



**Journée APMEP – Basse Normandie**

**5 mars 2008**

**Lycée Agricole Le Robillard - 14**

Les plans d'expériences  
en  
expérimentations végétales

# Qu'est ce qu'expérimenter ?

=> provoquer un phénomène en vue d'en étudier les conséquences

- - maîtrise du contexte
- - organisation de l'expérience

=> Élaboration d'un protocole expérimental

# Le protocole expérimental

= « recette de cuisine »

- ♣ - thème, objectifs de l'essai
- ♣ - facteurs et traitements retenus
- ♣ - dispositif expérimental (plan d'expérience)
- ♣ - conduite de l'essai
- ♣ - observations à réaliser
- ♣ - budget

# Vocabulaire en expérimentation

- ♣ - Facteurs (étudiés, aléatoires, contrôlés)
- ♣ - Facteurs étudiés (qualitatifs, quantitatifs)
- ♣ - Facteurs aléatoires
- ♣ - Traitement
- ♣ - Unité expérimentale
- ♣ - Dispositif expérimental

# Qu'est ce qu'un facteur ?

=> toute série d'éléments de même nature qui peuvent être comparés au cours d'une expérimentation

Facteurs étudiés : introduits volontairement (variétés, doses de fertilisants, produits phytosanitaires...)

Facteurs aléatoires : inhérents au milieu (terrain, environnement de l'essai) = facteurs contrôlés lorsque le dispositif expérimental utilisé les prend en compte

# Les facteurs étudiés

- ♣ - facteur étudié qualitatif
  - => ne peut être classé à priori
  - ex : les variétés dans un essai
  - chaque variété = 1 variante
  
- ♣ - facteur étudié quantitatif
  - => peut être classé à priori (numérique)
  - ex : doses d'azote dans un essai
  - chaque dose = 1 niveau = 1 modalité

# Les facteurs aléatoires

=> Gradient d'hétérogénéité en expérimentations végétales

♣ - terrain (support de l'expérimentation)

-hétérogénéités **naturelles** [pente, veine de terre, cailloux]

-hétérogénéités liées à **l'homme** [haie, remembrement]

♣ - interventions sur l'expérimentation

-hétérogénéités liées au **travail du sol** (réglage des outils, conditions des interventions)

-hétérogénéités liées aux **interventions culturelles**  
(applications de produits phytosanitaires, de fertilisants)

= hétérogénéités potentielles ou réelles

# Qu'est ce qu'un traitement ?

=> toute combinaison de différentes modalités, niveaux ou variantes de facteurs étudiés.

Ex : essai comparatif de 3 variétés de blé

1 facteur étudié = variété

3 variétés = 3 variantes du facteur étudié  
= 3 traitements

# Qu'est ce qu'une unité expérimentale ?

⇒ unité de base de l'expérience

- ♣ - elle est traitée individuellement
- ♣ - elle fait l'objet d'au moins une observation
- ♣ - elle est considérée individuellement lors de l'examen des résultats

ex : essai avec 3 variétés de blé

1 variété = 1 traitement = 1 unité expérimentale

# Qu'est ce qu'un dispositif expérimental ?

=> ensemble des parcelles ou unités expérimentales  
(nombres de traitements x nombre de répétitions)

- ♣ - répartition particulière et caractéristique
- ♣ - permet d'étudier un ou plusieurs facteurs
- ♣ - permet de contrôler de 0 à plusieurs facteurs aléatoires en fonction de ses caractéristiques

# Choix d'un dispositif expérimental

Il sera fonction :

- ♣ - du nombre de facteurs étudiés
- ♣ - du nombre de gradients d'hétérogénéité (potentiels ou réels)
- ♣ - des contraintes liées à l'expérimentation (mise en place, conduite, observations...)

# Les dispositifs expérimentaux classiques

- ♣ - 1 facteur étudié + aucun gradient d'hétérogénéité  
= dispositif en **randomisation totale**
- ♣ - 1 facteur étudié + 1 gradient d'hétérogénéité  
= dispositif en **bloc (Fisher)**
- ♣ - 1 facteur étudié + 2 gradients d'hétérogénéités  $\perp$   
= dispositif en **carré latin**
- ♣ - 2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité  
= dispositif en **factoriel bloc**
- ♣ - 2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + 1 contrainte expérimentale  
= dispositif en **split-plot**
- ♣ - 2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + des contraintes expérimentales  
= dispositif en **criss-cross**

# Le dispositif en randomisation totale

1 facteur étudié + aucun gradient d'hétérogénéité

- La forme du dispositif et la disposition des traitements est entièrement aléatoire

1	4	3	4	2
5	3	2	5	1
5	1	3	1	5
2	3	4	2	4

**5 traitements**

**4 répétitions**

- Il n'est pas utilisé en expérimentations de plein champ

# Le dispositif en bloc

1 facteur étudié + 1 gradient d'hétérogénéité

- 1 répétition = 1 bloc qui suit le sens du gradient repéré
- Répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc

**6 traitements**      **3 répétitions**

bloc 1	1	4	3	5	2	6
bloc 2	5	3	2	6	1	4
bloc 3	6	1	5	2	4	3

↓  
**sens du gradient d'hétérogénéité**

- Dispositif le plus utilisé en expérimentations végétales

# Le dispositif en carré latin

1 facteur étudié + 2 gradients d'hétérogénéités perpendiculaires

- Chaque ligne et chaque colonne sont des blocs
- Répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc

3	2	1	4
1	4	2	3
2	3	4	1
4	1	3	2



sens du premier  
gradient d'hétérogénéité



sens du second  
gradient d'hétérogénéité

- Chaque traitement figure une seule fois par ligne et par colonne

# Le dispositif en factoriel bloc

2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité

- 1 répétition = 1 bloc qui suit le sens du gradient repéré
- Répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc

1 facteur variété

1 facteur dose d'azote

3 variétés

2 doses d'azote

V1, V2, V3

N1, N2

**6 traitements (3x2)**

**3 répétitions**

**sens du  
gradient d'hétérogénéité**

bloc 1

6 V1N2	1 V3N2	5 V2N2	2 V3N1	4 V1N1	3 V2N1
1 V3N2	4 V1N1	3 V2N1	5 V2N2	2 V3N1	6 V1N2
5 V2N2	3 V2N1	2 V3N1	6 V1N2	1 V3N2	4 V1N1

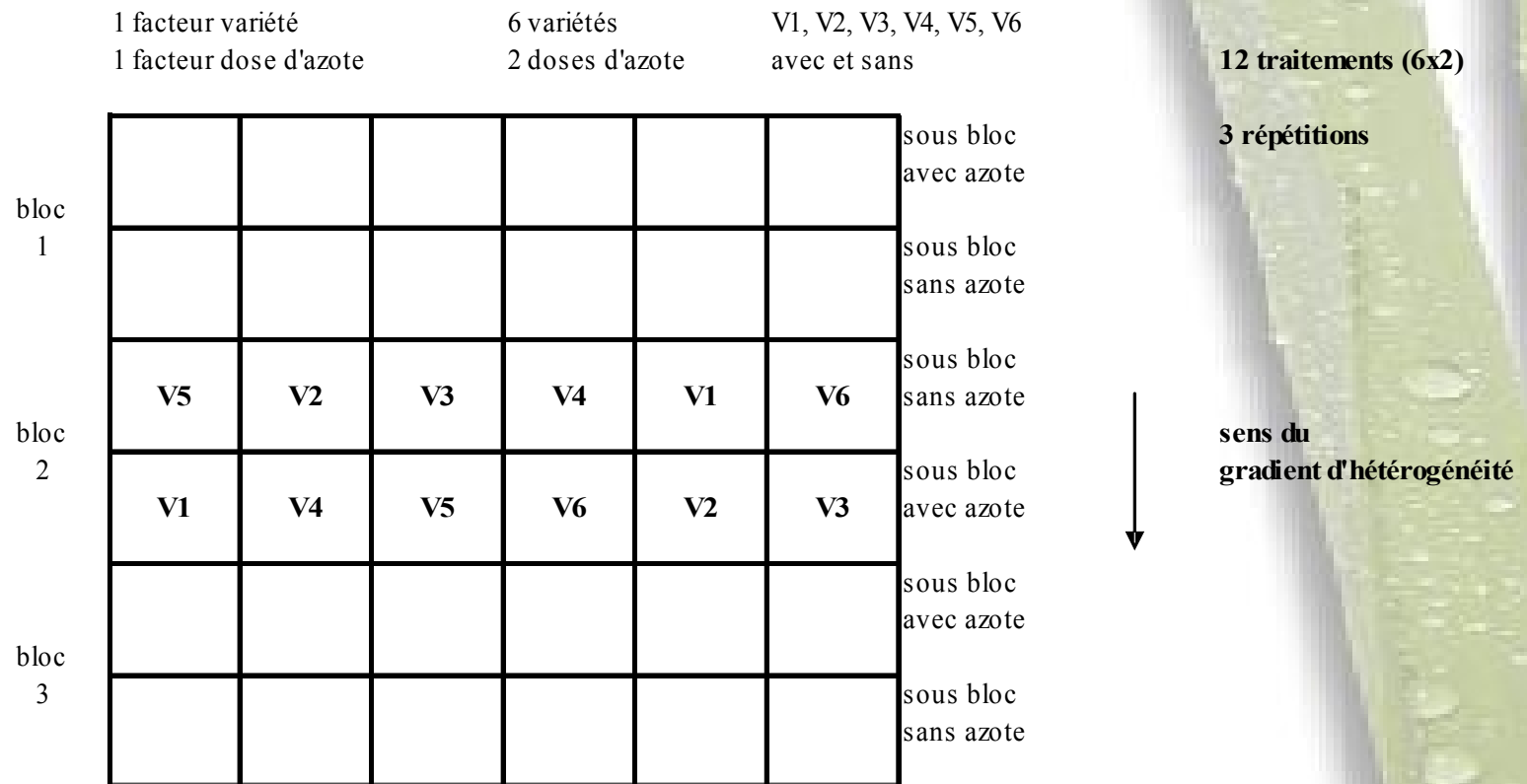
bloc 2

bloc 3



# Le dispositif en split-plot

2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + 1 contrainte expérimentale



- Chaque bloc est divisé en autant de sous bloc que de variantes du 1er facteur (facteur qualifié de principal)
- Les traitements du second facteur sont affectés au hasard dans chaque sous bloc (facteur dit subsidiaire)

# Le dispositif en criss-cross

2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + des contraintes expérimentales

1 facteur variété  
1 facteur dose d'azote

6 variétés  
2 doses d'azote

V1, V2, V3, V4, V5, V6  
avec et sans

12 traitements (6x2)

3 répétitions

bloc 1						sous bloc avec azote	
						sous bloc sans azote	
bloc 2	V1	V4	V5	V6	V2	V3	sous bloc sans azote
	V1	V4	V5	V6	V2	V3	sous bloc avec azote
bloc 3							sous bloc avec azote
							sous bloc sans azote



sens du gradient d'hétérogénéité

- Chaque bloc est divisé en autant de sous bloc que de variantes du 1er facteur (facteur qualifié de principal)
- Les traitements du second facteur sont en vis à vis dans chaque sous bloc (facteur dit subsidiaire)

# La réalisation de l'essai

- ♣ - Quand l'objectif est bien défini, quand le type de dispositif est choisi, il faut faire le plan de l'essai. Il représente l'agencement géographique (photographie aérienne), de toutes les parcelles de l'essai.
- ♣ - Il faut toujours prévoir des bandes de bordure de part et d'autre de l'essai pour éviter les phénomènes de bordure.