

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



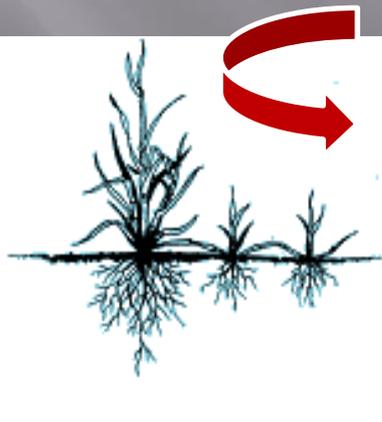
Les difficultés du problème

➔ 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



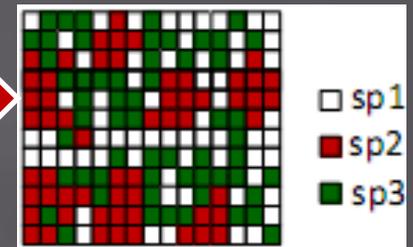
14 semis testés



140 mésocosmes



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



Cartographie des espèces

Opération manuelle :



COLONNES DE PRESENCE / ABSENCE DATE: 15/12/10 NOM PLACETTE: 19605

	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									→	EB						
3			E	EB	EB	EB			→	E	EB					
4	E	→	EB	→	E	E	EB	→	→	E	→	EB	EB			
5	EB	EB	E	→	E	E	EB	→	→	E	→	EB	EB			
6			EB	EB	EB	E	E	EB	→	EB	E				E	E
7						EB			→	EB					EB	→
8						EB			→	EB					EB	EB
9									→	EB		EB	EB			
10									→	EB						
11	E	↓						EB	→	E	E	E	EB			
12	EB	EB						E	E	E	E					
13																
14	EB	↓										EB	→			
15	E	EB	↓		EB			E	EB	E	→			E	→	E
16	E	→	E	↓				E	EB	E	→			E	→	E

- 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																

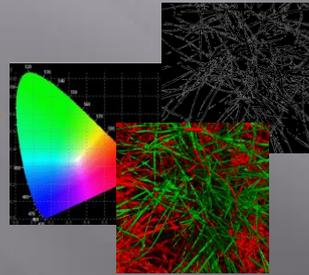
Chaîne de traitements

Acquisition



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

Traitements images



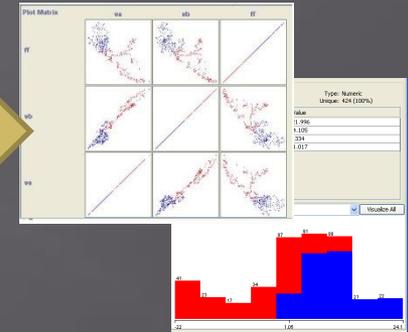
- Filtrer l'information utile
- Extraire les contours
- Changer d'espace couleur.
- Corriger l'influence de la lumière.

Extraction des caractéristiques

```
1 @RELATION weka000
2
3 @ATTRIBUTE na NUMERIC
4 @ATTRIBUTE na NUMERIC
5 @ATTRIBUTE va NUMERIC
6 @ATTRIBUTE vb NUMERIC
7 @ATTRIBUTE vz NUMERIC
8 @ATTRIBUTE class {f_pinnaculm,L_perenne}
9
10 @DATA
11 3.56279,-1.54237,-0.42919,0.17532,-0.154510,L_perenne
12 2.49320,-3.23409,-0.86913,-1.53925,-0.423443,L_perenne
13 7.34213,-6.22599,1.66433,-0.159240,-0.026071,L_perenne
14 3.5714,-6.88414,2.48002,0.205037,-1.24113,L_perenne
15 4.45486,-6.27012,2.63759,0.410717,-1.50949,L_perenne
16 4.38056,-11.7717,8.73193,1.15943,-1.85159,L_perenne
17 4.38259,-13.2170,5.8241,2.00891,-2.35448,L_perenne
18 4.6941,-10.786,6.68057,1.1713,-2.07157,L_perenne
19 2.05913,-10.514,7.7479,1.88009,-3.40415,L_perenne
20 0.50742,-9.15974,7.15015,1.44041,-3.50593,L_perenne
21 1.42927,-7.45172,6.07409,2.72915,-3.79757,L_perenne
22 0.362469,-5.34213,7.24597,3.76002,-4.12921,L_perenne
23 0.60969,-6.40131,7.26471,5.09944,-4.18197,L_perenne
24 1.21199,-5.68467,6.86148,4.84004,-5.17591,L_perenne
25 1.70213,-6.21397,6.07002,5.77037,-6.02811,L_perenne
26 2.79928,-6.40137,8.06001,7.01507,-6.04451,L_perenne
27 2.41086,-7.20975,8.411,8.03539,-6.16121,L_perenne
28 2.24904,-6.56571,8.19451,11.0741,-6.80233,L_perenne
29 5.12303,-10.9042,13.2913,17.8094,-6.41239,L_perenne
30 4.04161,-11.1299,15.0476,14.4019,-6.97979,L_perenne
31 2.65925,-9.97109,15.04,14.402,-7.61226,L_perenne
```

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

Classification



- Weka
- Supervisée
- Bayésien
- Perceptron

Acquisition

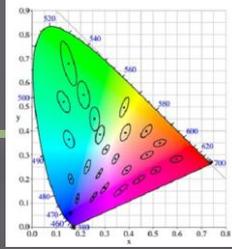
Maîtriser les conditions géométriques et optiques

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

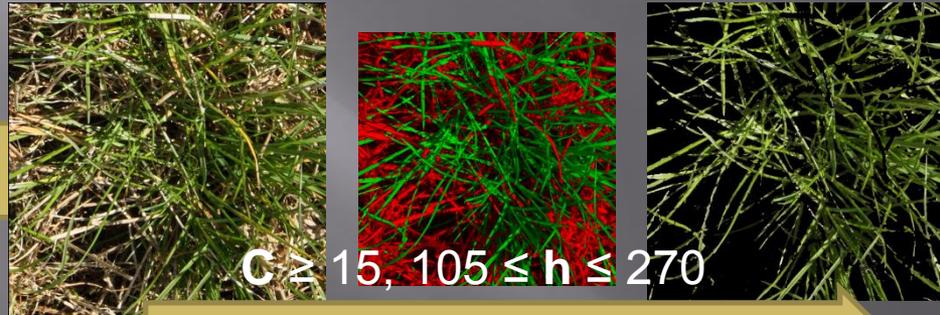


Choix du modèle couleur : CIE L*a*b*

- 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

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

Segmentation couleur



$C \geq 15, 105 \leq h \leq 270$

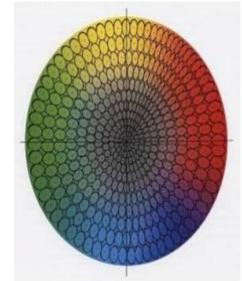


FIG. 16 : ELLIPSES DANS LE DOMAINE L*a*b*, REPRESENTATION LCh

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

Résultats

Pour une classification mono-espèce :

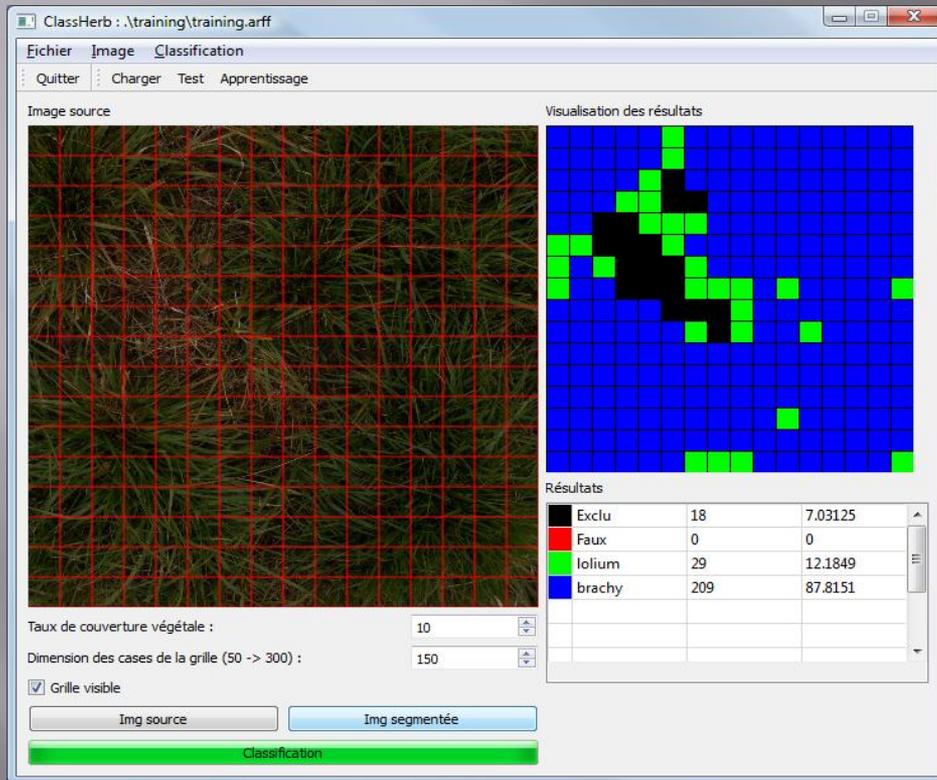
Classificateur Bayésien naïf

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.