



Parcelle agroforestière de Parcé sur Sarthe



Véolia Propreté a mis en place un essai agronomique destiné à mettre au point des itinéraires culturaux novateurs pour produire durablement de la biomasse agricole à vocation énergétique. Ces itinéraires combinent des techniques de semis direct, des rotations innovantes, des mélanges de plantes, l'association de cultures annuelles et d'arbres.

Lors de la réunion préparatoire du 16 mars 2007 à Parcé sur Sarthe, un comité de pilotage a été mis en place. Il est composé de :

Chloé DELATTRE, société VEOLIA PROPRETE

Alban LECOUR, société VEOLIA PROPRETE

Denis BOUGOIN, société EDERA ;

Christophe de CARVILLE, société SULKY-BUREL, consultant et partenaire ;

Pierre JALLU, société DURO, consultant et partenaire ;

Dominique PILET, agriculteur agroforestier, consultant ;

Frédéric THOMAS, société Farming Communication, consultant ;

Ont été chargés de la réalisation et de la mise en œuvre de l'essai :

Philippe PASTOUREAU, agriculteur, consultant, chargé des travaux agricoles sur l'essai ;

Fabien LIAGRE, société AGROOF, consultant, spécialiste de l'agroforesterie ;

Matthieu ARCHAMBEAUD, société Farming Communication, agronome spécialiste du semis direct, responsable de la coordination du projet.

CONTEXTE

Etat des lieux de la « biomasse énergie »

Pour assurer la production de biomasse énergie, les solutions actuelles retenues par la majorité des acteurs politiques et techniques sont : le brûlage des résidus de culture, les taillis à très courte rotation (TTCR) à base de saules ou encore la culture de panic géants ou de miscanthus. Si ces cultures et procédés présentent beaucoup d'avantages en terme de biomasse, la protection des ressources et l'intégration dans les systèmes agricoles n'est pas abordée, alors que le développement massif du marché dans les années à venir demande au contraire une étude approfondie des modes de production (protection des sols, efficacité énergétique...).

La biomasse-énergie est aujourd'hui encore considérée comme un sous-produit, soit issus de l'agriculture (pailles, mélasses...), soit issus de la foresterie (bois plaquette, déchets verts...) :

La rentabilité est ainsi déterminée à court terme, alors qu'avec l'augmentation prévisible de la demande, on sort de l'aspect sous-produit pour rentrer dans le « produit » à part entière avec des prix de marché et des cahiers des charges différents, mais également une réflexion sur l'insertion des filières dans l'exploitation agricole et les conséquences sur la production alimentaire et l'écologie des systèmes.

Produire de la « bioénergie » durablement

L'énergie injectée dans la filière, depuis la production (mécanisation, fertilisation, récolte...) jusqu'à la consommation (transport, stockage, recyclage...) doit être la plus faible possible afin d'avoir une « marge énergétique » maximale. Au-delà de l'aspect économique, cette réduction des coûts s'accompagne de bénéfices environnementaux importants (réduction de l'effet de serre, des pollutions, de la dégradation des sols, augmentation de la biodiversité...).

De plus, les itinéraires techniques et la filière énergétique doivent être économes et parfaitement intégrés dans l'exploitation agricole (infrastructures, matériels, rotations,...) et dans son environnement économique et technique (coopératives, CUMA,...).

En terme d'exécution, il est préférable de produire de la biomasse avec des cultures et des itinéraires techniques maîtrisés par les agriculteurs, facilement insérables dans leurs rotations et utilisant le matériel présent sur la ferme. C'est une assurance d'adhésion à grande échelle et de mise en œuvre rapide. De plus, des cultures énergétiques bien positionnées apportent des services annexes à l'exploitation : azote pour le sol, désherbage, structuration, valorisation des équipements, meilleure valorisation de la main d'œuvre, ... Au niveau local, le maintien de l'activité agricole et des entreprises liées à l'agriculture (semencier, distributeurs, CUMA, ETA...) est un facteur de développement économique et social.

L'agroforesterie est un moyen économique et écologique de produire de l'énergie

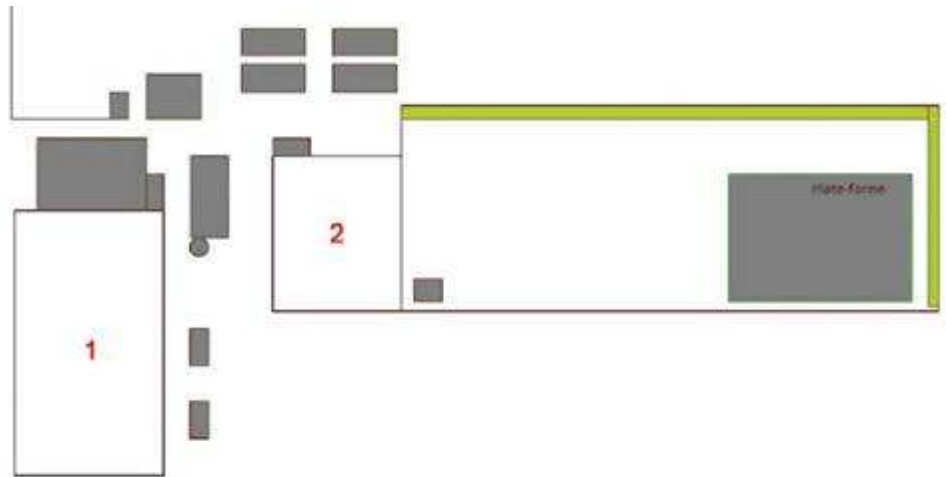
L'agroforesterie moderne, associant arbres en ligne et cultures annuelles, apparaît comme un moyen particulièrement performant de production, tant du point de vue des rendements (30% à 60% de productivité en plus), que du point de vue économique (faible coût, valeur patrimoniale...), pratique (facilité de mise en œuvre et d'entretien) ou écologique (ombrage, fertilisation, réduction des pollutions, biodiversité...). En terme de durabilité, la réintroduction de l'arbre en grande culture est le parfait complément de systèmes d'agriculture durable (agriculture de conservation, intégrée, bio...)

Si les systèmes agroforestiers sont aujourd'hui validés en systèmes conventionnels, il est intéressant de tester et de valider la conduite de tels systèmes en semis direct ou simplifié, mais également avec des rotations « intensives », dans le sens où elles produisent de forts tonnages de biomasse par an en culture et en interculture. Le test en grande parcelle permettra :

1. d'étudier le comportement des arbres associés à des cultures en semis direct ;
2. de déterminer et de proposer des associations cultures / arbres intéressantes pour la production durable de biomasse énergie, c'est-à-dire intégrée dans des rotations classiques à vocation alimentaire ;
3. d'étudier les concurrences et synergies entre végétaux annuels et pérennes ;
4. d'étudier le comportement des sols (fertilité, structure...) en réponse à divers peuplements : agroforesterie, taillis à très courte rotation, haie...

Essai agroforesterie / semis direct / rotation de Parcé sur Sarthe

Sur le site, une parcelle d'essai est installée (1) ; la parcelle (2) est pour l'instant simplement mise en culture chaque année et pourra être l'objet d'un essai additionnel si l'occasion se présente :



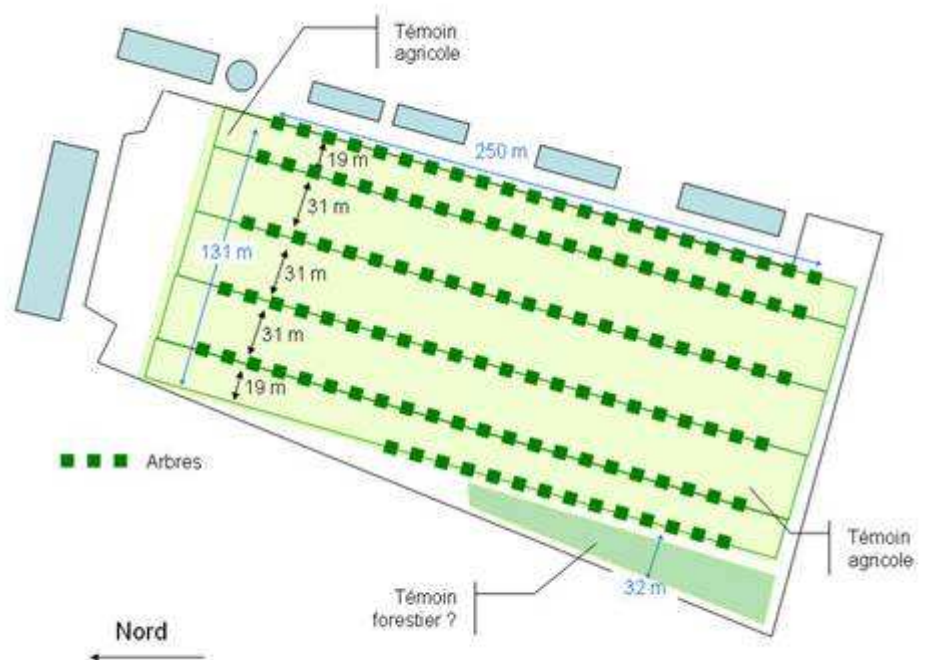
Objectifs de l'expérimentation :

L'objectif est de tester d'une part une rotation longue en semis direct et/ou simplifié, d'autre part divers mélanges d'arbres en association avec les cultures, et de mesurer l'interaction entre plantes ligneuses et annuelles (synergie, concurrence...). En complément un suivi du carbone organique des sols sera effectué, une mesure de la biodiversité, ainsi qu'une évaluation économique et technique des modalités du système.

Les contraintes du système testé sont : la fertilisation organique par

des composts, des boues et des cendres, le niveau minimum d'intrants. La comparaison avec des systèmes classiques se fait à l'aide d'un témoin forestier (pas de cultures, densité forestière) et d'un témoin culture (pas d'arbres) tout deux situés sur la parcelle.

En ce qui concerne l'objectif énergétique du projet, il serait utile de réaliser une analyse de cycle de vie de la biomasse, bien qu'aujourd'hui un spécialiste fasse défaut à l'équipe.



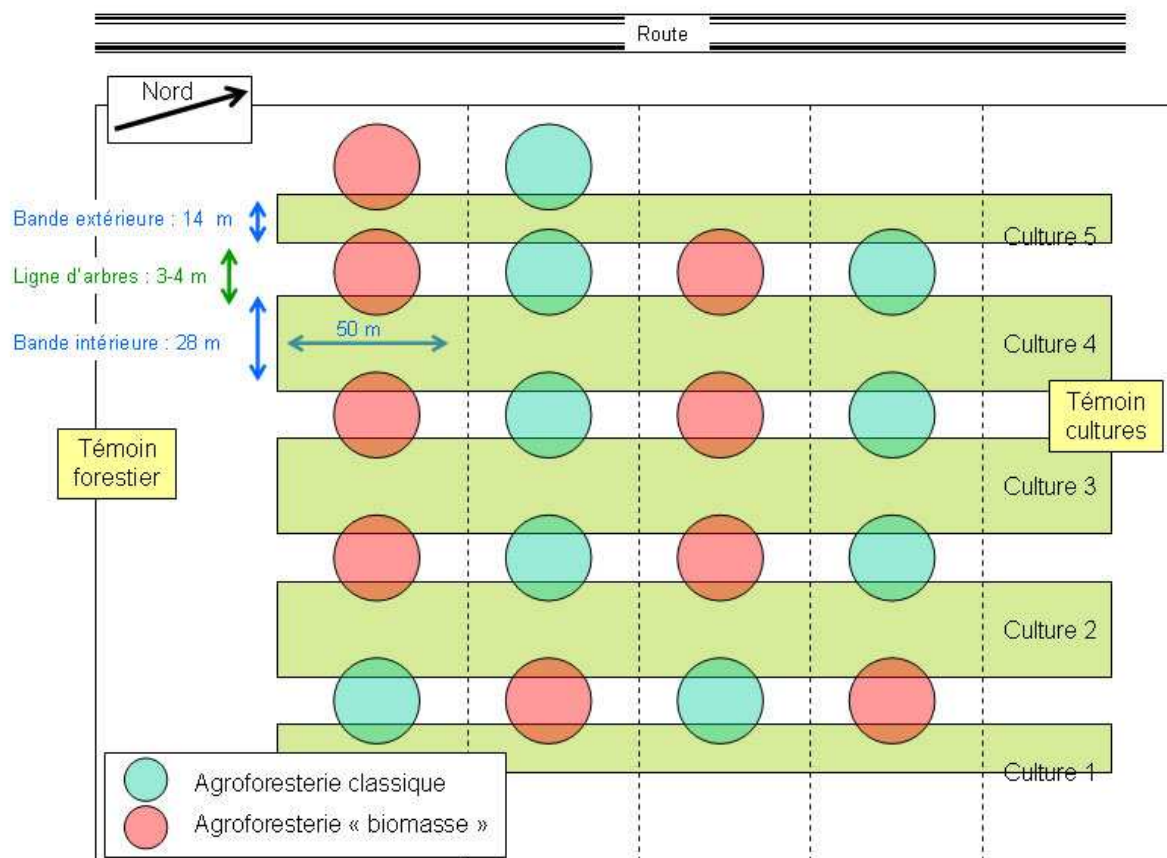
Principes de l'expérimentation :

Le principe de base est la culture en bandes alternées d'arbres et de cultures annuelles orientées nord/sud pour une exposition solaire homogène. Le champ d'essai se compose de cinq bandes de culture sur lesquelles sont simultanément présentes toutes les cultures de la rotation, ceci permettant de s'affranchir des conditions climatiques d'une année sur l'autre, et d'adapter au besoin la rotation en temps réel. La largeur des bandes sera de 26 ou 30 m en fonction de la largeur de pulvérisation disponible. Des rangées d'arbres sont intercalées entre

les cultures, soit en monospécifique, soit en plurispécifique (arbres / arbres, arbres / arbustes et éventuellement arbres / herbacées pérennes...).

Composition des bandes d'arbres

Deux types de plantations d'arbres en lignes sont testés dans les parcelles : un mélange agroforestier « classique », destiné à produire du bois d'œuvre (arbres dit « d'avenir ») et un mélange à orientation « biomasse » destiné à produire du « bois énergie ». Chaque ligne d'arbres (environ 200m) est séparée en 4 modules de 50m de longueur, alternant mélange classique et mélange biomasse.



Dans le système classique, un arbre est planté tous les 5m, soit 10 arbres par module de 50m. Dans le système biomasse, les arbres d'avenir sont espacés de 10m et les arbres destinés à la production de biomasse sont intercalés.

Les essences d'avenir sont identiques pour les deux mélanges :

Essences	Nombre par module classique	Nombre par module biomasse	Total parcelle **
Chêne rouge	2	1	27
Chêne rouvre	2	1	27
Noyer hybride	2	1	27
Noyer commun	2	1	27
Cormier	1	½ *	14
Alisier torminal	1	1	18
Total par module	10	5,5	-
Total parcelle **	90	50	140

* : 1 cormier pour deux modules, soit 5 au total dans les modules biomasse

** : 9 modules classiques + 9 modules biomasse

Les essences « biomasse » sont :

Essences	Nombre par module	Total parcelle *
Noisetier	5	45
Prunus myrobolan	5	45
Erable champêtre	5	45
Chêne sessile	5	45
Robinier (ou charme)	5	45
Total	25	225

* : 9 modules au total

Sur la parcelle seront donc présents :

- 9 modules classiques composés chacun de 10 arbres d'avenir, soit 90 arbres d'avenir en tout ;
- 9 modules biomasse composés de 5 arbres d'avenir et de 25 arbres à biomasse, soit 50 arbres d'avenir et 225 arbres à biomasse.

Module biomasse
1 module « noisetier »
1 module « prunus »
1 module « érable »
1 module « chêne »
1 module « robinier »
1 modules « mélange »

Deux types de modules biomasse pourraient être testés :

- Une séquence monospécifique avec une seule essence « biomasse » intercalée entre les arbres d'avenir (pour 5 des 9 modules biomasse) ;
- Une séquence avec un mélange d'essences intercalées entre les arbres d'avenir (pour 4 des 9 modules biomasse).

Enfin, le témoin forestier sera composé d'arbres plantés à 3 x 3 m, soit 370 arbres pour une surface de 120 m x 25 m, soit 0,3 ha. La composition serait la suivante :

Essences	Nombre de tiges
Chênes rouges	75
Chênes rouvres	75
Noyers hybrides	75
Noyers communs	75
Cormiers	35
Erable plane	35
Total	370

Rotation de référence

Entre les arbres, seront cultivées des espèces adaptées aux conditions de sol et de climat de la zone, mais également valables économiquement. La succession de culture a été conçue dans l'objectif de réduire au maximum les périodes improductives. Quant cela est nécessaire, un couvert végétal d'interculture est semé (type biomax à base de tournesol, radis, vesce, pois, phacélie) : ce couvert dont l'objectif est de protéger et de nourrir le sol entre deux cultures pourra d'ailleurs être exploité comme source d'énergie dans un deuxième temps.

Colza / couvert de repousses de colza / blé / couvert vesce-pois / orge / biomax / sorgho / méteil

	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Colza												
Blé												
Orge												
Sorgho												
Méteil												

En plus de la disposition croisée cultures / arbres, des mesures complémentaires peuvent être réalisées.

Par exemple : témoin « 0 couverture » en été (simple à réaliser en relevant le semoir sur une partie des longueurs), témoin « 0 azote » ou « 0 désherbage » (positionnement d'une bâche de quelques m² lors des interventions)...

Cette rotation est un objectif, mais est susceptible d'être modifiée pour gérer le salissement ou simplement s'adapter aux conditions de marché ou contrainte climatique.

Budget prévisionnel

Depuis la mise en place de l'essai, à partir de mai 2007, en dehors d'une volonté forte de développer le projet, celui-ci est poursuivi avec des coûts de fonctionnement minima qui se résument aux coûts d'entretien. En dehors de la plantation des arbres en novembre 2007 (pris en charge directement par Véolia Propreté, cf. Chloé Delattre), les coûts de fonctionnement correspondent :

1. **A la mise en culture de la parcelle par Philippe Pastoureau** : les coûts sont relativement élevés en regard de la surface, ce qui est justifié par la diversité des cultures en place (cinq cultures sur 4 ha) et par conséquent le nombre élevé d'interventions. Le travail de suivi, de notation et d'enregistrement des données concernant les cultures annuelles, la mesure des paramètres sur les micro-parcelles est également réalisé par P. Pastoureau qui se dédommage en récupérant les récoltes des cultures de la parcelle d'essai ;
2. **Au suivi et à l'entretien des arbres par Fabien Liagre et Matthieu Archambeaud** : le nombre de journées.homme nécessaires est estimé à quatre (soit 2 personnes pendant 2 jours) pour les 5 premières années et devrait passer à huit par la suite (soit 2 personnes pendant 4 jours) ;
3. **A l'analyse des résultats, la rédaction d'un rapport annuel, la tenue de réunions internes ou publiques...**

Les coûts pour l'année 2008-2009 sont détaillés en annexe. Même si sur le principe le projet est reconduit chaque année de façon tacite, le budget alloué et les responsabilités seront renégociés.

D'autre part, toute prestation supplémentaire demandée par Véolia aux différents intervenants sera facturée au tarif établi dans le budget prévisionnel.

La facturation et le règlement des prestations seront trimestriels.

Le projet étant appelé à se développer et à être reconnu, il sera sans doute utile de définir des axes de recherche complémentaires en fonction des objectifs de Véolia, en partenariat avec des instituts de recherche, des chambres consulaires,... A titre d'exemple il peut s'agir de :

- Modéliser les systèmes agroforestiers dans un objectif de production de biomasse énergie ;
- Suivre l'évolution physico-chimique et biologique du sol ;
- Suivre l'évolution de la biodiversité fonctionnelle ;
- ...

Remarque : même si la rentabilité du projet n'est pas prise en compte, la vente des arbres peut en l'état actuel du marché dégager environ 98 000 € au bout de 30 ans (140 arbres x 700 €/m³ de bois d'avenir). Sachant que le prix du bois devrait connaître une augmentation rapide et constante au regard de l'évolution de l'offre et de la demande de bois d'œuvre au niveau mondial, le bénéfice devra sans doute être revu à la hausse.

Budget prévisionnel pour le suivi de la parcelle expérimentale « agroforesterie » de Parcé sur Sarthe, de septembre 2008 à septembre 2009
(16 octobre 2008)

Philippe Pastoureau, travaux agricoles, agronomie						
	Nombre	Coût HT / ha	Coût HT sur la parcelle (4 ha)	TVA		Coût TTC
Intrants (semences, engrais, phytopharmacie)	4	300,00 €	1 200,00 €	5,50%	66,00 €	1 266,00 €
Fioul (FOD)	4	50,00 €	200,00 €	5,50%	11,00 €	211,00 €
Travaux de semis	4	150,00 €	600,00 €	19,60%	117,60 €	717,60 €
Travaux autres (pulvé - déchaumage, épandage)	4	100,00 €	400,00 €	19,60%	78,40 €	478,40 €
Travaux de récolte	4	300,00 €	1 200,00 €	19,60%	235,20 €	1 435,20 €
Main d'oeuvre	4	100,00 €	400,00 €	19,60%	78,40 €	478,40 €
Entretien des bandes d'arbres	4	20,00 €	80,00 €	19,60%	15,68 €	95,68 €
Total		1 020,00 €	4 080,00 €		602,28 €	4 682,28 €
Fabien Liagre, expertise agroforesterie						
	Nombre	Coût unitaire HT	Coût total HT	TVA		Coût TTC
Mesures des arbres	1	600,00 €	600,00 €	19,60%	117,60 €	717,60 €
Taille, élagage	1	600,00 €	600,00 €	19,60%	117,60 €	717,60 €
Rédaction résultats, rapport	1	600,00 €	600,00 €	19,60%	117,60 €	717,60 €
<i>Remboursement frais réels</i>						
Déplacement Anduze - Parcé (1550 km AR)	2 x 1550 km	0,37 €/km	1 147,00 €	0		1 147,00 €
Péage	2	59,20 €	118,40 €	0		118,40 €
Total			3 065,40 €		352,80 €	3 418,20 €
Matthieu Archambeaud, coordination projet, agronomie						
	Nombre	Coût unitaire HT	Coût total HT	TVA		Coût TTC
Suivi de la parcelle et des arbres	2	550,00 €	1 100,00 €	19,60%	215,60 €	1 315,60 €
Coordination du projet, réunion partenaires	2	550,00 €	1 100,00 €	19,60%	215,60 €	1 315,60 €
Rédaction d'un rapport annuel	2	550,00 €	1 100,00 €	19,60%	215,60 €	1 315,60 €
<i>Remboursement frais réels</i>						
Déplacement (Nantes-Parcé) - 310 km	4 x 310 km	0,48 €/km	595,20 €	0		595,20 €
Péages	4	23,60 €	94,40 €	0		94,40 €
Total			3 989,60 €		646,80 €	4 636,40 €
COUT TOTAL DE GESTION DE L'ESSAI			11 135,00 €		1 601,88 €	12 736,88 €

Suivi de l'essai

26 avril 2007 : Mise en place des futures bandes d'arbres

La mise en place de l'essai agroforesterie a été faite le 26 avril par P. Pastoureau et M. Archambeaud ; D. Bougoïn était présent l'après-midi. Les prises de mesures et le positionnement des bandes ont été réalisés avec une barre de guidage couplée à un GPS.

En attendant le démarrage de l'essai à l'automne (plantation des arbres, du colza et des céréales), un trèfle violet a été implanté sur toute la surface : d'après un technicien local c'est la seule légumineuse capable de se développer à cette période (climat et sol séchant), exceptée la bande en sorgho papetier 2007 qui sera semée dès cette année.

Le trèfle violet semble un choix correct en terme d'implantation, de gestion du salissement et de facilité de destruction. De plus il permet d'éviter les montées à graines des couverts classiques semés précocement et permet de passer l'hiver sans re-semis pour la bande « sorgho 2008 ».

Culture	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril
Colza 2007	Trèfle violet			Colza								
Blé 2007	TV					Blé						
Orge 2007	TV				Orge							
Sorgho 2007	Sorgho						Méteil 2007					
Sorgho 2008	TV											



21 août 2007 : journée avec les techniciens agroforestiers de la chambre d'agriculture de la Sarthe

Une journée agroforesterie a été organisée par la chambre d'agriculture de la Sarthe : visites chez des producteurs de volailles de Loué ayant planté des arbres dans leurs « parcours volailles ». La journée a permis de nouer des contacts avec les techniciens compétents du secteur. Les projets menés par la chambre ne ressemblent cependant pas à ce qui se fait sur le site de Parcé qui reste une première dans le secteur : il n'y a pas de culture entre les arbres.



Visite du site avec D. Pilet au soir du 21 août : les futures bandes d'arbres sont matérialisées par un rang de tournesol.

16 novembre 2007 : Plantation des arbres

La plantation a été dirigée par Fabien Liagre. P. Pastoureau, P. Jallu, C. Delattre, D. Bougoïn et M. Archambeaud ont été présents. Les travaux ont été réalisés par le CAT d'Asnières.



Témoin forestier planté sur la gauche et bandes d'arbres à droite

18 mars 2008: Vérification et suivi des arbres

Un contrôle de chaque arbre a été réalisé par F. Liagre, P. Jallu et M. Archambeaud afin de vérifier si les plants avaient réussi à passer l'hiver.

