



SYLVABIOM

Nouveaux concepts de cultures
ligneuses durables pour la
production de biomasse à des fins
énergétiques

Programme Bioénergies Edition 2008



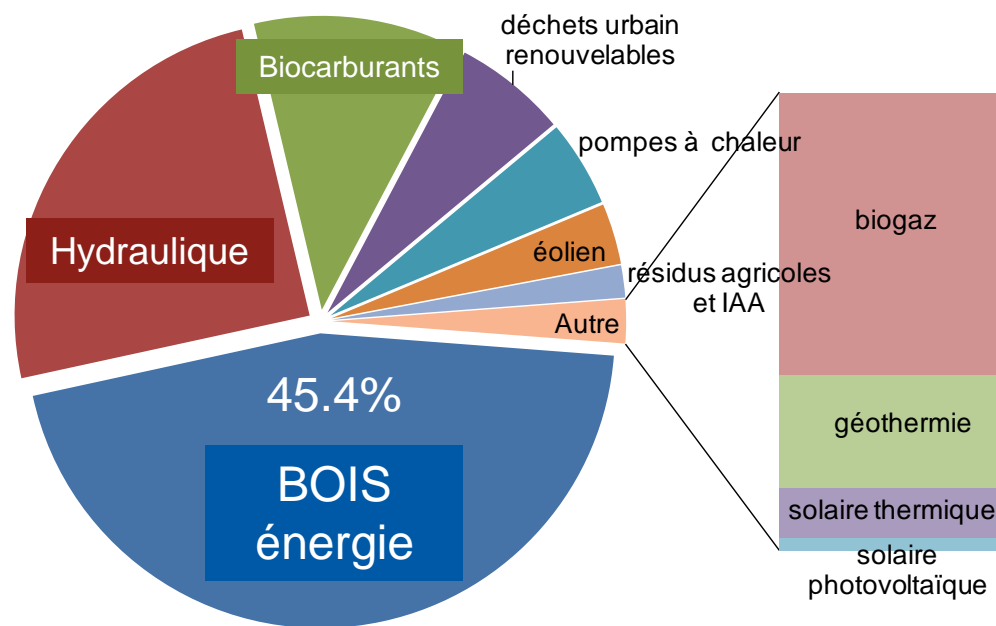
LBLGC



Plan

- Contexte et problématique
- Objectifs du projet
- Stratégie expérimentale et résultats acquis
- Bilan et perspective

Le Bois : une énergie renouvelable en France



Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable 2009

Disponibilité annuelle en bois énergie

Aujourd'hui:

Sources : bois de feu + bois d'industrie + branches
coproduits de l'industrie du bois



FEUILLUS : 40 millions m³ / an

RESINEUX : 10 millions m³ / an

Total : 50 millions m³ / an (10 millions tep /an)



**Quelles disponibilité de bois « supplémentaire » ?
(objectif : 23% d'énergies renouvelables en 2020) :**

Sources : résidus d'exploitation forestière
plantations dédiées ou semi-dédiées

Total : +19 millions m³ / an (+ 4 millions tep /an)



Source IFN, FCBA – 2010

Contexte et problématique

La biomasse de seconde génération, à base de lignocellulose, une voie pour diminuer la pression sur les surfaces

- **T(T)CR : Taillis à (Très) Courte Rotation**
 - Espèces réitérantes (aptés au rejet de souche)
 - 1 000 à 15 000 tiges/ha
 - rotations de 2 à 10 ans

- **FCR : Futaie à Courte Rotation :**
 - Espèces non réitérantes
 - 1 000 à 3 000 tiges/ha
 - révolution de moins de 20 ans



TCR Peuplier



TTCR Saule



Mélèze hybride



Cupressocyparis

Contexte et problématique

La biomasse de seconde génération, à base de lignocellulose, une voie pour diminuer la pression sur les surfaces

TCR et FCR sont des peuplements forestiers particuliers :

- Pas d'accumulation de biomasse à long terme
- Prélèvements importants (N,P,K) par rapport à des peuplements forestiers classiques
➔ appauvrissement possible du milieu

- ➔ **Nécessité d'optimiser et de maintenir la production tout en préservant le milieu**
- ➔ **Besoin de documenter et d'améliorer la conduite de ce type de peuplement sous nos latitudes**



Objectifs du projet SYLVABIOM

Etudier l'effet de trois facteurs :

- 1- Plante : peuplier, robinier, saule, divers résineux
- 2- Méthode de culture : Taillis / Futaie
- 3- Contextes pédoclimatiques : sites contrastés

sur la productivité et l'efficacité d'utilisation de l'eau et des nutriments

Résultat majeur attendu :

Aide au choix raisonné d'espèces en fonction du milieu pour la mise en place fructueuse de TCR, TTCR et FCR

Stratégie expérimentale et résultats acquis

1- Espèces réitérantes en taillis
à courte rotation (TCR)
et très courte rotation (TTCR)

Installation d'un réseau de parcelles instrumentées à des densités variables

3 facteurs étudiés

ESPECES

TRAITEMENTS

GENOTYPES

PEUPLIER



TCR : 1 428 / ha
TTCR : 7 500 / ha

66 clones

SAULE



TTCR : 10 000 / ha

17 clones

ROBINIER

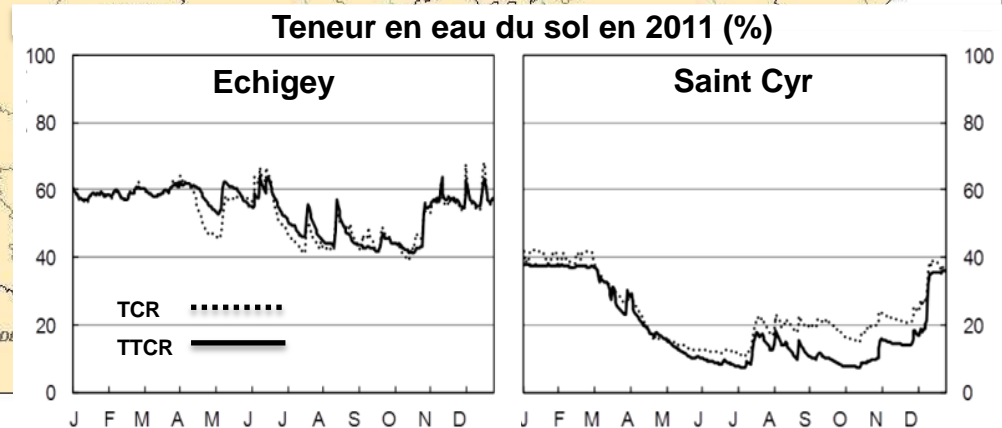
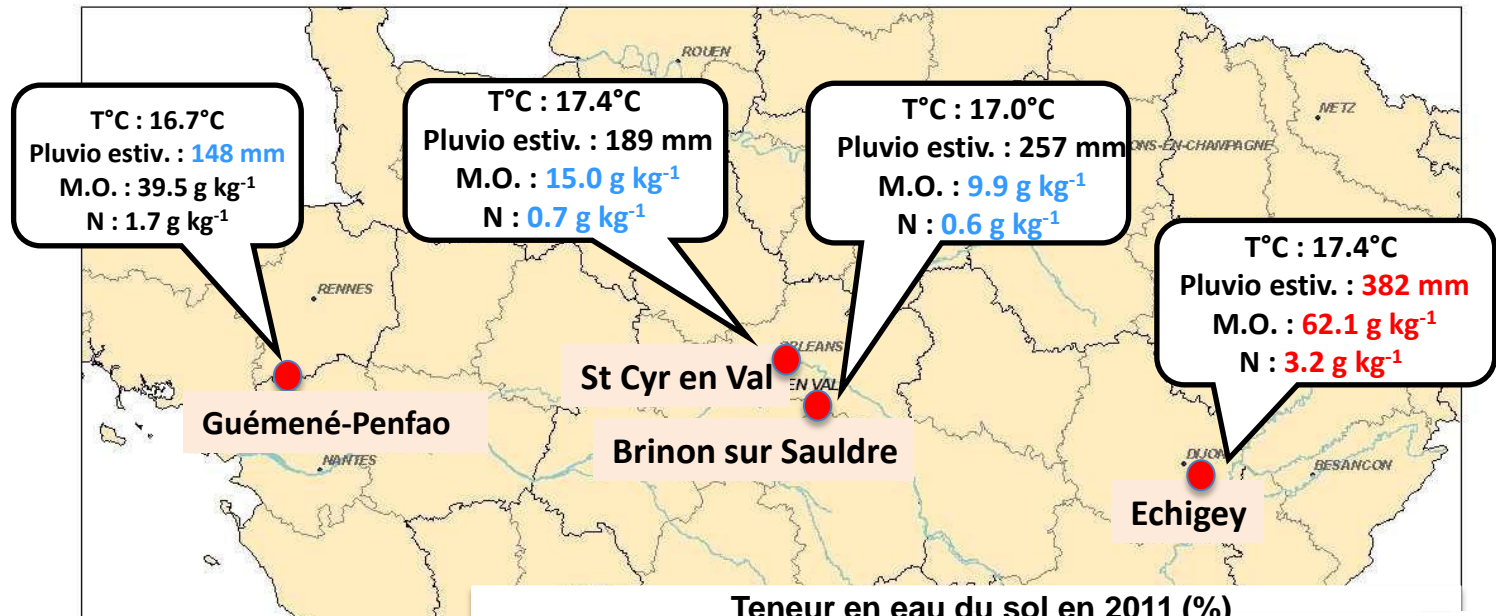


TCR : 1 428 / ha
TTCR : 7 500 / ha

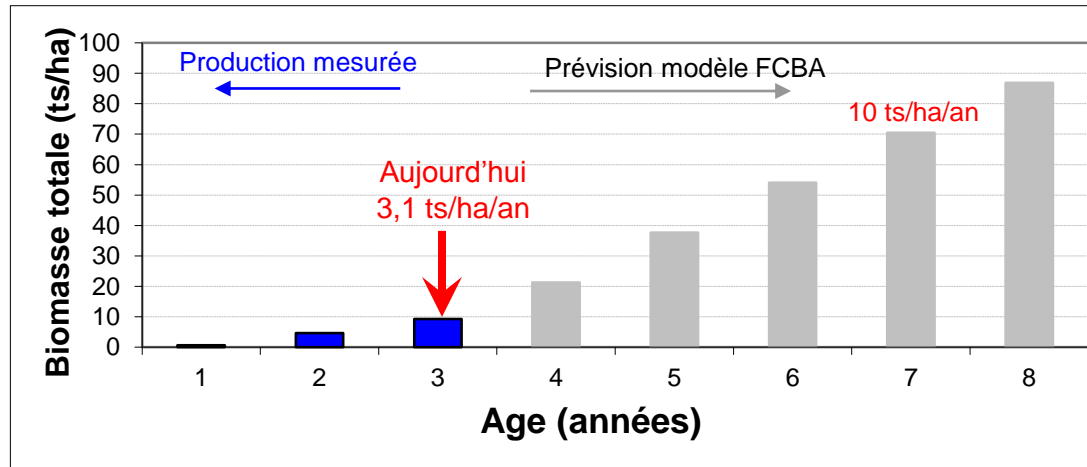
2 peuplements &
12 clones hongrois

Installation d'un réseau de parcelles instrumentées à des densités variables

4 sites choisis pour représenter un gradient de fertilité (**surface totale : 7 ha**)

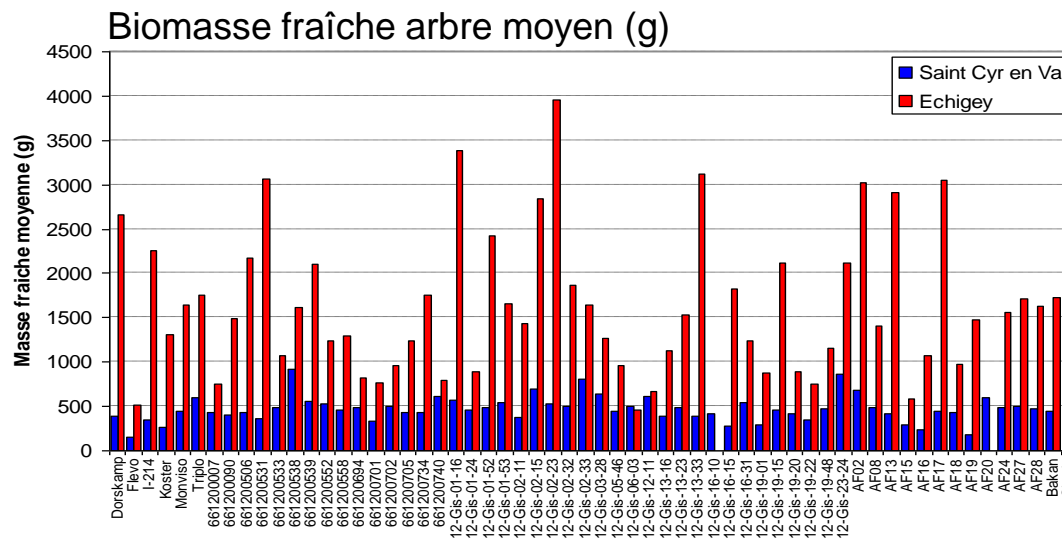


Quelques résultats sur la croissance et la production



Echigey 3 ans

TCR clone DORSKAMP
(1428 tiges / ha)

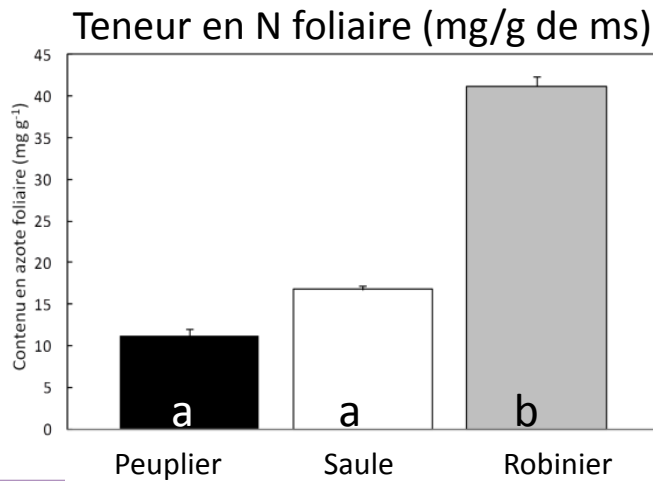
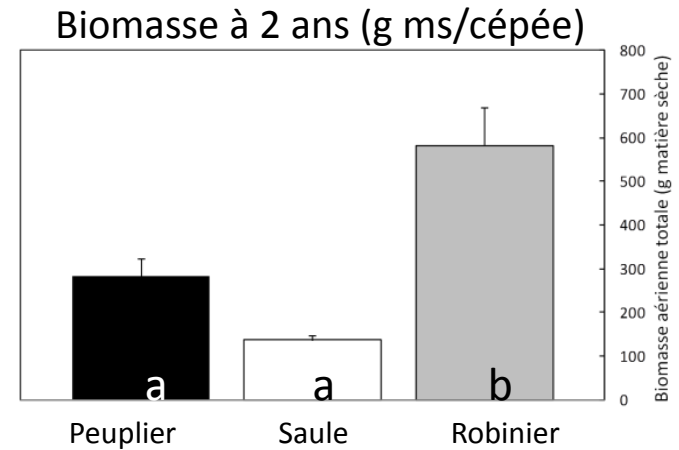
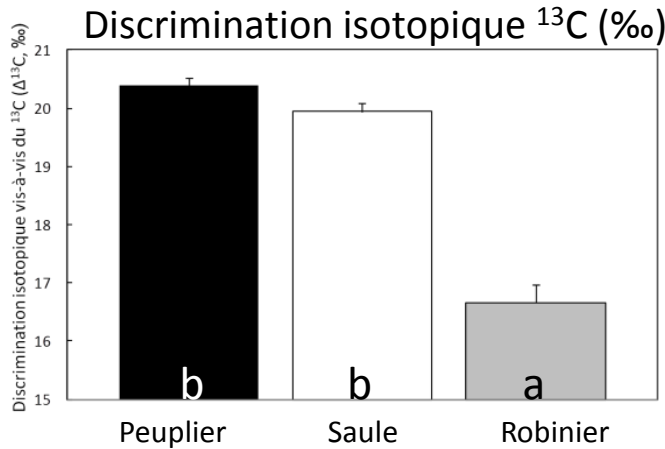


Echigey et St Cyr 2ans

TTCR 60 clones
(7500 tiges / ha)

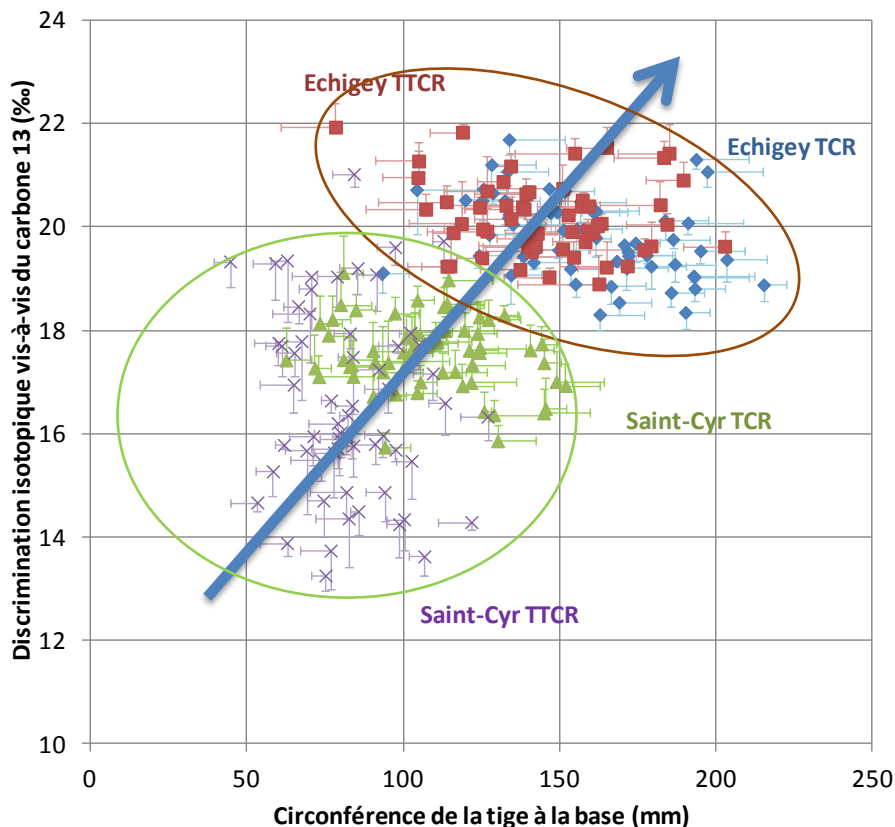
Effizienz d'utilisation de l'eau (WUE) et de l'azote (NUE) en situations contrastées

Comparaison des trois espèces pour WUE, NUE et productivité Dispositif expérimental (TTCR) de Guémené-Penfao



Robinier : plus efficace, plus riche en azote et plus productif

Variability of WUE and growth in poplars (TCR and TTCR clones from Echigey and St Cyr – 2 years)

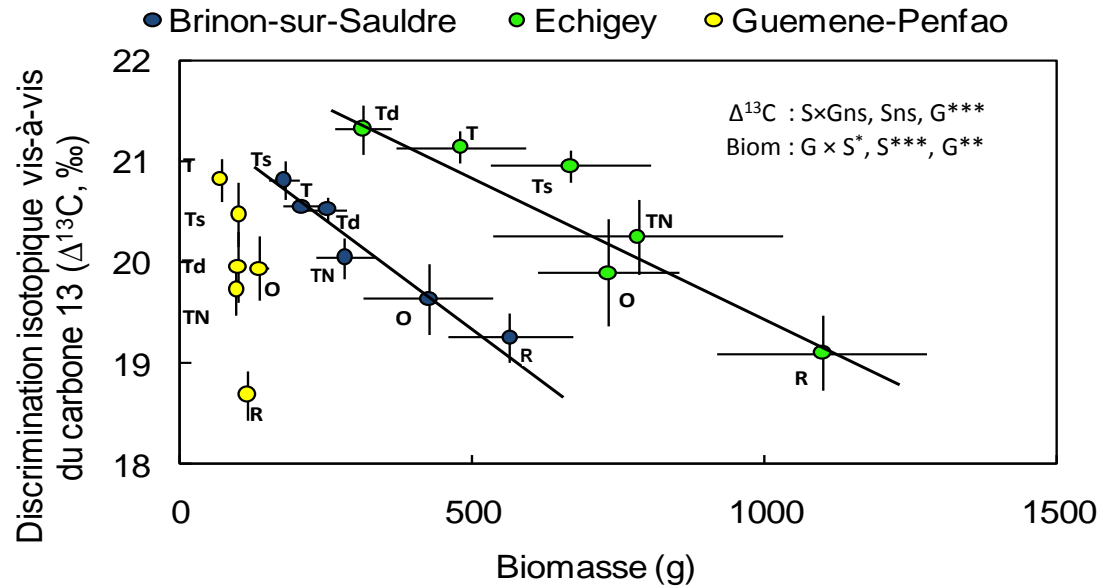


- Important variability in terms of productivity and WUE
- No link between productivity and WUE within sites and cultivation systems
- ➔ Atout for selection
- Trees in the most constraining conditions (pedoclimat, planting density) are the least productive but the most efficient for water use

(Thèse de Julien TOILLON)

N.B. : plus la discrimination est élevée, plus l'efficacité d'utilisation de l'eau est faible.

Variability of WUE and wood production in 6 clones of poplar



- Forte variabilité génotypique pour WUE (environ 30%) et classement des clones "relativement" stable entre sites.

➔ atout en sélection génétique

- Relation favorable au niveau clonal entre WUE et production de biomasse, observée lorsque la variabilité de la productivité est suffisante.

(Thèse de Julien TOILLON)

Degré de méthylation de l'ADN et croissance

Contexte avant le projet : Une corrélation a été établie entre le % de méthylation de l'ADN dans le bourgeon terminal et la production de biomasse chez des boutures d'un clone de peuplier en serre (Gourcilleau *et al.*, 2010)

Objectif : Evaluer la pertinence du niveau de méthylation en tant que **marqueur précoce de la productivité**, dans un dispositif contrôlant les effets suivants :

- 1. Variabilité génétique : *10 génotypes choisis pour couvrir la gamme de production biomasse (hauteur et diamètre)*
- 2. Effet station (*Guéméné/Echigey/St Cyr*)
- 3. Effet densité culture (*TCR/TTCR*)

Matériel végétal : **Peuplier**

- Feuilles (rangs 1 et 10)
- Apex du bourgeon terminal de la tige principale



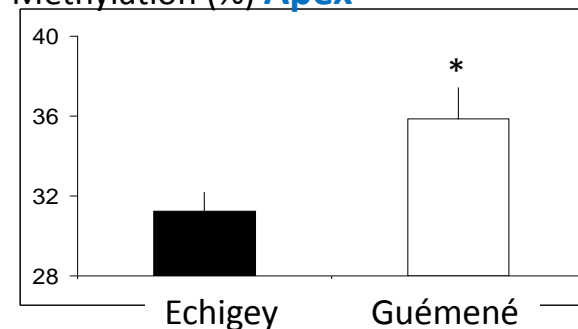
Méthode :

- Séparation par HPLC des nucléotides et calcul du % de méthylation des cytosines

Degré de méthylation de l'ADN et croissance

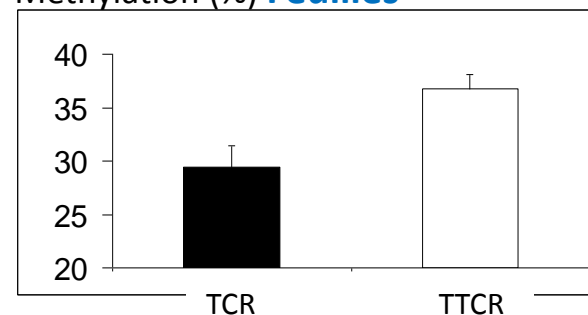
Effet station :
test monoclonal TTCR Dorskamp
(croissance Echigey > Guémené)

Méthylation (%) **Apex**



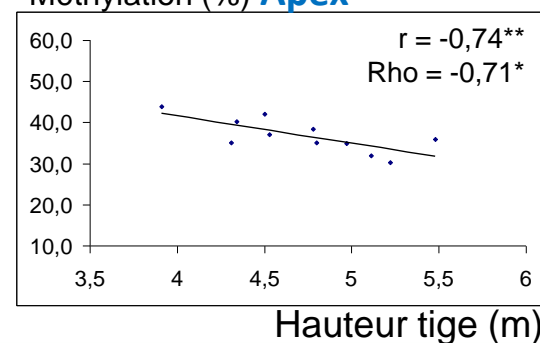
Effet densité de culture :
tests clonaux Echigey
(Croissance TCR > TTCR)

Méthylation (%) **Feuilles**



Effet génétique :
test clonal TTCR Echigey

Méthylation (%) **Apex**



Stratégie expérimentale et résultats acquis

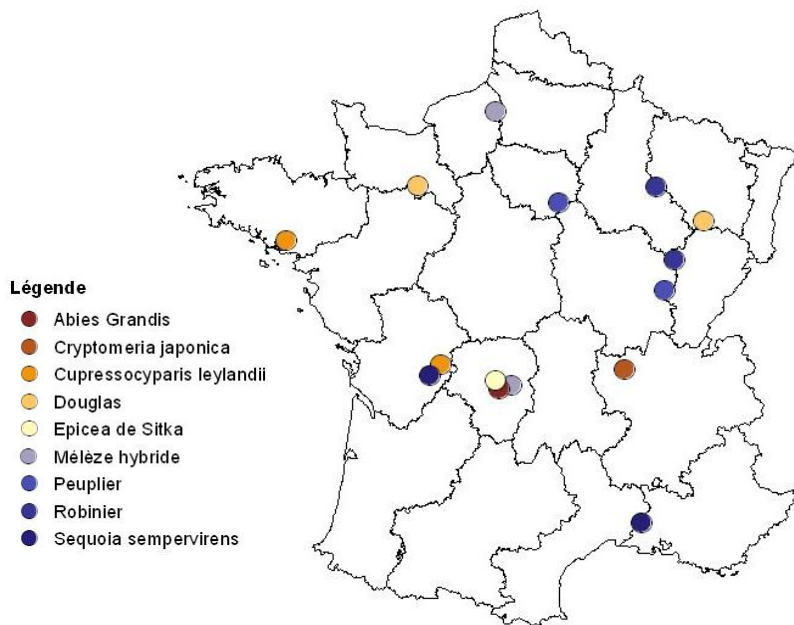
2- Futaies à courte révolution

Contexte

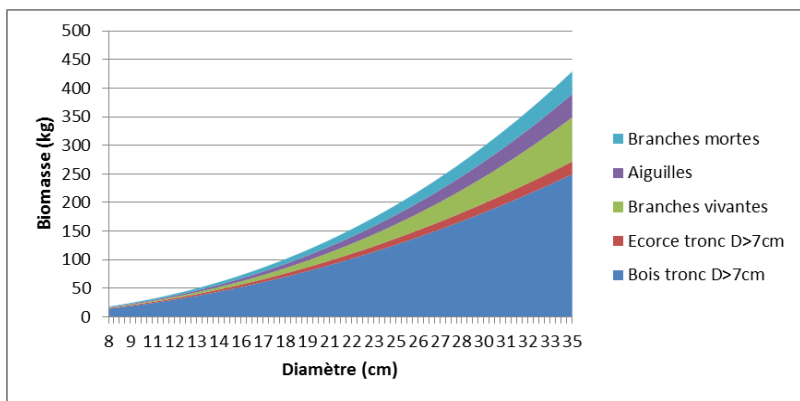
- Des surfaces considérables, impropres aux T(T)CR, peuvent produire de la biomasse ligneuse à courte rotation
- Il existe des espèces forestières à croissance rapide susceptibles de produire de la biomasse ligneuse sur une rotation de 20 à 30 ans dans le cadre d'une sylviculture dédiée ou semi-dédiée
- Des références existent sur leur production en volume mais peu de références existent sur leur potentiel de production en « biomasse »

Etablissement de tarifs Biomasse et/ou de minéralomasse

- 15 tarifs de biomasse totale sur 9 espèces
- dont 11 incluant des analyses de minéralomasse.



Mélèze hybride
Biomasse de l'arbre par compartiment (kg) en fonction du diamètre à 1,30 m



Etablissement de tarifs Biomasse et/ou de minéralomasse

Productivité de quelques espèces

Espèce	Age	Nb tiges/ha	Eclaircie	Production moy. (ts/ha/an)
Sequoia sempervirens	27	1100	Non	6,3
Douglas	21	1100	Oui	4,5 – 7,3
Robinier	20	2600	Non	7,5
Mélèze	21	278 - 2222	Non	6,0 – 11,8
Abies grandis	32	1547	Oui	9,3
Cupressocyparis leylandii	22	1235	Non	13,3

Etablissement de tarifs Biomasse et/ou de minéralomasse

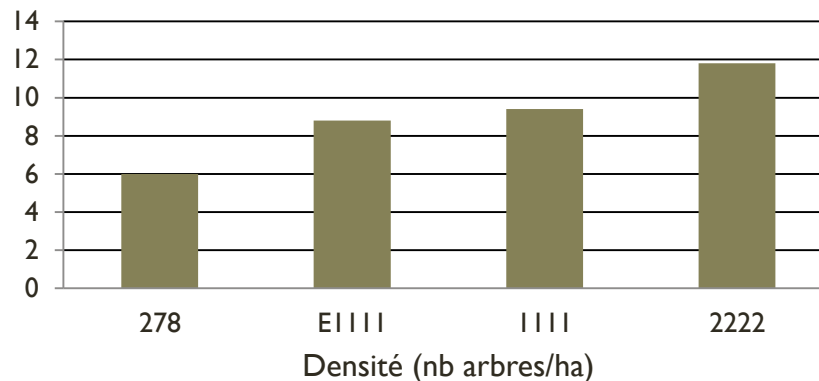
Densité et génétique influencent la productivité en biomasse

Mélèze hybride

St^e Geneviève en Bray (76) – 21 ans

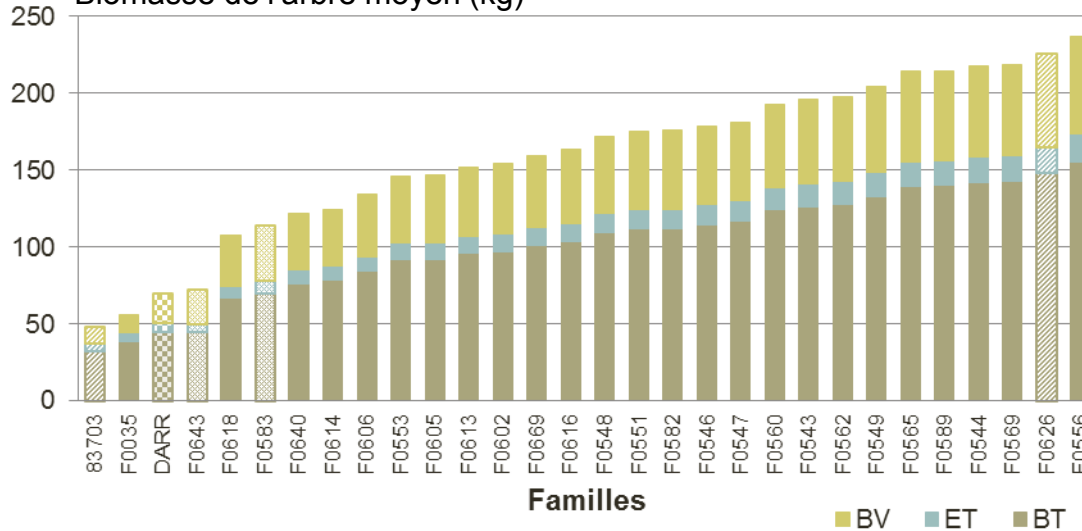
Effet de la **densité** initiale des arbres et du régime d'éclaircie sur la productivité

Productivité biomasse (ts/ha/an)



Effet du **génotype** sur la biomasse de l'arbre moyen

Biomasse de l'arbre moyen (kg)



Installation de nouveaux placeaux de référence

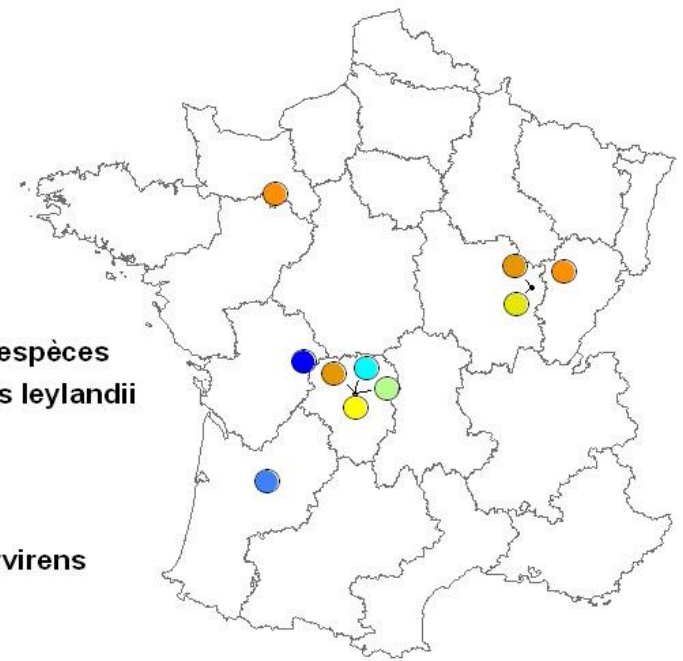
2 objectifs

- Comparer pour quelques espèces des itinéraires de culture contrastés : 1000 et 2000 t/ha
- Comparer entre elles quelques espèces à croissance rapide aptes à produire de la biomasse en futaie à courte révolution

Réalisations

- 6 comparaisons de densité (5 espèces)
- 4 comparaisons de 8 espèces
- Surface expérimentale totale : **10,2 ha**

- Comparaison d'espèces
- Cupressocyparis leylandii
- Douglas
- Mélèze hybride
- Robinier
- Sequoia sempervirens



Bilan et perspectives

Bilan et perspectives

• Synergies avec d'autres projets:



- ANR - **EMERGE** : échange de protocoles, fourniture d'échantillons, analyses de minéralomasse, participation aux comités de pilotage.



- ERA-Net Bioenergy – **CREFF** (Cost reduction and efficiency improvement of SRC) : protocoles communs de phénologie de croissance.



- **FUTUROL** (Mise au point et validation d'un procédé de production d'éthanol par voie biologique) :
 - Accueil à St Cyr en Val d'une expérimentation sur la décomposition des litières de peuplier et saule (coll. UMR FARE)
 - Expertise pour la mise en place d'une comparaison d'espèces conduites en FCR avec amendements (projet ONF - ICIF)

Bilan et perspectives

- **Retombées attendues :**

- Au plan fondamental :

- Comprendre et comparer la physiologie de la production de biomasse d'espèces ligneuses cultivées en T(T)CR, notamment au niveau de l'assimilation du carbone et de l'azote.
- Contribuer à la construction de modèles de croissance en biomasse au stade juvénile pour des espèces encore peu documentées.

- Au plan finalisé :

- Créer un réseau de sites (instrumentés) pour le suivi à long terme de la croissance en T(T)CR pour 3 espèces et FCR pour 8 espèces.
- Argumenter sur un choix de sylviculture TCR/TTTCR pour chaque espèce en lien avec la croissance et la nature des produits.
- Fournir à l'industrie différents types de biomasse "identifiée" pour valider des process.
- Appui aux programmes d'amélioration génétiques :
 - Gains génétiques espérés par la sélection de génotypes "dédiés biomasse"
 - Valider un nouveau type de marqueur précoce de productivité chez le peuplier

Merci de votre attention

