

# Projet MODECOL

Using mathematical MODeling to improve ECOLogical services of prairial ecosystems

## Contexte scientifique et institutionnel, objectifs

Réglementations agrienvironnementales  
(PAC 2005, Directive cadre sur l'eau, Lois Grenelle )

Mise en place de nouveaux systèmes herbacés au sein  
des paysages (bandes enherbées le long des cultures...)  
pour fournir des services écologiques

Optimisation des pratiques agricoles liées à ces systèmes

Développement d'un outil virtuel permettant d'évaluer  
puis d'optimiser l'efficacité écologique d'assemblages de  
plantes



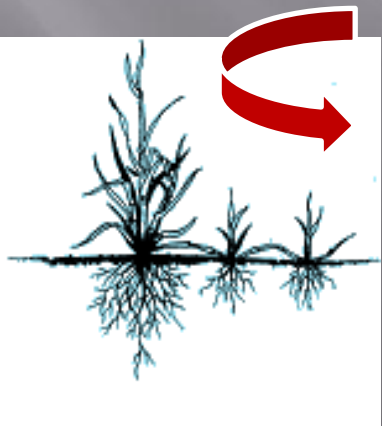
# Les difficultés du problème

➔ Reproduire un système réaliste

- ❖ Semis composé de plantes clonales -> prise en compte de ces propriétés particulières
- ❖ Evaluation de la qualité du modèle -> simulations et expérimentations à large échelle; écologie numérique

➔ Donner lieu à un système opérationnel pour les décideurs

- ❖ Systèmes simples et rapides à utiliser -> techniques d'assimilation des données en vue de produire un modèle simplifié



Elaboration d'un logiciel Open-source pour l'ingénierie des prairies

# Composition du groupe de recherche

## Partenaires scientifiques

- ❖ Université de Rennes 1
- ❖ INRIA Sophia-Antipolis
- ❖ Université de La Rochelle
- ❖ Université de Houston, USA
- ❖ Université de Berkeley, USA



## Réseau d'agriculteurs de la ZA Armorique

## Réseau de particuliers volontaires



Travaux de N. Ali, ML. Benot, AK. Bittebiere, N. Champagnat, B. Clément, P. Del Morale, A. Ernoult, B. Lescalier, P. Louapre, M. Menard, JS. Pierre, N. Renaud, W. Rinsurongkawong , M. Smaoui

# Confrontation avec l'expérimentation

Nb. et nature des formes  
clonales en mélange

Nb. d'espèces par forme

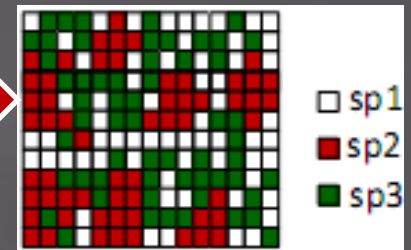


14 semis testés

140 mésocosmes



Cartographie des espèces  
par les techniques  
d'analyse d'image





# Cartographie des espèces

Opération manuelle :



CHIFFRE DE PRESENCE / ABSENCE

DATE: 15/12/10

NOM PLACETTE: 18605

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	EB	EB	EB	EB	EB	E	E	EB	→	EB	E	E	→	E	E	E
2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
7	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
11	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
14	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
15	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

- Grille de 16x16 cellules carrés de 5 cm de côté
- Soit pour les 140 placettes : 35840 cellules
- Forme, couleur, informations tactiles
- Recherche en profondeur dans la couverture végétale
- Suivi tout au long de la croissance des plants

# Exemple terrain



## Grille de présence / absence

Brachypodium dans toutes les cases -

DATE: 15/12/2006 NOM PLACETTE: 1206

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1							L									
2																
3																
4							L	L								
5							L									
6																
7							L									
8															L	L
9										L	L					L
10								L	L	L						
11																
12																
13																
14																
15																
16																

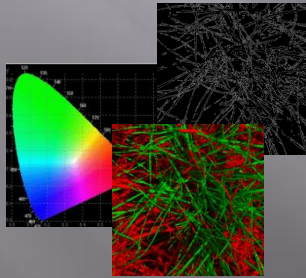
# Chaine de traitements

## Acquisition



- Contrôler l'influence de la lumière.
- Maîtriser les conditions géométriques.
- Avoir une procédure d'acquisition reproductible.

## Traitements images



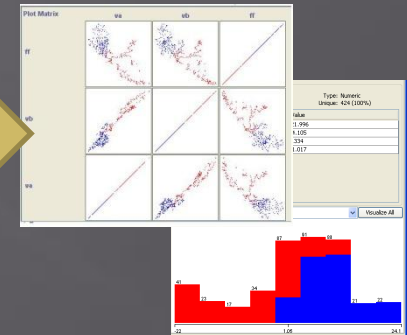
- Filtrer l'information utile
- Extraire les contours
- Changer d'espace couleur.
- Corriger l'influence de la lumière.

## Extraction des caractéristiques

```
1 0.000000 0.000000
2 0.000000 0.000000
3 0.000000 0.000000
4 0.000000 0.000000
5 0.000000 0.000000
6 0.000000 0.000000
7 0.000000 0.000000
8 0.000000 0.000000
9 0.000000 0.000000
10 0.000000 0.000000
11 0.000000 0.000000
12 0.000000 0.000000
13 0.000000 0.000000
14 0.000000 0.000000
15 0.000000 0.000000
16 0.000000 0.000000
17 0.000000 0.000000
18 0.000000 0.000000
19 0.000000 0.000000
20 0.000000 0.000000
21 0.000000 0.000000
22 0.000000 0.000000
23 0.000000 0.000000
24 0.000000 0.000000
25 0.000000 0.000000
26 0.000000 0.000000
27 0.000000 0.000000
28 0.000000 0.000000
29 0.000000 0.000000
30 0.000000 0.000000
```

- Construire un vecteur caractéristiques basé sur la couleur et la forme.

## Classification



- Weka
- Supervisée
- Bayésien
- Perceptron



# Acquisition

Maîtriser les conditions géométriques et optiques

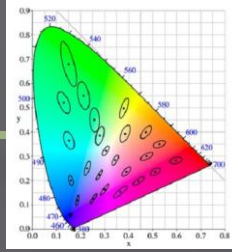
CAREN



- Distance herbe – APN : 200 cm
- Distance focale : 50 mm
- Angle de prise de vue : 47°
- Vitesse d'obturation : 1/125 s
- Ouverture : F 12.88
- Format fichier : RAW/CR2
- Temp. Lumière : 5500 K



# Traitement image



Changement d'espace couleur  
RGB => CIE XYZ => CIE L\*a\*b\* =>  
LCh

## Choix du modèle couleur : CIE L\*a\*b\*

- sépare sans ambiguïté les informations de luminosité sur l'axe L, et les informations de couleurs sur un plan défini par les deux axes a et b.
- Domaine où une distance calculée représente le « même » espace visuel quelque soit la région où l'on considère cette distance

Segmentation couleur

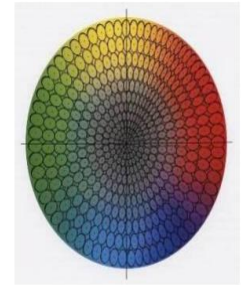
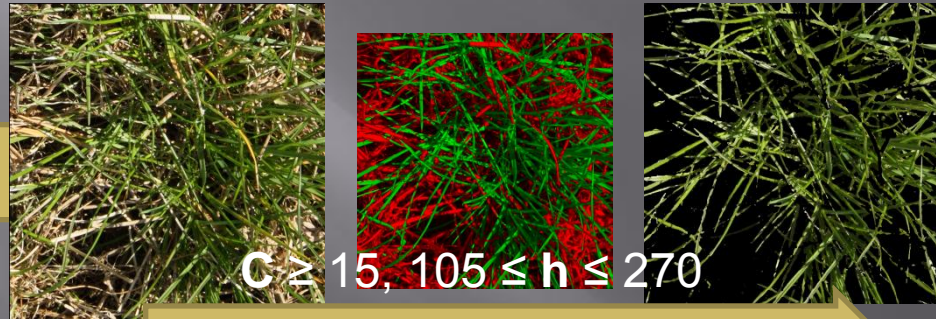


FIG. 16 : ELLIPSES DANS LE DOMAINE L\*a\*b\*, REPRESENTATION LCh

Traitement morphologique

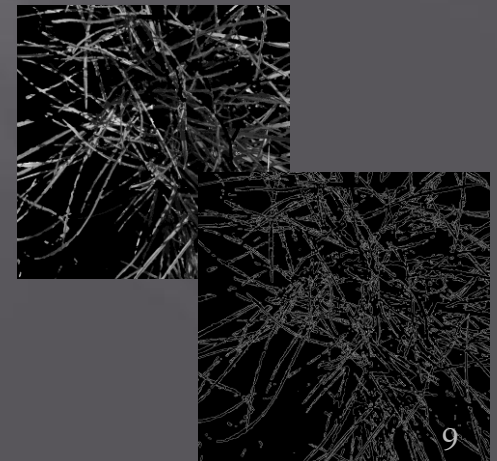
Image L\*a\*b\* segmentée

Transformation RGB => NdG  
CIE 709 couleur "vraies" ou naturelles

Image NdG segmentée

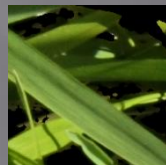
Extraction des contours

Image binaire des contours



# Construction des vecteurs

- Rappel:
  - Valeurs couleurs sans luminance:  $a^*$  and  $b^*$  of CIE  $L^*a^*b^*$ .
  - Surface couverture végétale: Nombre de pixels dans l'image niveaux de gris
  - Périmètre couverture végétale: nombre de pixels dans l'image contour
- 1 cm  $\approx$  75 pixels
- L'image est partitionnée en blocks :



► Le vecteur est composé de cinq descripteurs :

- Moyenne  $a^*$
- Moyenne  $b^*$
- Variance  $a^*$
- Variance  $b^*$
- Facteur de forme

$$fs = \frac{4\pi S}{P^2}$$

(S = Surface, P = périmètre)

► Chaque valeur est réduit centrée:

$$\frac{v - \bar{v}}{\sigma}$$

```
RELATION model
1
2
3
4
5
6
7 @ATTRIBUTE 11 NUMERIC
8 @ATTRIBUTE class {B_pinnatum,L_perenne}
9
10 @DATA
11 1.64279,-1.14237,-0.429719,0.173532,-0.154519,L_perenne
12 2.49328,-3.33409,-0.869113,-1.53925,-0.423443,L_perenne
13 3.34813,-5.22999,1.66613,-0.199268,-0.895671,L_perenne
14 3.5714,-6.86616,2.48002,0.203037,-1.36113,L_perenne
15 4.45458,-9.27012,3.63759,0.410717,-1.56949,L_perenne
16 6.38096,-11.7721,4.73193,1.59453,-1.95196,L_perenne
```

# Résultats

Pour une classification mono-espèce :

Classificateur Bayésien naïf

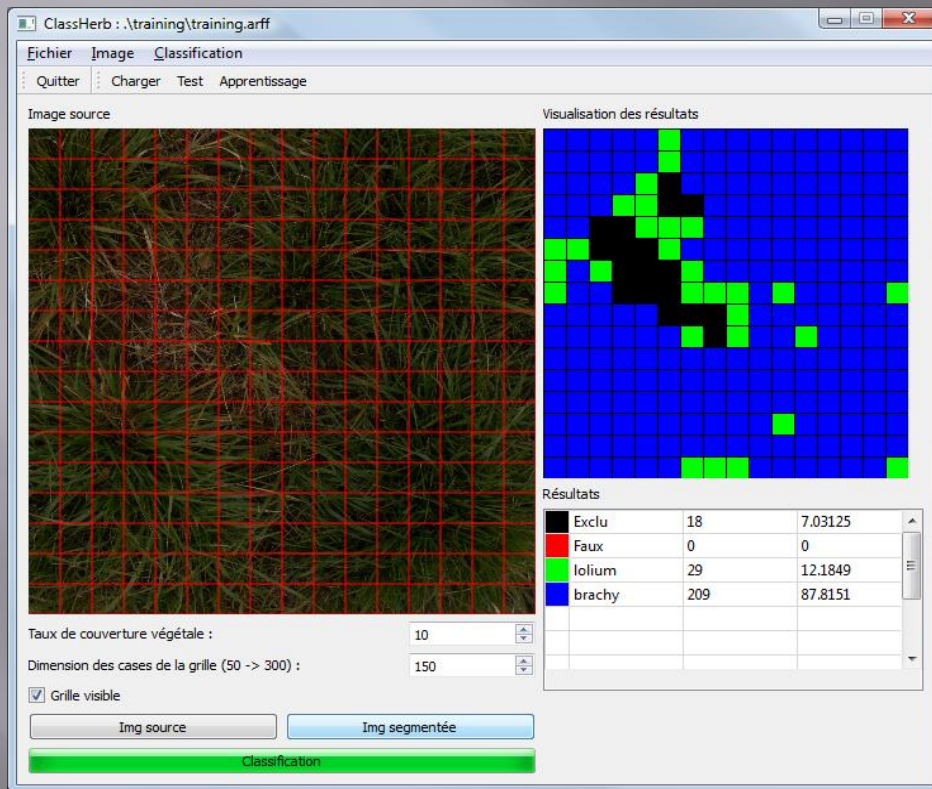
Espèce / taille cellule	100	150	200
Brachy	90.5	97.3	99.3
Elymus	48.7	97.6	98.6
Lolium	91.8	86	61.9

Classification multi-échelles : résultats plus robuste à la variation de la dimension des cellules

Perceptron multicouches supervisés : résultats autour de 95% quelque soit l'espèce.



## Logiciel de reconnaissance automatique



### Principales fonctions :

- Gestion de plusieurs bases de données
- Gestion des espèces
- Importation d'images au format RAW avec correction auto de la luminosité.
- Sélection de la zone à traiter
- Gestion du taux de couverture végétale et de la taille des cellules.
- Affichage des résultats sous forme graphique.
- Classification Bayésienne Naïve.
- Traitement multi-échelle.
- ...

# Perspectives

- Améliorations
  - Acquisition mobile (drone)
  - Caractéristiques
  - Classificateur
  - Multi-échelles
  - Ergonomie
  - Evolution temporelle
- Tests avec des mélanges d'espèces en relation avec Rennes
- **FEDER environnement**
  - Intégration dans la plateforme d'agrégation d'informations pour l'évaluation de la dégradation de l'environnement.