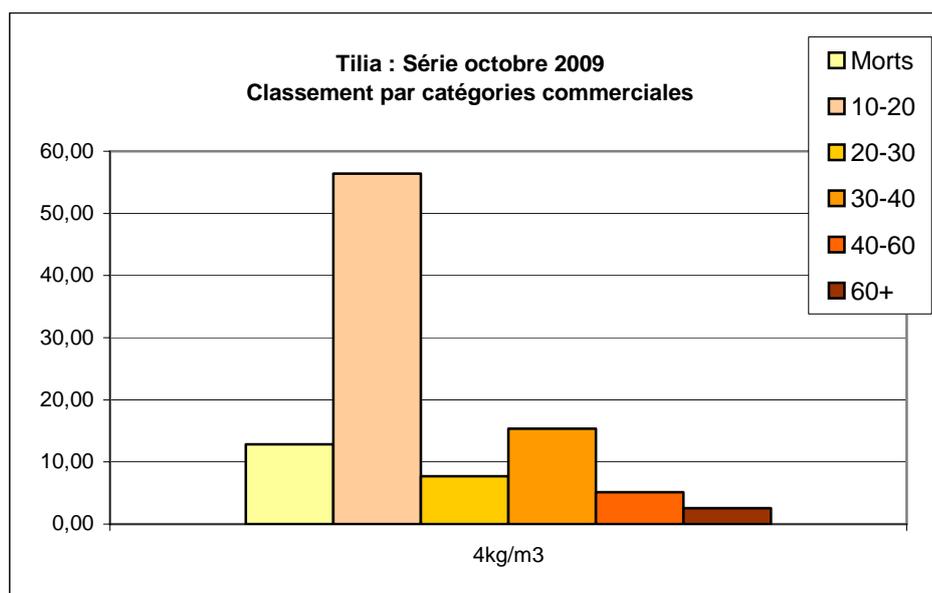
- avec un bouturage effectué entre septembre et décembre année n, on obtient près de 11 jeunes plants de catégorie 1 par pied-mère, disponibles en février n+2.
- avec un bouturage effectué en mars-avril année n, on n'obtient que 3 jeunes plants de catégorie 1 par pied-mère, disponibles en février n+1,
- avec un bouturage effectué entre mai et juillet année n, on obtient 10 jeunes plants de catégorie 1 par pied-mère, disponibles en février n+1.

Il apparaît ainsi que 2 périodes de bouturages sont à privilégier :

- la période de mai à juillet, qui permet de repoter les boutures racinées très rapidement et d'obtenir une croissance immédiate conduisant à des jeunes plants de catégorie 1 8 à 9 mois seulement après bouturage,
- la période de septembre à décembre qui permet d'obtenir le même rendement par pied-mère, mais avec un cycle de culture de 16 mois.

III 124a : *Tilia argentea*

Comme pour l'Ostrya, on retrouve plusieurs types de jeunes plants : jeunes plants avec une bonne tenue de motte et bourgeon terminal actif (1), boutures bien enracinée mais bourgeon bloqué (2), et des boutures avec un cal pas ou très peu de racines (3).



Série "octobre" : En septembre, soit 11 mois après le bouturage et 3 mois après le repotage, on effectue le classement.

Une seule modalité de fertilisation à 4 kg/m³ est effectuée, les résultats en fonction des catégories commerciales sont très hétérogènes avec une dominante de 10-20. On relève une mortalité de l'ordre de 10%.

Malheureusement, cette année, la fonte importante des boutures n'a pas permis d'effectuer plusieurs séries de repotages afin d'observer le développement des jeunes plants.

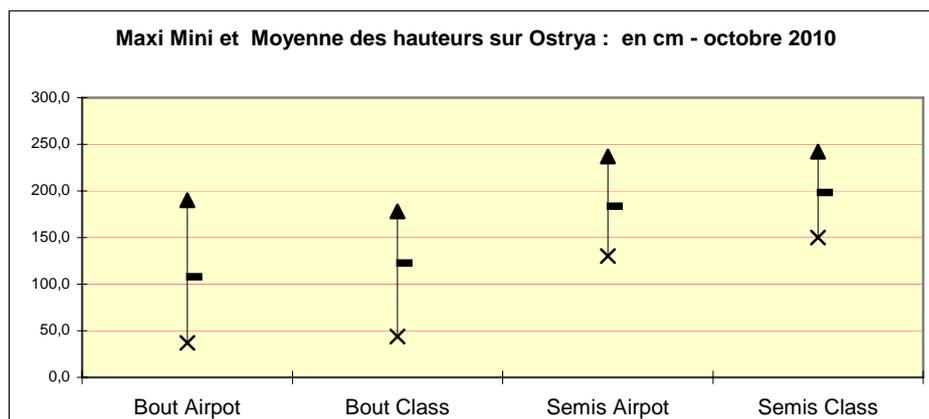
III 125 : Vérification du potentiel de croissance des jeunes plants issus de bouture

III 125a : Moyens mis en oeuvre :

- 2 types de pot : Air Pot (A) ou Conteneur Classique (C)
- 2 origines de plants : Semis (S) ou Boutures (B) pour les 2 espèces
- 1 type d'abri : Ombrière
- 3 répétitions de 9 plants d'Ostrya et 6 plants de Tilia

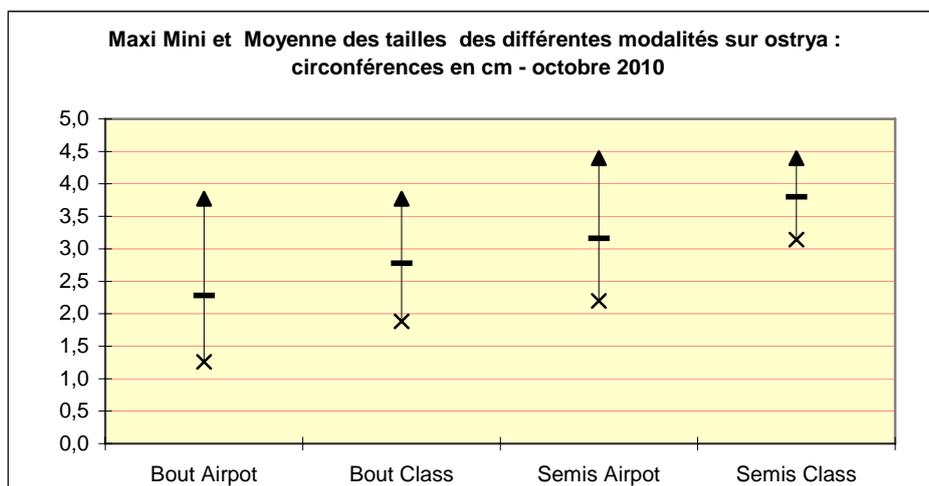
Repotage en conteneur de 20 litres en mars 2010, soit une seule saison de culture.

III 125b : Croissance en hauteur des *Ostrya carpinifolia* :

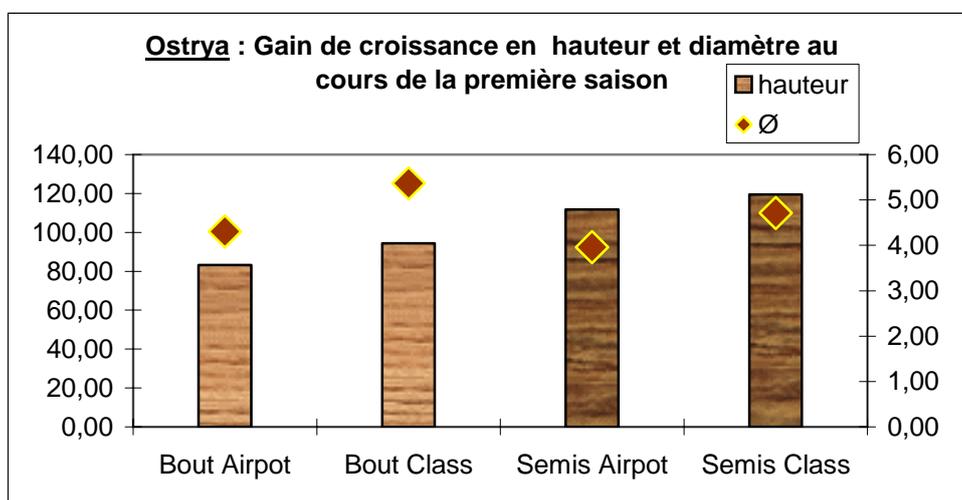


Les hauteurs maximales sont obtenues pour les plants issus de semis, sur certain sujet l'objectif 2m50 est pratiquement atteint. En moyenne, ils mesurent 1m80 à 2m de hauteur. En revanche, pour les boutures, les moyennes sont de l'ordre de 1m à 1 m20, avec des sujets de petites tailles de l'ordre de 40 cm et de maximum ne dépassant pas 2m.

III 125c : Croissance en circonférence des *Ostrya carpinifolia* :



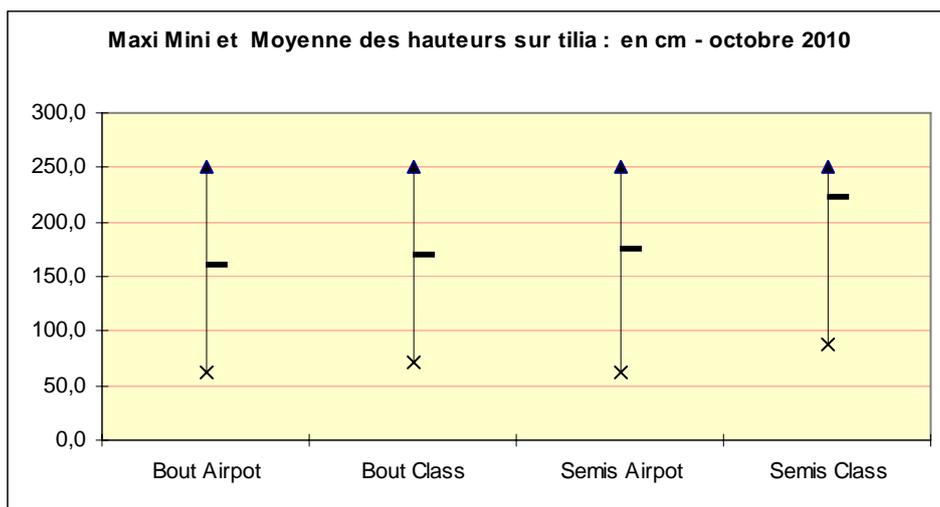
Les circonférences maximales sont obtenues pour les plants issus de semis (4,4 cm au collet). Les moyennes se situant entre 3 et 4 cm, contre 2 et 3 pour les plants issus de boutures.



Malgré les faibles circonférences en fin d'essai, on remarque que le gain en diamètre le plus élevé est obtenu sur la modalité "bouture en pot classique". En ce qui concerne le gain en hauteur, les meilleurs résultats sont obtenus pour les semis.

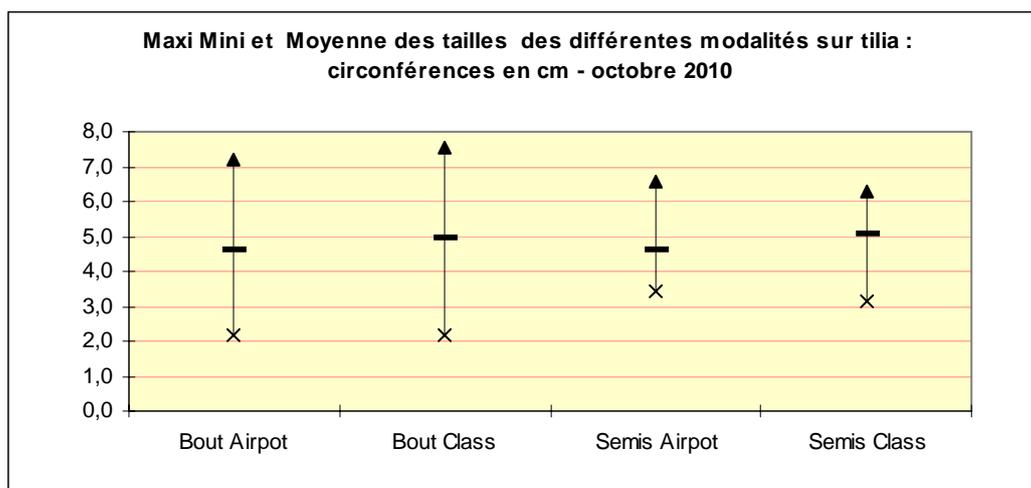
Pour ce qui est des modalités "conteneur", il ne semble pas y avoir de différences significatives.

III 125d : Croissance en hauteur des *Tilia argentea* :

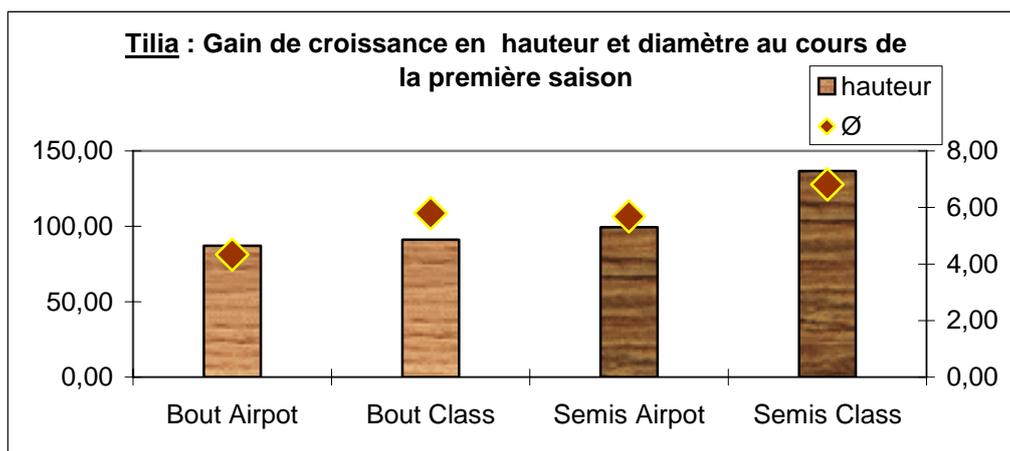


L'objectif 2m50 est obtenu pour l'ensemble des modalités. Cependant en moyenne les meilleurs résultats sont obtenus pour les semis en conteneurs classiques (supérieure à 2m). Les moyennes des 3 autres modalités testées ne sont pas significativement différentes entre elles.

III 125e : Croissance en circonférence des *Tilia argentea* :



Le maximum de circonférence est obtenu pour les boutures en pots classiques, toutefois les tailles observées sont très hétérogènes.



D'une manière générale, on remarque un gain de croissance supérieur en hauteur et en diamètre pour la modalité semis en conteneur classique.

III 125f : Conclusions :

L'essai montre cette année une forte hétérogénéité des plants issus de bouture, qui pénalise leur croissance moyenne par rapport aux plants issus de semis. En effet, les jeunes plants issus de boutures étudiés ici provenaient d'une cinquantaine de pieds-mères eux-mêmes issus de semis et de ce fait hétérogènes.

L'intérêt de la méthode du mini-bouturage nécessiterait donc en préalable, une sélection des pieds-mères pour ne retenir que des plants homogènes et ayant une forte vigueur.

Il s'avère donc cependant que la multiplication d'arbres d'alignement par mini-boutures s'avère tout à fait possible pour certaines espèces. La technique du mini-bouturage telle que présentée ici demande malgré tout encore bien des améliorations tant au niveau de la production de boutures (choix du support de bouturage) qu'au niveau des pieds-mères (sélection d'individu, amélioration de la conduite de culture notamment en fertilisation).

III 13 Amélioration des méthodes de formation de la tige et des conditions de culture pour la production d'arbres d'alignement

En prenant en compte les observations sur la culture précédente, nous avons mis en place un nouvel essai en adaptant l'objectif en fonction de ces premières observations.

III 131 : Essai conduit en région parisienne

L'objectif initial d'obtention d'une tige haute de 2 m 50 en une saison de végétation s'avère impossible à atteindre avec *Quercus palustris* sous les conditions climatiques de la région parisienne du fait notamment de sa croissance rythmique. De plus, le diamètre des plants cultivés dans le premier essai est très faible. L'objectif de ce deuxième cycle de culture est donc modifié et devient la production en 2 ans d'une tige ayant une hauteur de 2 m 50 et un diamètre compatible avec sa commercialisation dès la troisième année.

III 131a : Matériel et méthodes

III 131a-1 : Matériel végétal

NOM FRANCAIS	NON LATIN	ORIGINE
Chêne des marais	<i>Quercus palustris</i>	1/2

Dispositif à 3 modalités, 3 répétitions, 1 variété, 12 plantes par parcelle élémentaire soit 108 plantes.

III 131a-2 : Modalités de l'essai

i

3 modalités de formation de la tige :

A → Croissance libre des plants (mais mise en place d'un tuteurage pour monter la tige) et des anticipés pour assurer un maximum de surface foliaire

B → Enlèvement précoce systématique des anticipés à + d'1 m sous la tête pour favoriser la croissance de la tige et éviter toute cicatrice de taille tardive des anticipés.

C → Conduite maîtrisée des anticipés avec élimination de 50 % des anticipés en bouquet, pincement des 50 % restant pour éviter qu'ils ne prennent trop d'importance et élimination de tout anticipés d'1.5 cm de diamètre. Pincement de l'apex de la tige pour éliminer le bourgeon terminal et le 1^{er} oeil dès que la plante atteint 1m, 1.5m, 2m et 2.2m (4 pincements).

III 131a-3 : Suivi de la culture

ANNEE	2009	2010	2011
REMPOTAGE	9 avril	-	-
SUBSTRAT	Substrat RHP 25 Klasmann-Deilmann - 30 % tourbe de sphaigne blonde - 20 % fibre de tourbe - 30 % fibre de bois - 20 % fibre de coco + 1 kg PGmix 14-16-18		
CONTENEURS	Conteneur plastique 20 litres		
IRRIGATION	Au goutte à goutte avec pilotage tensiométrique. 2 goutteurs par pot. Eau corrigée à l'acide nitrique pH = 5,8		
FERTILISATION	Incorporation au substrat d'Osmocote Exact Standard 3-4 mois 16-9-12 à 3 kg/m ³ au repotage puis Solution nutritive (Mélange d'Hakaphos Orange 15-5-30 [100 g/L] et d'Hakaphos Elite 24-6-12 [50 g/L])		
PAILLAGE	Fibre de bois colorée « Jardicolor brique », mise en place au repotage sur 3 cm		
	9 avril 2009	23 février 2010	-
INTERVENTIONS CULTURALES	Conduite culturale : La première année, pas de rabattage mais tuteurage de la tige au fur et à mesure de sa croissance sur des bambous de 3 m.		

Taille des arbres à 2.30 m quand la partie aotée de la tige atteint 2.50 m. Formation de la flèche avec la ramification la plus vigoureuse déjà présente ou la première qui apparaîtra après étêtage. La flèche sera stoppée à 3 m maximum.

III 131a-4 : Plan de l'essai

Allée	Modalité A Répétition 1	Modalité B Répétition 1	Modalité C Répétition 1
	Modalité B Répétition 2	Modalité C Répétition 2	Modalité A Répétition 2
	Modalité C Répétition 3	Modalité A Répétition 3	Modalité B Répétition 3

III 131a-5 : Analyses

- ✓ Analyse physique et chimique du substrat avant rempotage

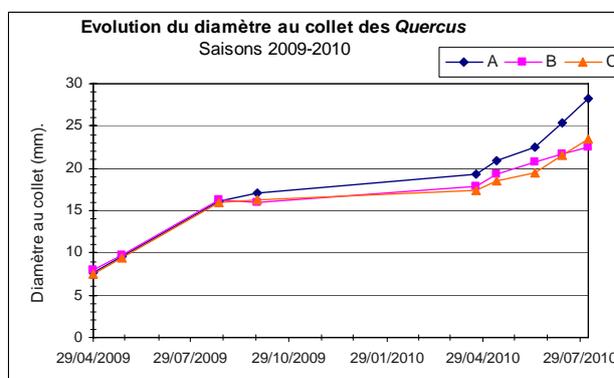
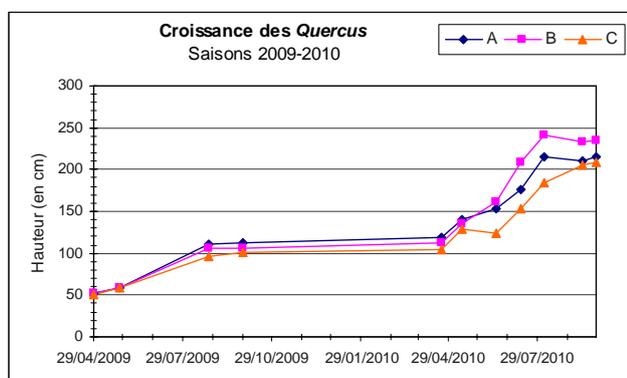
III 131a-6 : Mesures

- ✓ Hauteur sur un échantillon de 9 plantes par parcelle élémentaire, toutes les 4 semaines
- ✓ Diamètre au collet (2009) ou à 1 m du sol (2010 et 2011) sur un échantillon de 9 plantes par parcelle élémentaire, toutes les 8 semaines
- ✓ Longueur des branches d'ordre 1 et 2 de 9 arbres par modalité, en fin de saison
- ✓ Surface foliaire de 50 feuilles par modalité, en fin de saison. Les feuilles seront scannées et envoyées pour mesure informatique à l'INRA de Clermont-ferrand

III 131b : Résultats et discussion

III 131b-1 : Croissance en hauteur et en diamètre

Le suivi de la croissance des *Quercus* est visible sur les graphiques suivants :



Les chênes des 3 modalités ont une évolution comparable durant la première saison de culture.

Durant la seconde saison, les chênes de la modalité B ont la croissance la plus rapide. C'est la première modalité pour laquelle des arbres atteignent la hauteur de 2.5 m, hauteur à laquelle ils sont rabattus à 2.3 m, ce qui explique l'arrêt sur le graphique. En fin de saison 2011, tous les arbres ont été rabattus.

Dans la modalité C, les arbres, régulièrement pincés, ont une croissance moins rapide. Cependant, en fin de saison, 85 % des arbres ont été rabattus.

Dans la modalité A, la vitesse de croissance a été intermédiaire entre celles des arbres des 2 autres modalités. Mais seulement 25 % des arbres ont été rabattus durant la saison. Même si les hauteurs finales sont comparables entre les différentes modalités, il s'agit de la modalité avec la croissance finale la plus faible.

La dernière notation du diamètre, effectuée en septembre 2010 à 1m de hauteur, a permis de calculer la circonférence commerciale des arbres :

Modalité	A	B	C
Circonférence	4.3 cm	3.7 cm	3.0 cm

Aucun des modes de culture n'a permis d'atteindre l'objectif de croissance suffisant pour avoir une taille commerciale de 6/8 en fin de seconde année. Malgré l'absence de différence significative, nous pouvons voir que les arbres de la modalité A sont les plus larges. Nous voyons bien que cet itinéraire favorise la croissance du tronc au détriment de celle de la tige.

A la vue de ces résultats, il semble que l'itinéraire technique de la modalité B semble être celle qui donne les meilleurs résultats en termes de croissance verticale et circulaire des arbres. Tailler régulièrement l'apex, comme cela a été le cas dans la modalité C, bloque la plante sans pour autant bénéficier à la croissance du tronc.

III 131b-2 : Développement raméal

La longueur des rameaux des différents ordres des chênes de chaque modalité a été mesurée. Les moyennes des longueurs sont reprises dans le tableau suivant :

Modalité	A	B	C
Rameaux Ordre1	19,9	14,7	11,8
Rameaux Ordre2	7,7	5,2	-
Rameaux Ordre3	12,5	-	-

Les chênes en croissance libre (modalité A) sont logiquement ceux présentant la longueur de rameaux les plus longs, ainsi que les rameaux les plus ramifiés. Seuls les arbres de cette modalité ont des rameaux d'ordre 3.

Le pincement précoce des anticipées entraîne une réduction de la longueur et de la ramification des chênes.

III 131b-3 : Développement foliaire

La surface foliaire totale des chênes de chaque modalité a été calculée grâce au comptage du nombre de feuilles et la surface unitaire d'un échantillon de 50 feuilles par modalité.

Modalité	A		B		C	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Saison 2009	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Nombre de feuilles par arbre	162	1467	68	283	77	333
Surface foliaire	38,90	23,72	37,16	42,37	32,01	38,53
Surface foliaire par arbre	0,63 m ²	3,48 m ²	0,25 m ²	1,20 m ²	0,25 m ²	1,28 m ²

Les arbres en croissance libre sont ceux présentant le maximum de feuilles de par l'absence de taille. La superficie foliaire unitaire, comparable aux autres modalités en 2009, est significativement plus petite que dans les autres modalités en 2010. C'est d'ailleurs la seule modalité pour laquelle la surface des feuilles s'est réduite entre les deux saisons. Au final, c'est la modalité qui montre la plus grande superficie de surface foliaire, avec environ 3.5 m² par arbre.

Les deux autres modalités montrent une surface foliaire totale comparable, avec environ 1.2 m² par arbre.

La comparaison des trois modalités montre, qu'en 2010, plus les feuilles sont nombreuses, plus elles sont de taille réduite. Cependant, le nombre de feuilles reste le paramètre prépondérant sur la surface foliaire totale.

III 131b-4 : Développement racinaire

La notation racinaire en fin de saison 2010 a montré que les chênes de la modalité A avaient un volume racinaire plus important que ceux des modalités B et C, en corrélation avec le volume foliaire.

Il n'existe pas de réelles différences entre les systèmes racinaires des arbres des modalités B et C.



III 131b-5 : Conclusions et perspectives

Cet essai avait pour objectif de comparer différents modes de taille et de gestion des anticipées en culture hors-sol de *Quercus palustris*.

La croissance libre des chênes permet d'avoir une croissance en diamètre du tronc rapide, mais qui se fait au détriment de la croissance en hauteur. En fin de saison, les arbres de cette modalité sont ceux avec le volume foliaire et racinaire le plus important.

La croissance libre du tronc en éliminant les anticipées à plus d'1 mètre de la tête a permis d'avoir la croissance la plus rapide en hauteur, avec la totalité des arbres qui ont été rabattus durant la saison 2011. Le volume foliaire est réduit à cause de la taille des anticipées. Cette dernière est compensée en partie par une surface foliaire plus importante, mais d'une manière insuffisante par rapport aux arbres non taillés en croissance libre.

Le pincement régulier de l'apex en vert a ralenti la croissance de la plante, sans pour autant bénéficier à la croissance du tronc. Ce mode de gestion des chênes n'a pas amené d'amélioration par rapport à l'itinéraire précédent.

III 132 : Essai conduit en région sud

III 132a : Modalités testées

L'objectif initial d'obtention d'une tige de 2m50 en une saison de culture peut rester réaliste à condition de parfaitement maîtriser les conditions climatiques environnant la culture. Un nouvel essai a donc été mis en place, avec pour objectif d'améliorer cet environnement climatique par rapport à celui de la culture précédente.

Pour cela le nouvel essai est conduit avec *Ostrya carpinifolia* (GR350/400) et *Tilia tomentosa* (GR600), comme plantes modèles, l'utilisation de jeunes plants en godets forestiers de taille compatible avec l'objectif et une fertilisation à l'aide d'Osmocote incorporé au substrat. Il porte sur la comparaison de deux modalités de couverture de l'abri de culture :

- la bi-chapelle utilisée jusqu'alors avec sa couverture plastique à double paroi gonflable dont l'atmosphère est probablement trop chaud et trop sec durant l'été,
- et un tunnel couvert avec une toile d'ombrage dans l'optique d'améliorer la température et l'hygrométrie dans l'enceinte de culture.

Par ailleurs, la culture en caisses n'ayant pas montré un intérêt particulier, elle est remplacée par un autre type de conteneur anti-chignon dénommé C20 Airpot, l'objectif d'obtention d'un système racinaire bien conformé restant fondamental.



III 132b : Matériels et méthodes

Les plants sont repotés avec un apport d'engrais 8/9 mois à libération programmée destinée aux cultures sous serre, d'équilibre 15-9-11 à raison de 50g/plants. Le terreau utilisé est une formulation spéciale pour les conteneurs Airpot, celui-ci sera également utilisé pour les conteneurs classiques :

35% d'écorce composée 10/15

32% tourbe blonde 0/40

18% tourbe blonde fibreuse

15% Hortifibre

150g/m³ d'Aquamix

150g/m³ de Radigen (complexe oligos)

En parallèle, une répétition de 15 plants par espèces a été ajoutée au dispositif de l'ombrière pour observer la différence de croissance lorsque les plants sont mycorhizés. (*hors programme*)

III 132c : Dispositif

Modalité de culture	Nb de plants	Multichapelle	Ombrière
Conteneur Classique 20 L	45	CMC	
Conteneur Air Pots 20 L	45	AMC	
Conteneur Classique 20 L	45		CO
Conteneur Air Pots 20 L	45		AO
Conteneur Air Pots 20 L	15		MYCO *

Cette modalité n'a pas été retenue par le programme national. Elle n'a donc été installée que sur 15 plants servant de bordure.

Un protocole comparable à celui de l'essai initial est adopté, avec 3 répétitions et 9 plants par parcelle élémentaire.

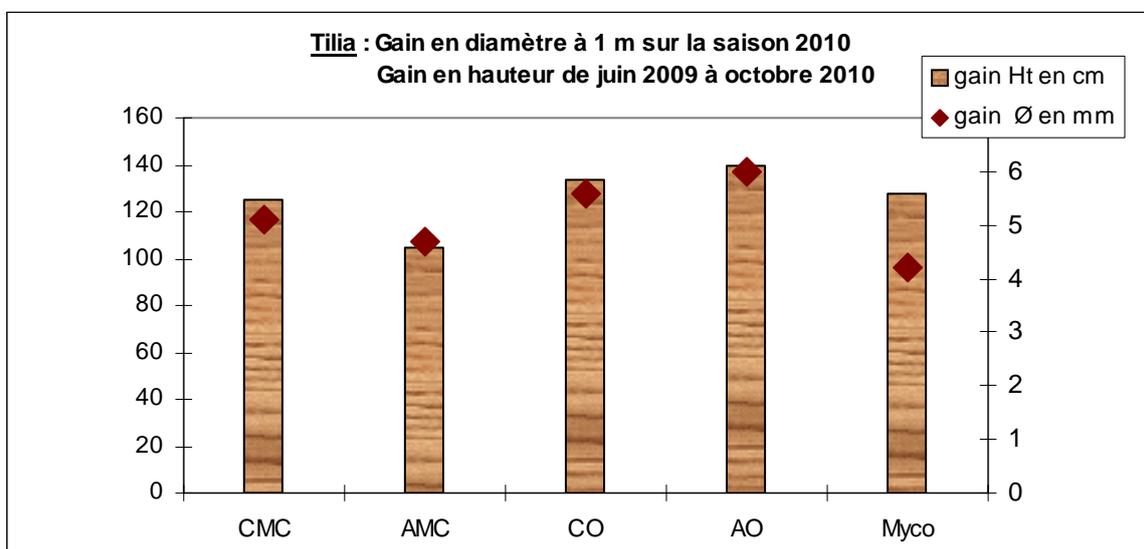
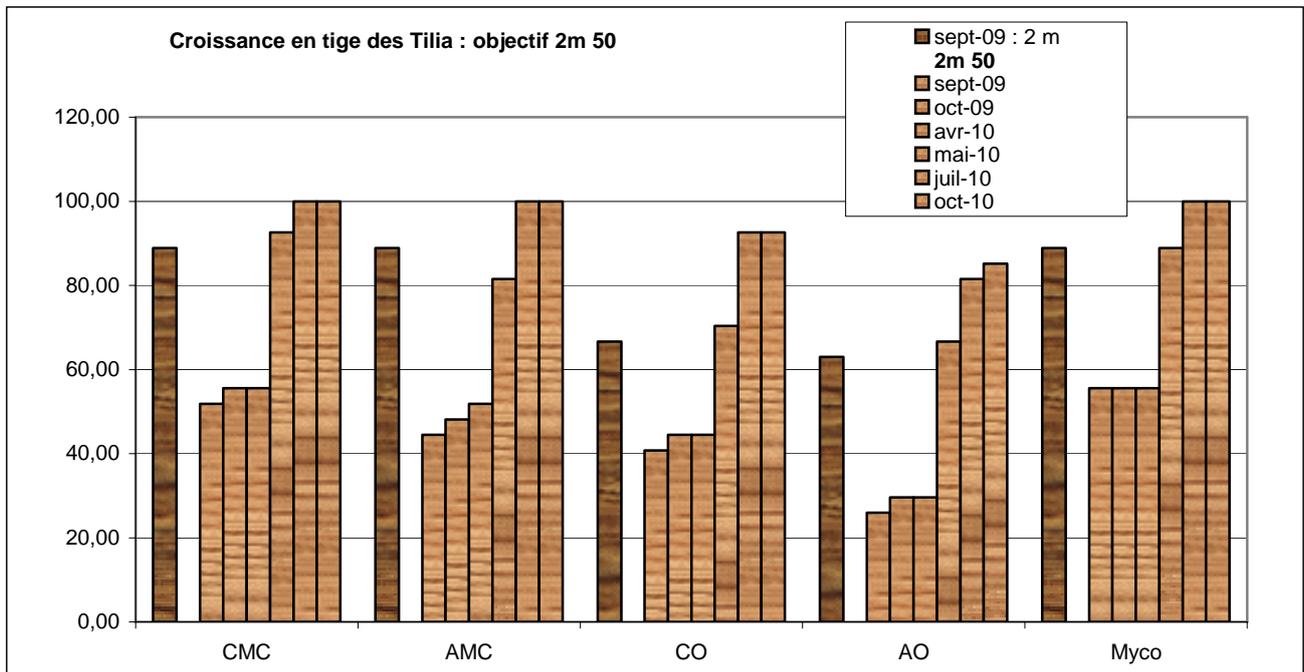
III 132d : Mesures

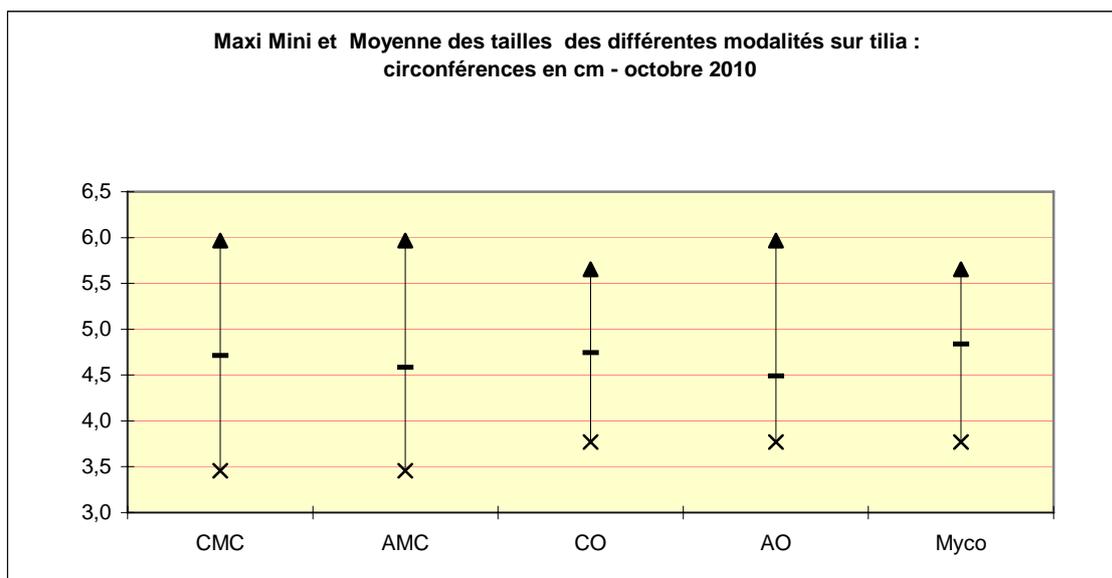
Les mesures portent sur :

- La croissance en hauteur des plants, mesurée toutes les 4 semaines, jusqu'à obtention de la hauteur voulue,
- La croissance du diamètre mesuré à 1 mètre du sol en sortie d'hiver puis en fin de saison de végétation,
- Les paramètres climatiques dans chaque enceinte de culture, mesurés au niveau du feuillage : température, luminosité,
- La longueur cumulée des ramifications en fin de saison, par ordre de ramification, pour apprécier l'effet des deux types de couverture, sur les 3 plants les plus proches de la moyenne de chaque modalité en terme de hauteur et diamètre,
- La surface foliaire en fin de saison. Pour cela, la méthodologie décrite ci-dessus sera également mise en œuvre sur les plants cultivés à Romans.

III 132e : Résultats

III 132e-1 : Croissance en hauteur et en diamètre des *Tilia argentea*

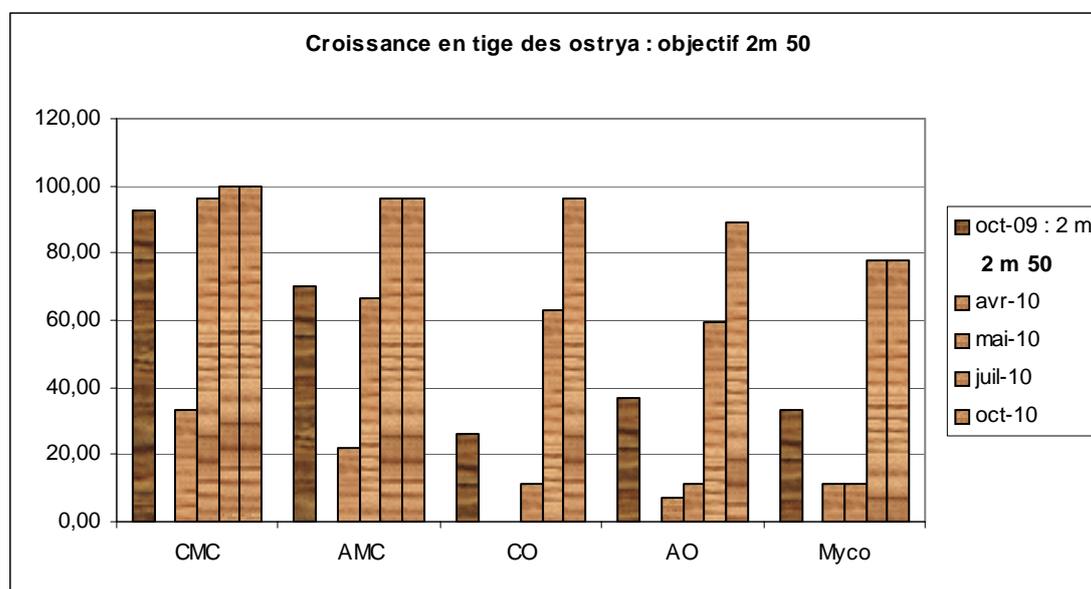


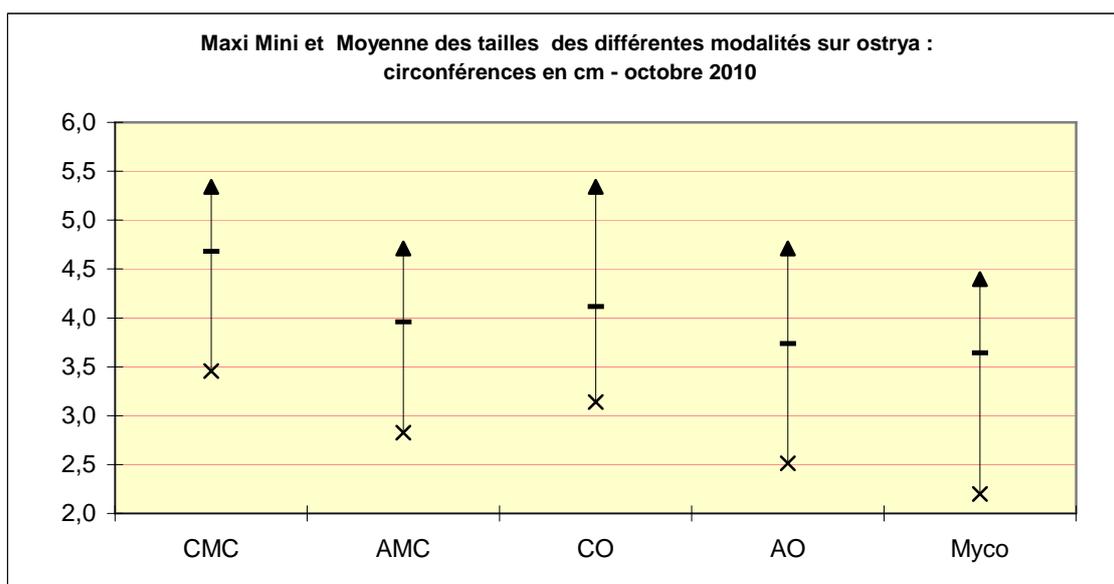
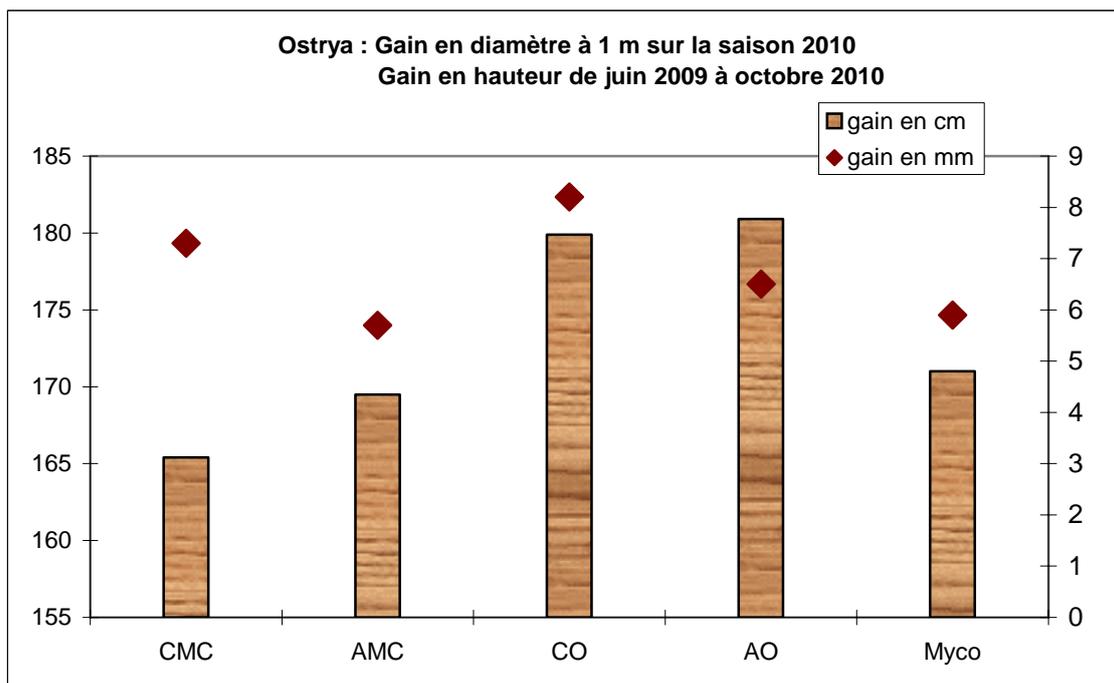


Il apparaît ainsi que les plants cultivés sous l'ombrière, dont la croissance avait été pénalisée l'an dernier, présentent en 2010 la plus forte croissance en hauteur. Cependant, ce regain de croissance ne leur permet pas de rattraper leur retard par rapport aux plants cultivés sous la multichapelle.

En terme de diamètre, l'ensemble des modalités donne des résultats comparables.

III 132e-2 : Croissance en hauteur et en diamètre des *Ostrya carpinifolia*



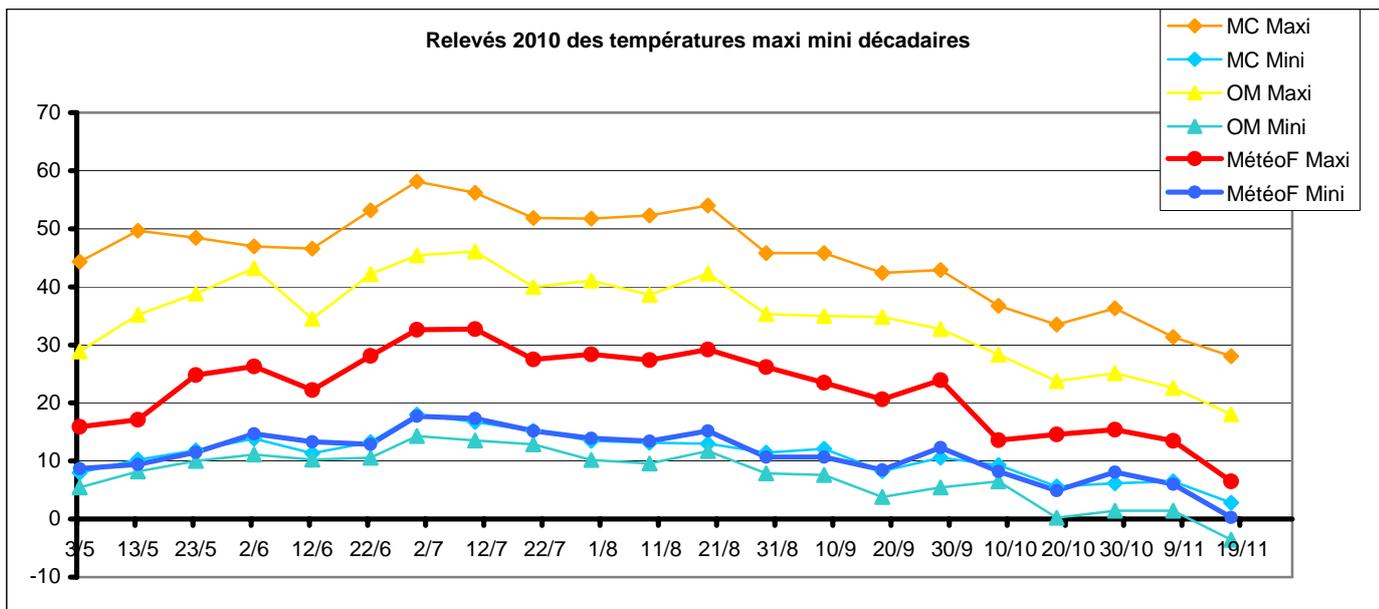


Pour les Ostrya, les résultats sont identiques, avec même un léger effet négatif de la culture sous ombrière en terme de croissance en diamètre des plants.

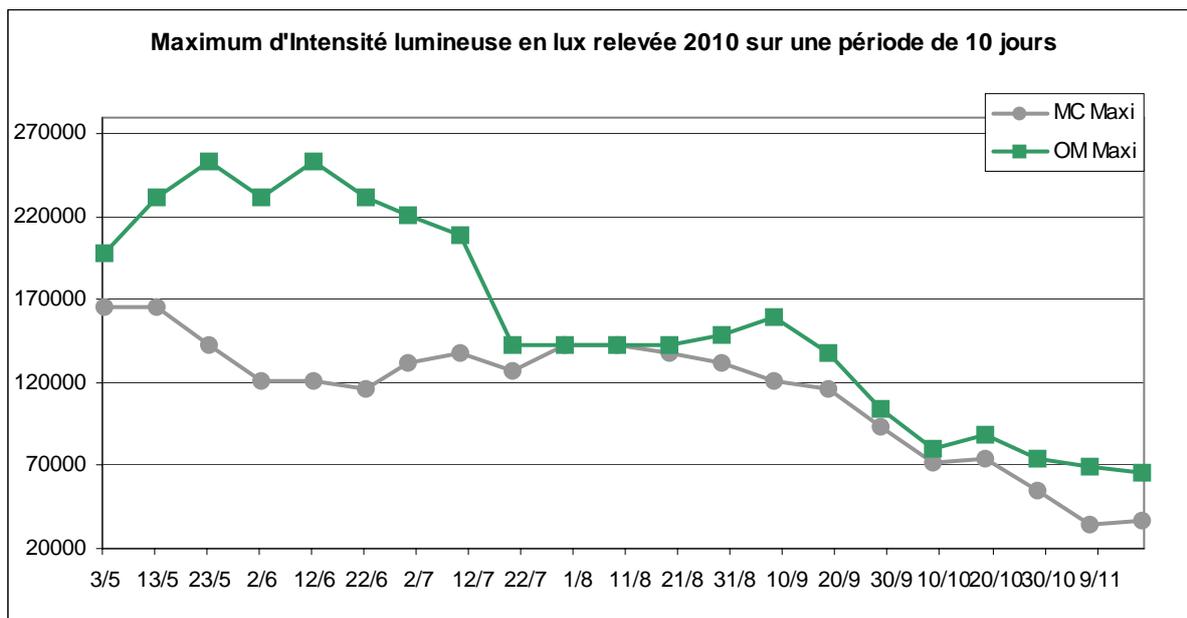
III 132e-3 : Relevés climatiques sous les deux abris

Les paramètres climatiques : température et luminosité sont relevées dans chaque enceinte de culture à l'aide d'enregistreur HOBO, paramétré pour effectuer une mesure toutes les heures en continu.

La température la plus élevée et la minimale sur une période de 10 jours sont récapitulées dans le graphique ci-dessous, couplée avec les relevés moyens maxi et mini de météoFrance.



Ces courbes confirment les observations faites en 2009 puisque, de nouveau, elles montrent que les températures maximales sont nettement supérieures sous abri, y compris sous l'ombrière, et que les températures minimales sont au contraire légèrement inférieures.



Comme l'an dernier aussi, nous retrouvons l'anomalie de la plus faible luminosité sous la multichapelle en début de saison. Une ombre portée malencontreuse est certainement présente bien qu'elle n'ait pas été détectée au cours de la saison de végétation, ce qui aurait permis de déplacer le capteur et de le repositionner dans un lieu plus conforme.

III 132f : Conclusions

Cette expérimentation ne nous permet donc pas de valider l'hypothèse que l'ambiance est plus favorable à la croissance des tiges sous l'ombrière que sous la multichapelle où nous n'avons pas retrouvé d'ailleurs les problèmes de nécrose des écorces qui nous avaient conduit à formuler cette hypothèse.

IV. CONCLUSION GENERALE

Il ressort des résultats 2010 que le devenir du système racinaire après plantation d'une tige en situation de jardin dépend de l'itinéraire technique suivi mais aussi des caractéristiques du sol de plantation. Il semble cependant que un itinéraire technique avec 1 an de culture hors-sol et 2 ans passés en pleine terre en pépinière, ou 3 ans de culture hors-sol dans un conteneur adapté de plus de 20 litres conduisent à des résultats intéressants tant pour le pépiniériste en terme de croissance aérienne des tiges que pour son client en terme de reprise de croissance racinaire.

Pour ce qui est de la formation des tiges, l'essai comparatif entre ombrière et multichapelle ne nous a pas permis de conforter l'hypothèse de meilleures conditions culturales sous l'ombrière. Il apparaît par contre que le fait de laisser les anticipés en croissance libre permet d'améliorer la croissance en diamètre de la tige alors que le fait de les enlever progressivement, lorsqu'ils se trouvent à plus d'un mètre de l'apex, favorise la croissance en hauteur de l'axe principal.

En matière de multiplication par mini-bouturage, il apparaît que deux périodes de l'année sont favorables à l'obtention de boutures bien racinées et poussantes : l'automne et le printemps. L'essai montre cependant que la méthode du mini-bouturage doit s'accompagner d'une sélection préalable des pieds-mères pour obtenir une croissance homogène des jeunes plants issus de bouturage, afin que la méthode trouve tout son intérêt par rapport aux plants issus de semis.

V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUSSENAC G et DUCREY M, 1978, Etude de la croissance de quelques espèces forestières cultivées à différents niveaux d'éclairément et d'alimentation hydrique, 103^e Congrès national des sociétés savantes, Nancy, 1978, sciences, fasc I:105-117.

BREDA Nathalie, 1999, L'indice foliaire des couverts forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel, Revus forestière française, n° 2-1999, pp 135-160.

CEPEM, 2003 : Essai de formation accélérée d'arbres tiges, Compte-rendu 2003-04, 7p.

CEPEM, 2004 : Essai de formation accélérée d'arbres tiges : comportement en pleine terre, Compte rendu en écriture.

CHAMPAGNAT P, PAYAN E, CHAMPAGNAT M, BARNOLA P, LAVARENNE S et BERTHOLON C, 1986, La croissance rythmique de jeunes chênes pédonculés cultivés en conditions contrôlées et uniformes. *Naturalia monspeliensis*, Colloque international sur l'arbre, pp 303-337.

GALOPIN G., 1995 : Biologie du développement d'*Hydrangea macrophylla*. Caractérisation du potentiel morphogénétique et maîtrise de ses expressions par les conditions de culture. *Thèse*, Univ Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 87p.

GALOPIN G., BEAUJARD F., GENDRAUD M., 1996 : Intensive production of juvenile cuttings by mother microplant culture in *Hydrangea macrophylla* 'Leuchtfeuer', *Can. J. Bot.*, 74, 561-567.

GALOPIN G., BEAUJARD F., 1998 : Nouvelles perspectives pour la multiplication in vivo des végétaux ligneux d'ornement. In Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux, *Actes Coll Angers*, Cemagref Ed,45-6.