

# LA DEMARCHE EXPERIMENTALE

de l'écriture du protocole ... à l'exploitation des résultats



G. BRIFFAUX



Institut Technique des Grandes Cultures  
1, rue Pasteur 30001  
BP 18 EL MOURACH  
ALGER

FERT

Fédération pour l'Enrichissement  
et le Renouveau de la Terre  
12, rue du Faubourg St Honoré  
75008 PARIS

itcf

Institut Technique  
des Céréales et des Fourrages  
8, avenue du Président Wilson  
75116 PARIS

## Avant-propos

Le rôle de l'expérimentation en plein-champ est particulièrement important. Elle précède très souvent l'évolution de l'Agriculture pour la guider sur la voie du progrès. Or, jusqu'à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, il n'existait pas de méthodes rigoureuses et c'est seulement à partir de 1910 que, dans les pays Anglo-Saxons, les techniques expérimentales agronomiques ont été développées. J.T. WOOD et F.I.M. STRATTON attirèrent l'attention sur les « erreurs de parcelles » et proposèrent d'y pallier en recourant à des répétitions des traitements. Puis W.B. MERCER et A.D. HALL montrèrent que la surface, la forme et l'orientation des parcelles avaient une influence sur la validité des comparaisons. Enfin, R.A. FISHER vers 1923 développa des méthodes statistiques appropriées pour analyser les résultats des essais.

Mais on a remarqué depuis que si les méthodes statistiques ont une place considérable dans la définition et la conduite d'une expérience, **elles ne sont pas et ne doivent pas être une fin en elles-mêmes** : « *Dans l'investigation scientifique, les moindres procédés sont de la plus haute importance* » écrivait Claude BERNARD. Le choix d'un dispositif en blocs, en carré-latin ou en split-plot n'est pas suffisant. **Toutes les opérations de mise en place sur le terrain, d'application des traitements, d'entretien de l'essai... toutes les mesures, observations, notations... devront être réalisées avec le plus grand soin**, pour éviter des erreurs ou des conclusions trop hâtives, voire erronées.

Le but de cette brochure est donc d'attirer l'attention des Expérimentateurs sur ce dernier aspect. Elle a été conçue et réalisée par notre ami **Gérard BRIFFAUX**, Ingénieur Régional à l'I.T.C.F., au cours de sa mission auprès de l'Institut des Grandes Cultures en Algérie. Après avoir rassemblé les renseignements relatifs à la pratique des essais, épars dans de nombreuses publications, il a confronté son expérience d'homme de terrain avec les exigences de la statistique. Nous lui sommes très reconnaissants d'avoir réussi à présenter un sujet aussi difficile sous une forme attrayante et rigoureuse.

J. TRANCHEFORT  
Chef du Service des Études  
Statistiques de l'I.T.C.F.

## SOMMAIRE

### les principes de l'expérimentation

	pages
généralités	4-5
un essai pour répondre à une question	6-7
le protocole d'étude	8 à 16

### le dispositif d'étude

le dispositif d'étude : principe	17
les répétitions	18-19
principaux dispositifs	20 à 23

### le plan de l'essai

le plan d'un essai : principe	24-25
exemples de plans	26-27
plans d'essais particuliers	28-29
la réalisation du plan d'essai	30-31

### la mise en place de l'essai

la mise en place de l'essai : principe	32-33
choisir une parcelle représentative	34-35
trouver un endroit homogène	36-37
préparer le lit de semences	38
des angles droits	39
les dimensions d'une parcelle	40-41
le tracé de l'essai	42-43
le découpage d'un essai	44-45
le semis avec le semoir en continu	46-47
le semis avec le semoir agricole	48-49
le désherbage, l'apport d'azote	50-51
essai fertilisation : épandage de l'engrais	52-53
essai désherbage (ou autres produits)	54-55

### comptages et notations

	pages
nature et calendrier des observations	56 à 58
utilité des comptages et des notations	59
le nombre de grains semés	60
la profondeur de semis	61
la date de levée	62
le nombre de plantes levées par m <sup>2</sup>	63
le nombre de plantes sortie hiver	64
le stade début tallage	65
le suivi du tallage herbacé	66
le stade début montaison	67
le stade épiaison	68
le nombre d'épis par m <sup>2</sup>	69
le suivi de la maturité	70
le poids de 1 000 grains	71-72
la hauteur des plantes - la vorse	73
les mauvaises herbes	74-75
les maladies	76-77
les observations complémentaires	78-79
noter les anomalies	80-81

### la récolte

la récolte des petites parcelles	82 à 89
la récolte des grandes parcelles	90-91
le rendement biologique	92-93
l'humidité du grain	94-95
surface récoltée réelle ou calculée	96-97

### les résultats et l'analyse des résultats

retranscrire les résultats bruts	98-99
le rendement moyen	100-101
la cohérence des résultats parcellaires	102-103
les résidus parcelaires	104 à 107
l'estimation des données manquantes	108-109
l'analyse de variance	110 à 113
la comparaison des moyennes	114-115
des chiffres et des graphiques	116-117
graphiques et cohérence des résultats	118-119

### synthèse et conseil

de l'essai au regroupement d'essais	120-121
intérêt du réseau d'essais	122-123

### CONSERVER les résultats :

Exemple de fiche	124
------------------	-----

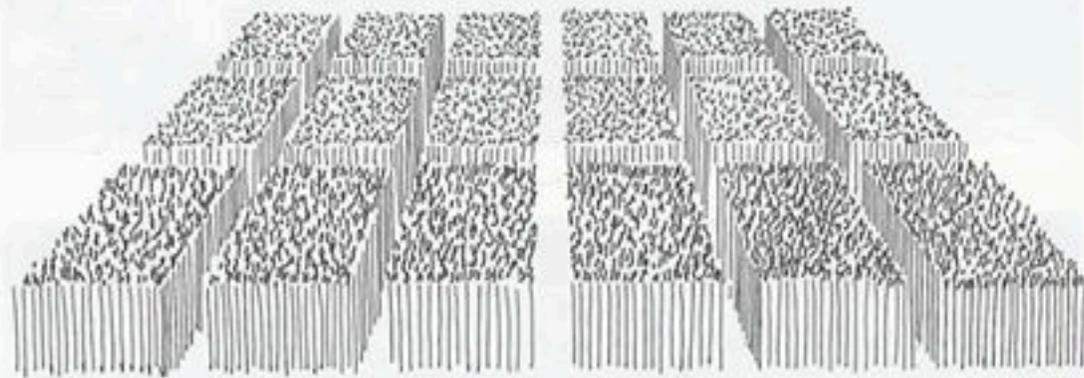
## le principe de l'expérimentation

L'EXPÉRIMENTATION de plein champ  
consiste à

COMPARER PLUSIEURS PARCELLES entre elles  
et à

OBSERVER, NOTER, MESURER toutes les différences  
entre ces parcelles

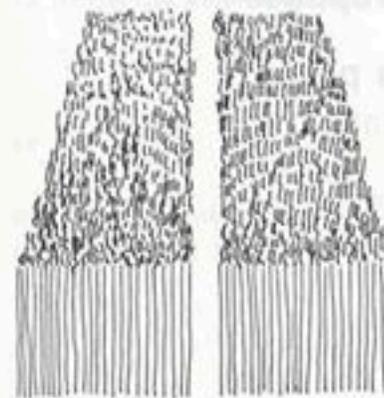
depuis leur installation  
jusqu'à leur récolte...



En installant un essai

il faut se donner LE MAXIMUM DE CHANCES

de METTRE EN ÉVIDENCE et d'EXPLIQUER  
CES DIFFÉRENCES PARCELLAIRES



- La différence entre deux parcelles  
ne doit être liée qu'aux seuls facteurs d'étude VOULUS  
et CONTRÔLÉS PAR L'EXPÉRIMENTATEUR :

*comparer des variétés  
comparer des densités de semis  
comparer des doses d'azote, etc.*

- Il faut LIMITER AU MAXIMUM  
l'influence des facteurs « PARASITES » qui augmentent ou  
diminuent la différence réelle entre deux parcelles : sol  
non homogène, etc.

Hormis le ou les facteurs étudiés

TOUTES LES PARCELLES D'UN MÊME ESSAI  
DOIVENT ÊTRE INSTALLÉES ET CONDUITES  
DE LA MÊME FAÇON

### Essai VARIÉTÉS

Toutes les variétés sont  
semées à la même densité,  
reçoivent la même dose  
d'azote, sont désherbées le  
même jour avec le même  
produit...

### Essai DENSITÉS

Toutes les parcelles sont  
semées le même jour, avec la  
même variété.  
Même dose d'azote, même  
désherbage, etc.

### Essai AZOTE

Pour toutes les parcelles,  
même variété, même date de  
semis, même densité, même  
désherbage.

# Un essai pour répondre à une question

L'essai est réalisé pour apporter une réponse  
à une question posée  
par l'expérimentateur :

## ① UNE QUESTION SIMPLE

- Quelle est la meilleure **variété** ?
- Quelle est la meilleure **date** de semis ?
- Quelle est la meilleure dose d'**azote** ?
- ...

## ② UNE QUESTION DOUBLE

- Quelle est la **densité** adaptée à la **date** de semis ?
- Faut-il semer à la même **densité** une **variété** qui talle peu et une autre à fort tallage ?
- ...

## ③ UNE QUESTION TRIPLE

- Quelle **variété** choisir, pour quelle **date** de semis, et à quelle **densité** ?
- ...

## ④ UNE QUESTION MULTIPLE

- Quel est le meilleur **itinéraire technique** adapté à la région ?
- Quelle est la meilleure **rotation** ?
- ...

La démarche expérimentale commence par la formulation de questions

et

pour chaque question posée  
il faut

## ÉCRIRE UN PROTOCOLE D'ÉTUDE

- Nombre de parcelles  
ou nombre de **TRAITEMENTS** à comparer
- Notations à faire

et

## CHOISIR LE MEILLEUR DISPOSITIF

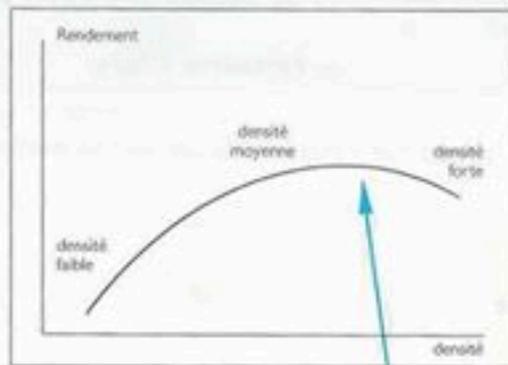
- Nombre de répétitions
- Dimensions des parcelles
- Matériel utilisé

Pour écrire un protocole d'essai,  
la démarche reste toujours la même

## Poser la question

C'est l'objectif de  
l'essai...

Quelle est la  
meilleure densité  
de semis ?

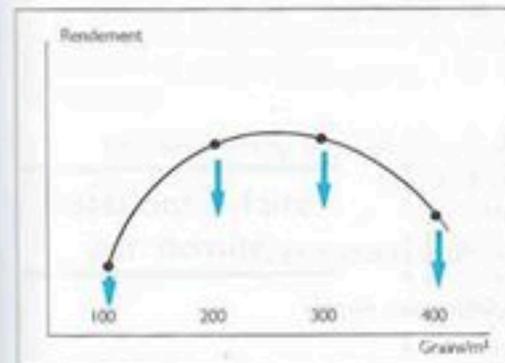


Ne pas hésiter à  
étudier des CAS  
EXTRÊMES  
(ici densité très faible  
ou densité très forte)

pour obtenir  
un MAXIMUM  
dans la réponse  
supposée.

## Simuler la réponse

## Déterminer le nombre de traitements nécessaires et suffisants



4 DENSITÉS ETUDIÉES

- élargir les écarts  
entre traitements (ici 100 grains/m<sup>2</sup>)
- 4 densités pour obtenir un maximum car 2  
densités seraient insuffisantes (joindre deux  
résultats au hasard et comparer les  
réponses...)

## Préciser les notations à faire

- nombre de grains SEMÉS
- nombre de plantes LEVÉES
- nombre d'ÉPIS/m<sup>2</sup>
- poids de 1 000 grains
- rendement récolte

.../...

- décrire les conditions de semis, lieu, sol,  
date, état du lit de semences

# Quelques exemples de protocole

(Questions simples)

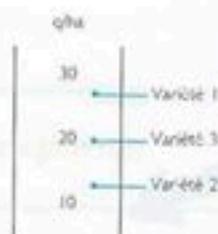
## Essai VARIÉTÉS

question  
précise

Trouver la variété qui donne le meilleur rendement dans la région...

réponse  
simulée

Dans le cas des essais « variétés » la simulation consiste surtout à comparer les RENDEMENTS de chaque variété.



nombre de  
variétés à étudier

Comparer les « nouvelles » variétés à des variétés connus considérées comme TÉMOINS\*

[\* conserver ces témoins sur les différents lieux d'étude et pendant plusieurs années : voir regroupement des essais]

Faire la liste des variétés à comparer

notations à faire  
par variété

- Connaissance de la densité de semis (grains semés/m<sup>2</sup>)
- Comptages plantes levées/m<sup>2</sup>
- Comptages Épis/m<sup>2</sup>
- Rendement-récolte moissonneuse-batteuse

option Poids de 1.000 grains récolte

Toutes les variétés d'un même essai doivent être semées

- à la même date
- à la même DENSITÉ grains/m<sup>2</sup>

Prévoir la même conduite culturale :

préparation du sol, azote, désherbage, insecticide, etc.

## Essai DENSITÉS de semis

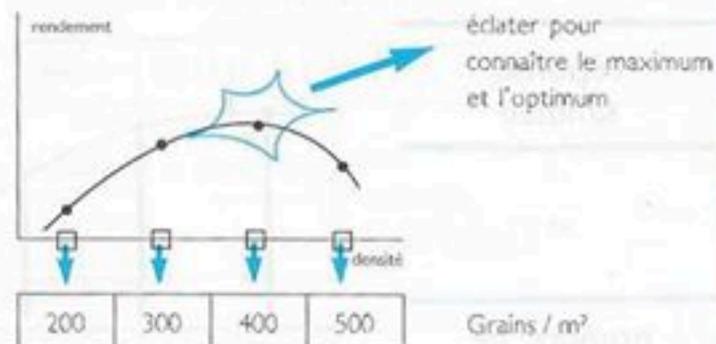
question

Quelle est la meilleure densité de semis pour la variété WAHA ?

réponse  
simulée

et

nombre de  
traitements  
(densités)



4 traitements = 4 parcelles à répéter plusieurs fois

① l'écart de 100 grains/m<sup>2</sup> est important car avec les pertes à la levée, cet écart peut se réduire. Un écart trop faible limite les chances de trouver des différences entre les traitements.

② Quatre densités (200, 300, 400, 500) pour bien comprendre la PROGRESSION des rendements. 2 ou 3 densités sont insuffisantes.

③ L'essai compare des densités entre 200 et 500 grains/m<sup>2</sup>. Cette échelle donne le maximum de chances pour trouver l'OPTIMUM.

notations à faire  
par densité

- nombre de grains réellement semés
  - état du sol et du lit de semis
  - date de semis
  - nombre de plantes levées/m<sup>2</sup>
  - nombre d'épis/m<sup>2</sup>
  - rendement
- Option poids de 1.000 grains  
Option : suivi du tallage herbacé.

L'essai « DENSITÉ » est semé à la même date  
avec la même variété

Prévoir le même itinéraire technique sur tout l'essai  
(préparation du sol, azote, désherbage, etc.)

## Quelques exemples de protocoles

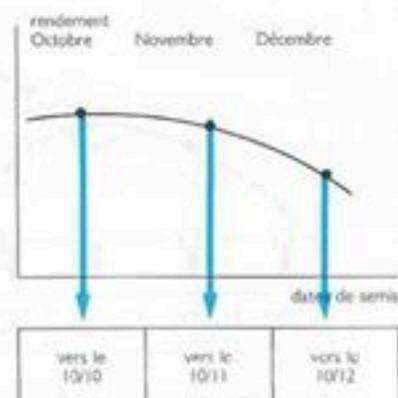
(Questions simples)

### Essai DATES de semis

question

Quelle est la meilleure date de semis pour la région ?

réponse  
simulée



nombre de  
traitements  
(dates)

3 dates de semis = 3 parcelles à répéter plusieurs fois  
(ou 3 traitements)

3 ou 4 dates de semis centrées sur  
les pratiques des agriculteurs dans la  
région  
Précoce

Normale

Tardive

Laisser 3 semaines à un mois entre  
les dates de semis.  
Un écart plus faible limite les différen-  
ces de rendement.

notations  
à faire

- état de lit de semences à chaque date
- nombre de grains semés/m<sup>2</sup>
- nombre de plantes levées/m<sup>2</sup>
- nombre d'épis/m<sup>2</sup>
- rendement
- poids de 1 000 grains
- suivi de stades végétatifs
  - date levée
  - date début montaison
  - date épiaison
- suivi de problèmes climatiques
  - gel
  - échaudage
- suivi des maladies et autres problèmes

### Essai DESHERBAGE

question

— Quel est le meilleur produit à utiliser ?

réponse

— Le nombre de traitements est égal au nombre de produits  
mais il faut aussi  
LAISSER UN TÉMOIN NON DESHERBÉ

nombre de  
traitements

1) témoin	2) 24 D	3) Illoxan	4) Dosanex	5).....
-----------	---------	------------	------------	---------

notations

— Rendement de chaque parcelle

— Nature et importance des mauvaises herbes  
dans le témoin,  
dans les parcelles désherbées.

Respecter les dates d'application  
spécifiques à chaque produit

### Essai AZOTE (doses totales)

question

— Quelle est la dose d'azote à conseiller dans la région ?

réponse

— Le nombre de traitements est égal au nombre de doses,  
mais il faut  
TOUJOURS LAISSER UN TÉMOIN NON FERTILISÉ

nombre de  
traitements

témoin 0	1q	2q	3q
----------	----	----	----

doses ammonitrate en quintaux/ha

notations

laisser au moins 1 quintal d'écart entre doses

— Épis/m<sup>2</sup>  
— Rendement  
— Poids de 1 000 grains

histoire culturale  
nature précédent

# Quelques exemples de protocoles

## Cas des questions « DOUBLES » ou TRIPLES

On multiplie les parcelles déterminées dans les essais simples :

**Essai DATES**  
 × **DENSITÉS de semis**

simulation

3 dates  
 ×  
 4 densités

traitements à comparer

dates	vers le 10/10				vers le 10/11				vers le 10/12			
densités	200	300	400	500	200	300	400	500	200	300	400	500
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

12 traitements =  
 12 parcelles à répéter plusieurs fois

14

**Essai DATES**  
 × **DENSITÉS**  
 × **VARIETES**

simulation

3 dates  
 ×  
 2 variétés  
 ×  
 4 densités

nombre de traitements

Variétés	WAHA												MBB															
	vers le 10/10				vers le 10/11				vers le 10/12				vers le 10/10				vers le 10/11				vers le 10/12							
densités	200	300	400	500	200	300	400	500	200	300	400	500	200	300	400	500	200	300	400	500	200	300	400	500	200	300	400	500
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

24 traitements =  
 24 parcelles à répéter plusieurs fois



Les notations à faire sont identiques à celles précisées dans les essais simples

... mais il y a plus de parcelles à noter...

**Essai TRAVAIL du SOL**  
 × **DENSITÉS de semis**

simulation

2 lits de semis  
 ×  
 3 densités

traitements

lit de semis très mottelé			lit de semis fin		
250	350	450	250	350	450
1	2	3	4	5	6

nombre et n° des traitements

► Bien noter les plantes levées par m<sup>2</sup> : notion de PERTES au semis.

15

**Essai DOSES D'AZOTE**  
 × **FRACTIONNEMENT**

simulation

3 doses  
 ×  
 3 fractionnements

traitements

DOSES totales	0	1		2			
apport semis	0	1	1/2	2	2	1	
apport tallage	0	1	1/2	2	2	1	
apport arrosé	0	1	1/2	2	2	1	
nombre et n° des traitements	1	2	3	4	5	6	7

7 traitements =  
 7 parcelles à répéter plusieurs fois

## Essai « ROTATIONS » ou assolement essai de longue durée

Ces essais relèvent du même principe, mais leur mise en place nécessite plusieurs années pour obtenir des résultats sur tous les traitements étudiés.

### question

Comparaison de trois blés issus d'une rotation bi-annuelle.

Jachère/blé

et d'une rotation quadriennale

Jachère/blé/Vesce-Avoine/Blé

### simulation

Préparation du site

	année 0	année 1	année 2	année 3	année 4	
jachère ou Culture		Jachère	Blé	Jachère	Blé	①
		Blé	Jachère	Blé	Jachère	②
		Jachère	Blé	V.Avoine	Blé	③
		Blé	V.Avoine	Blé	Jachère	④
		V.Avoine	Blé	Jachère	Blé	⑤
		Blé	Jachère	Blé	V.Avoine	⑥

### nombre de traitements

Dans ce cas il faut comparer **6 TRAITEMENTS**

mais il faut pratiquement attendre 4 ans pour répondre précisément à la question posée !

*En années 1, 2 ou 3, les histoires culturales de chaque parcelle ne sont jamais celles qui sont décrites dans la question.*

Quand le nombre de traitements à comparer est déterminé

Il faut préciser le **DISPOSITIF D'ÉTUDE**

c'est-à-dire le nombre de répétitions à faire, selon quel plan, avec quel matériel et quelles dimensions des parcelles.

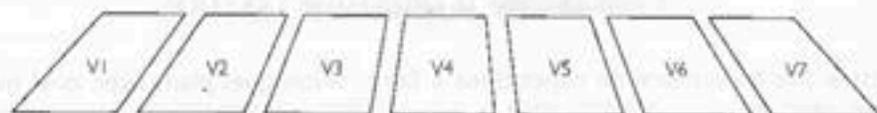
- Le protocole d'étude a précisé le **NOMBRE DE TRAITEMENTS** à comparer  
*nombre de variétés,  
nombre de densités, etc.*

- Dans l'expérimentation de plein champ, **CHAQUE PARCELLE ÉLÉMENTAIRE REÇOIT UN TRAITEMENT unique.**



- Chaque parcelle pourra être **RÉPÉTÉE PLUSIEURS FOIS.**
- Il faudra alors **BIEN DISPOSER TOUTES LES PARCELLES ENTRE ELLES** pour bien mettre en évidence les différences éventuelles.

Dans le champ d'essai  
LE DISPOSITIF LE PLUS SIMPLE  
consiste à mettre les parcelles CÔTE à CÔTE



exemple : essai comparant 7 variétés.

En installant cet essai  
l'expérimentateur contrôle :

- le choix des variétés
- le travail du sol
- la qualité du semis
- le nombre de grains semés, etc.

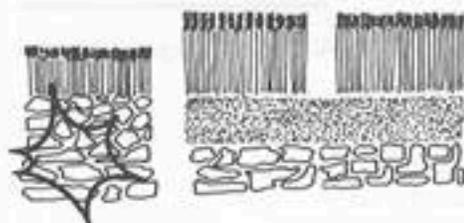
Par contre l'expérimentateur  
NE CONTRÔLE PAS :

- la nature du sol
- la charge en cailloux
- la profondeur d'enracinement, etc.

SOUS CHAQUE PARCELLE élémentaire

Ces facteurs non contrôlés peuvent influencer sur la  
productivité d'une parcelle.

La comparaison se trouve BIAISÉE.



De plus l'expérimentateur  
n'est pas à l'abri  
D'ACCIDENTS tels que :

- une erreur au semis
- un dégât d'oiseaux ou de rongeurs
- une panne de moissonneuse-batteuse
- un sac renversé...

Dans le champ d'essai  
en semant une seule parcelle par traitement

tout « accident » fait perdre l'information issue de cette parcelle  
... L'ESSAI EST COMPROMIS...

le semoir tombe en panne  
en semant V4...



Pour diminuer les risques

ON RÉPÈTE plusieurs fois chaque traitement dans un même périmètre d'essai :

on parle alors de RÉPÉTITIONS



Dans la plupart des cas on réalise 3 ou 4 RÉPÉTITIONS

Pour **AGENCER** toutes les parcelles de l'essai entre elles,

on **CHOISIT LE DISPOSITIF** le plus adapté à l'hétérogénéité du terrain et aux contraintes pratiques de conduite de l'essai...

... **MAIS ATTENTION :** L'expérimentateur peut créer des « hétérogénéités artificielles » avec les outils de travail du sol par exemple, ou en faisant rouler le tracteur **DANS** les parcelles pour les désherber, etc.

①

• **UNE QUESTION SIMPLE** (1 seul facteur d'étude)

et

• **LE TERRAIN EST PARFAITEMENT HOMOGENE**

exemple

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

4 lignes  
5 colonnes

## ⇒ RANDOMISATION totale

- ▶ Chaque traitement est multiplié par le nombre de **RÉPÉTITIONS** souhaité (ici 5 traitements répétés 4 fois).
- ▶ La disposition de toutes les parcelles (ici 20) est **TOTALEMENT TIRÉE AU HASARD** dans le cadre de l'essai.  
... il faut déterminer le nombre de lignes et de colonnes en fonction des dimensions du terrain
- ▶ Toutes les parcelles - jusqu'à leur récolte - doivent être « influencées de la même façon » par les facteurs externes à l'essai (travail du sol, passages de tracteur, etc.).

②

• **UNE QUESTION SIMPLE** (1 facteur d'étude)

**MAIS** il y a risque d'**HÉTÉROGÉNÉITÉ** sur le terrain : pente, gradient de fertilité, interventions culturales,...

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

sens de la pente  
sens du gradient

	3	5	2	4	1	6
passage du pulvérisateur	1	4	6	3	5	2
	6	1	5	2	4	3

⇒ On détermine alors des **BLOCS** qui suivent le gradient repéré :

## DISPOSITIF « BLOCS »

- ▶ Les blocs sont disposés les uns à côté des autres, en suivant le sens de la pente, du gradient de fertilité... les bandes de terrain (blocs) contrôlent l'effet « parasite ».  
Toutes les parcelles d'un même bloc sont **avantagées ou pénalisées de la même façon**.
- ▶ Chaque traitement (ici de 1 à 6) est représenté **UNE SEULE FOIS DANS CHAQUE BLOC**.
- ▶ Dans chaque bloc, la disposition des traitements est tirée au **HASARD**.

③

• Si on soupçonne l'existence de **DEUX GRADIENTS** d'hétérogénéité perpendiculaires

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

## ⇒ CARRÉ LATIN

- ▶ Chaque ligne ou chaque colonne est un bloc : un traitement est représenté **une seule fois dans la ligne ou la colonne**.
- ▶ Le nombre de traitements est donc égal au nombre de blocs. Ce dispositif limite souvent le nombre de traitements à étudier (maximum 6) pour limiter la taille totale de l'essai.

④

• UNE QUESTION DOUBLE  
(2 facteurs d'étude)

et

• UN GRADIENT d'hétérogénéité

## ⇒ FACTORIEL en BLOCS

facteur 1 (3 variétés)	V1		V2		V3	
x						
facteur 2 (2 doses d'azote)	N1	N2	N1	N2	N1	N2
nombre de traitements	1	2	3	4	5	6

▶ Le nombre de traitements à étudier est égal à la multiplication des niveaux d'étude du facteur 1 et du facteur 2)

(exemple : 3 variétés x 2 doses d'azote).

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

▶ Si on soupçonne l'existence d'un gradient, on choisit à nouveau le dispositif BLOCS.

(ici 4 blocs qui suivent le gradient)

▶ Chaque traitement (ici n° 1 à 6) est représenté une seule fois dans un bloc.

▶ Dans chaque bloc, la disposition des traitements est tirée au hasard.

Exemples : Avec le dispositif « factoriel en blocs », il faut épandre l'azote parcelle après parcelle...

Avec le dispositif split-plot ou criss-cross, l'azote est épandu sur tout le sous-bloc en un seul passage. Il y a GAIN DE TEMPS ou FACILITÉ de réalisation (dates de semis, irrigation, ...) mais ces dispositifs font généralement perdre de la précision dans l'étude des facteurs en sous-blocs.

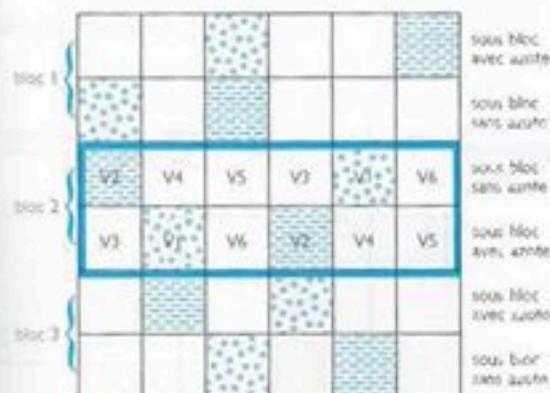
⑤ ⑥

• On retrouve le cas précédent ④  
(2 facteurs d'étude et gradient)

⇒ Les blocs sont partagés en sous-blocs et les sous-blocs sont ensuite agencés entre eux.

mais il y a des  
CONTRAINTES PRATIQUES liées  
à la réalisation de l'essai  
(dates de semis différentes, épandage  
d'azote, irrigation, ...)

## ⑤ SPLIT-PLOT



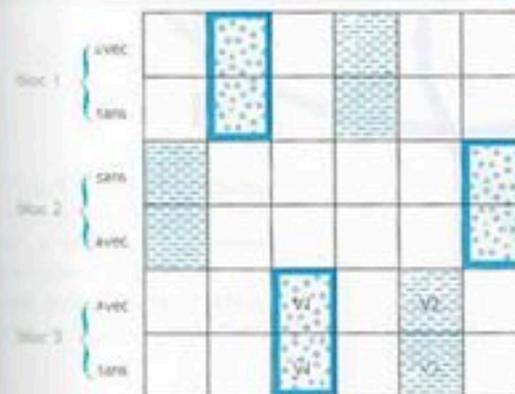
▶ Exemple 6 variétés étudiées AVEC et SANS azote :

▶ Pour permettre le passage de l'épandeur d'engrais, le facteur AZOTE est disposé en SOUS-BLOC.

▶ Chaque bloc est partagé en 2 sous-blocs disposés au hasard.

▶ Dans chaque sous-bloc les traitements du facteur 1 (6 variétés) sont disposés au hasard.

## ⑥ CRISS-CROSS



▶ On retrouve le partage des blocs en sous-blocs et le tirage aléatoire des sous-blocs et des variétés (facteur 1) comme dans le cas du split-plot.

▶ mais les variétés (facteur 1) sont disposés en VIS A VIS : le facteur « variétés » est aussi disposé en sous-blocs.



# Le plan de l'essai

Quand le protocole est écrit,  
quand le dispositif est choisi,

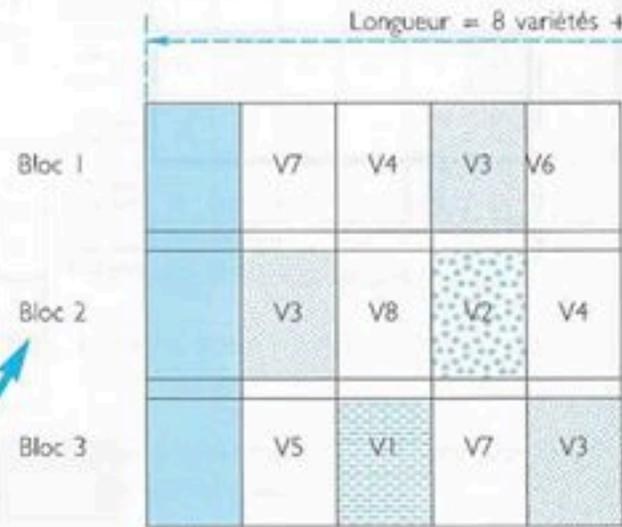
## IL FAUT FAIRE LE PLAN DE L'ESSAI

Le plan représente l'agencement  
« géographique » de toutes les parcelles de  
l'essai.

C'est le schéma de la photographie  
aérienne de l'essai.

Exemple d'un essai

Dispositif retenu :



Ici, le dispositif retenu est un disposi-  
tif « blocs ».

En règle générale, on superpose les  
blocs (gradient) mais on peut aussi les  
mettre côte à côte :

Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
--------	--------	--------

ou les éloigner les uns des autres.

Toujours prévoir des BANDES DE  
BORDURE de part et d'autre de  
l'essai (variété hors étude, ...) pour  
éviter les phénomènes de bordure,  
pour régler le semoir, pour arrêter  
l'agriculteur avant l'essai, ...

Faire le plan de l'essai sur du papier  
quadrillé.

Ce plan servira pour le semis, pour  
les notations, la récolte, ...

Quand le plan est terminé, on connaît les DIMENSIONS TOTALES de  
l'essai (longueur, largeur).

Ces dimensions serviront au PIQUE-  
TAGE DE L'ESSAI sur le terrain.

➔ MAIS il faut connaître le site  
d'implantation pour ajuster les blocs  
en fonction du gradient observé et  
pour déterminer « la forme » et les  
dimensions définitives de l'essai.

➔ ... il est parfois nécessaire de refaire  
un plan après visite sur le terrain.

Dans chaque bloc, les « traitements »  
(ici 8 variétés) sont disposés AU  
HASARD. (cas du dispositif « blocs »).

On peut utiliser des tables  
de nombres au hasard  
pour agencer les traitements  
d'un même bloc.  
Si on prévoit une méthode de  
trajet au hasard (papier numéroté...)



## Quelques exemples de plans d'essais

①

V6	V2	V5	V1	V1	V7	V1
V7	V4	V3	V6	V2	V3	V1
V3	V2	V4	V1	V5	V7	V6
V5	V1	V7	V3	V6	V2	V4

Bordure

Bordure

Protocole : 1 facteur d'étude (variétés) à 7 niveaux :

7 VARIÉTÉS (V<sub>1</sub> à V<sub>7</sub>)

Dispositif le plus couramment retenu : BLOCS (ici 4 blocs).

Les variétés sont disposées au hasard dans chaque bloc.

②

V1	V2	V3	V1	V2	V1	V2	V7
200	100	400	100	200	300	400	300
V2	V1	V7	V1	V1	V2	V2	V1
100	300	300	200	400	400	300	100
V2	V1	V1	V1	V2	V2	V1	V7
200	400	100	300	400	100	200	300

Protocole : 2 facteurs d'étude  
(2) VARIÉTÉS × (4) DENSITÉS  
① et ② 100, 200, 300, 400

L'expérimentateur peut choisir un dispositif en BLOCS avec agencement aléatoire des combinaisons « variété ★ densité » dans chaque bloc.

Il aurait pu aussi choisir un dispositif en randomisation totale.

Mais, pour faciliter les notations, ... l'expérimentateur peut regrouper les densités PAR VARIÉTÉ.

Ci-contre, il a choisi un dispositif SPLIT-PLOT, toujours avec 3 blocs, et les « variétés » en sous-blocs.

400	VARIÉTÉ ①	300	100	200	300	VARIÉTÉ ②	300	100	200
100	VARIÉTÉ ②	300	200	400	100	VARIÉTÉ ①	400	200	300
300	VARIÉTÉ ①	100	400	200	300	VARIÉTÉ ②	100	200	400

③

				V1	N0
		V1	N0		
V1	N0			V1	N0

randomisation

4 blocs

V3	V1	V8	V1	V4	
N0	N0	N+	N+	N0	

Protocole : 2 facteurs d'étude  
(8) VARIÉTÉS × (2) DOSES D'AZOTE  
V1 à V8 sans azote N0  
avec azote N+

L'expérimentateur peut choisir un dispositif en RANDOMISATION totale ou un dispositif en BLOCS.

				V1	V1		
				N0	N+		
						V1	V1
						N+	N0
			V1	V1			
			N0	N+			

Il pourrait aussi choisir un dispositif SPLIT-PLOT en étudiant les deux doses d'azote côte à côte pour chaque variété...

V6	ensemble sous-bloc sans azote								sans
V6	ensemble sous-bloc avec azote								avec
				V6					avec
				V6					sans
								V6	sans
								V6	avec

... ou choisir un dispositif split-plot ou CRISS-CROSS en créant des sous-blocs AVEC ou SANS AZOTE



## Plans d'essais particuliers

Pour faire le plan de l'essai, l'expérimentateur doit connaître le terrain, réfléchir au dispositif, ...

... mais aussi

PENSER À LA RÉALISATION PRATIQUE pour faciliter la conduite générale de l'essai.

Exemple :  
essai VARIETES × DOSES D'AZOTE

V2					
N2					
V2	V2				
N2	N2				
V2	V1	V1	V2	V1	
N1	N2	N1	N2	N1	

En choisissant le dispositif et le plan ci-contre (4 blocs), l'expérimentateur doit SEMER individuellement chaque variété (V1, V2) puis ÉPANDRE chaque dose d'azote (N0, N1, N2...)

Dans l'essai ci-contre  
*[étude des courbes de réponse à l'azote (7 doses) sur 3 variétés]*

les variétés sont semées en sous-bloc : on peut semer les variétés avec un SEMOIR AGRICOLE et épandre l'azote à la main sur chaque parcelle élémentaire.



Dans l'essai ci-contre, (8 variétés × 2 doses d'azote)

l'azote peut être épandu avec L'ÉPANDÉUR DE L'AGRICULTEUR : les doses d'azote N1, et N2 sont en sous-blocs...

Certains protocoles étudient des FACTEURS DIFFICILES À METTRE EN PLACE sur le terrain

... *essai Travail de sol,*  
... *essai Dates de semis,*  
... *essai Irrigation, ...*

Pour DIMINUER LES PROBLÈMES DE RÉALISATION, l'expérimentateur peut choisir un

DISPOSITIF-COMPROMIS entre la précision souhaitée et la réalisation pratique de l'essai.

Exemple :  
essai 3 DATES DE SEMIS × 2 VARIETES


Pour réaliser cet essai, il faudrait préparer le lit de semences

AVANT chaque semis et PERPENDICULAIREMENT au semis.

Il faut alors prévoir de grandes allées autour de chaque parcelle... La réalisation pratique sera longue et fastidieuse.

Pour SIMPLIFIER LE TRAVAIL, l'expérimentateur peut choisir les plans suivants :


Les bandes « DATES » sont côte à côte : on peut travailler le sol sur toute la bande « DATE » : Mais le semis se fera dans le sens du travail du sol, ce qui n'est pas souhaitable si les parcelles élémentaires sont trop petites.

Dans ce cas ultime, les « DATES » sont groupées. On crée en fait TROIS ESSAIS côte à côte.

La comparaison des dates - dans un tel dispositif - n'est possible que si l'ensemble du terrain est parfaitement homogène.




## La réalisation du plan d'essai

Le protocole est écrit...

Chaque traitement est codé (numéro, lettre)

V1  
densité 100 = 1  
densité 200 = 2  
densité 300 = 3

V2  
densité 100 = 4  
densité 200 = 5  
etc...



Bloc 1

2

Bloc 2

2

Bloc 3

2

Bloc 4

2

**IL FAUT FAIRE LE PLAN SUR DU PAPIER QUADRILLÉ**

... un rectangle par parcelle élémentaire

Inscrire le numéro-code dans le bas de chaque rectangle (tirage aléatoire par bloc)

Eventuellement

Bloc 5

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Exemples :

Essai « variétés »

Prévoir éventuellement un bloc supplémentaire pour faire des notations ou des PRÉLÈVEMENT DE PLANTFS.

L'expérimentateur peut ORDONNER LES PARCELLES de ce bloc pour faciliter le report et le dépouillement des notations

On peut aussi numéroter toutes les parcelles de l'essai APRES TIRAGE aléatoire des traitements de chaque bloc.

80	79	78	←			←			61
41	42	→		44		→			59 60
40	←						25	←	21
1	2	3	→						19 20

La PLACE de chaque traitement est ainsi REPÉRÉE dans chaque bloc :

VARIÉTÉS	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4
Barbe Rousse	3	25	44	79

Le traitement est plus FACILE A RETROUVER dans l'essai.

Variété A				Variété B			
100	200	300	400	100	200	300	400

Essai « densités x variétés »

Utiliser le plan (photocopies) comme FEUILLE DE NOTATIONS au champ (comptages, notations des maladies, masse récoltée, etc...).

Cela évite les erreurs et les OUBLIS.

# La mise en place de l'essai

## essai de plein champ

- 1 ● Choisir **UN CHAMP REPRÉSENTATIF** de la zone d'étude

- 2 ● Dans le champ, trouver **UN ENDROIT HOMOGENÈME** pour installer l'essai

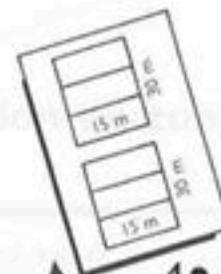
- S'il y a un gradient de fertilité, (sol, pente, ...), il faut installer les blocs perpendiculairement à la pente ou au gradient de fertilité : **FAIRE UN EFFET « BLOC »**

- 3 ● Préparer le lit de semences pour toute la surface de l'essai. Nivelier le sol.

- Prévoir le semis dans le sens perpendiculaire au travail du sol.

Ne pas placer l'essai sur les bords du champ, sur les fourrières, à l'endroit d'un passage fréquent du tracteur, ...

Ne pas placer l'essai dans une zone qui a déjà reçu un essai l'année précédente



- Avec le plan Dessiner dans le champ le cadre de l'essai :

- 4 ● Faire des angles droits

- 5 ● Mesurer

- 6 ● Mettre des piquets aux coins de l'essai et de chaque bloc

- Tracer les allées entre essais ou entre blocs pour déclencher ou arrêter le semoir

- Éventuellement, mettre des piquets aux coins de chaque parcelle (si le semis se fait à l'aide d'un semoir d'agriculteur par exemple...)



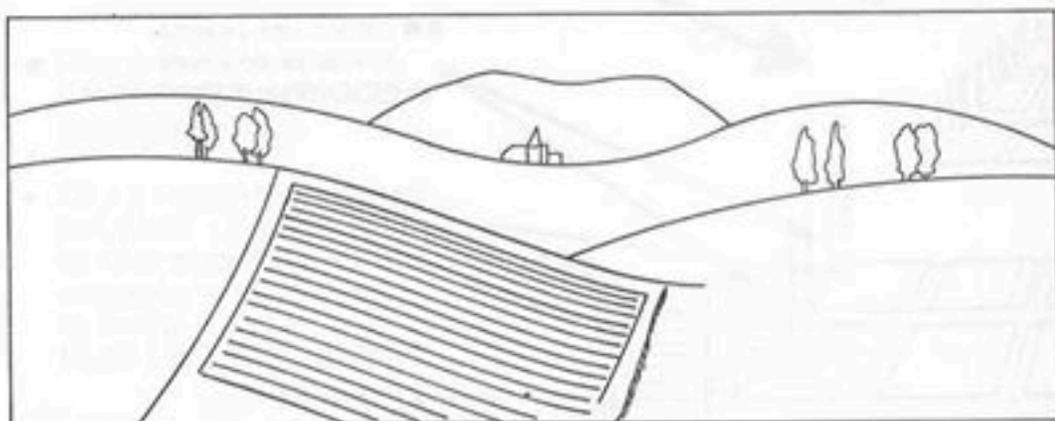
## Choisir une parcelle représentative

Le choix de la  
**ZONE D'ÉTUDE**  
est fait par l'expérimentateur

quand il définit  
ses protocoles d'essais...

... Étudier les variétés dans les trois  
zones pédoclimatiques de la région.

... Étudier les doses d'azote en zone  
à bon potentiel de rendement...



Il faut alors  
**INSTALLER L'ESSAI**  
dans un champ **REPRÉSENTATIF**  
de la zone d'étude, du  
climat, du sol, du précédent, ...

car les **RÉSULTATS** de cet essai  
pourront **ÊTRE EXTRAPOLÉS\***

c'est-à-dire, considérés comme  
références pour toutes les  
parcelles de même nature.

et des résultats pourront être  
**TRADUITS EN CONSEILS**  
auprès des agriculteurs de cette zone.

\* Il ne faut pas vouloir faire à tout prix un essai dans un champ donné  
si celui-ci n'est pas représentatif et homogène.  
**CHANGER DE CHAMP** pour ne pas compromettre les résultats.

## La notion de zonage

On peut d'abord choisir  
des grandes zones **CLIMATIQUES**  
qui indiquent le  
niveau de productivité

zone à bonne pluviométrie,  
donc à bonne productivité.

zone à faible pluviométrie et  
à productivité faible, etc.

Ensuite, il faut s'intéresser  
au **SOL**, surtout en  
zone vallonnée ou accidentée

En haut de pente, le  
sol est caillouteux, séchant,  
à productivité limitée.

En bas de pente, le sol est  
profond, à bonne réserve  
hydrique et riche en  
éléments minéraux, ...

Pour toute expérimentation au champ,  
il faut définir la zone climatique  
et le sol.

Les résultats de l'essai  
dépendent souvent de  
ces deux facteurs.

... en zone séchante, les  
différences variétales seront  
faibles puisque la productivité  
moyenne est faible.

... en sol argileux, difficile  
à préparer, il y aura  
plus de pertes entre le  
semis et la levée (essai densité)

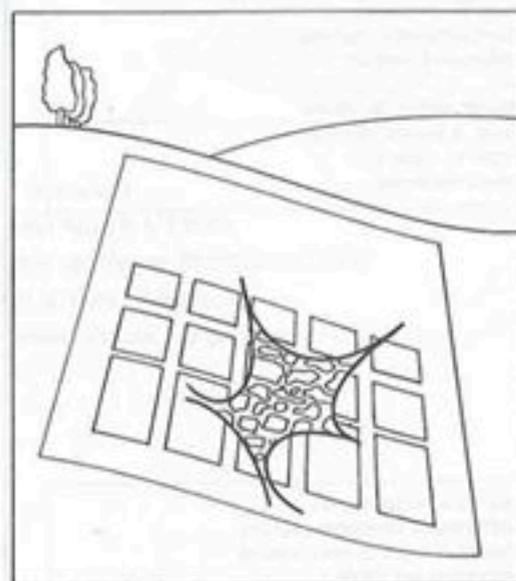
... L'azote ne sera valorisé  
qu'en sol profond, productif... etc.

# Trouver un endroit homogène dans le champ choisi

Le but de l'essai est de **COMPARER DES TRAITEMENTS** entre eux.

Le cycle végétatif, le rendement de ces parcelles ne doivent dépendre que des traitements choisis par l'expérimentateur...

comparaison de variétés, de doses d'azote, de désherbants, ...



Si l'essai est installé dans un endroit « hétérogène » (sol profond, mais avec des affleurements caillouteux par exemple).

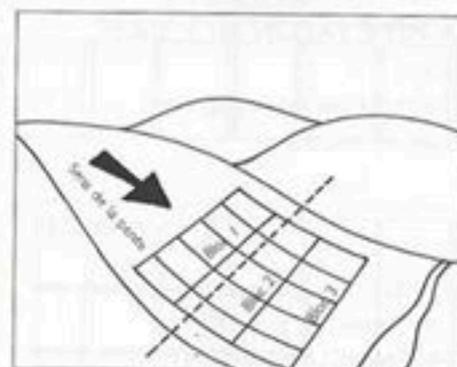
le rendement des parcelles semées sur l'endroit caillouteux, sera potentiellement plus faible.

### LA COMPARAISON EST BIAISÉE :

Les rendements obtenus dépendent des traitements **ÉTUDIÉS** par l'expérimentateur, mais aussi, de la nature du sol c'est-à-dire de facteurs **NON CONTRÔLÉS** par l'expérimentateur...

**CHOISIR UN ENDROIT HOMOGENE pour installer l'essai**

Des parcelles de blé tendre 2013-2014

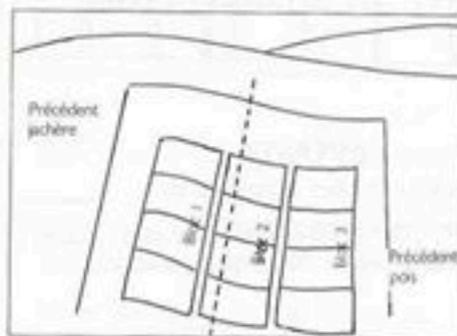


### • FAIRE UN « EFFET-BLOCS »

Si le champ retenu est en pente ou s'il était cultivé avec deux précédents différents l'année précédente

Il faut disposer les blocs perpendiculairement à la pente ou parallèlement à la limite des précédents

Toutes les parcelles d'un même bloc sont sur la même courbe de niveau ou le même précédent cultural...



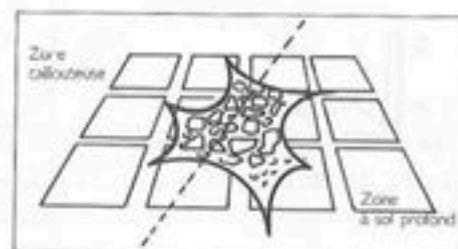
**TOUTES LES PARCELLES D'UN MÊME BLOC SONT CONTRÔLÉES DE LA MÊME FAÇON** même, s'il y a des différences entre blocs !

### ÉVITER L'HÉTÉROGÉNÉITÉ A L'INTÉRIEUR D'UN BLOC

Éviter les endroits à écoulement d'eau : (hiver, orages, ...)

Éviter les affleurements caillouteux

Éviter impérativement les champs qui ont déjà reçu un **ESSAI** L'ANNÉE PRÉCÉDENTE

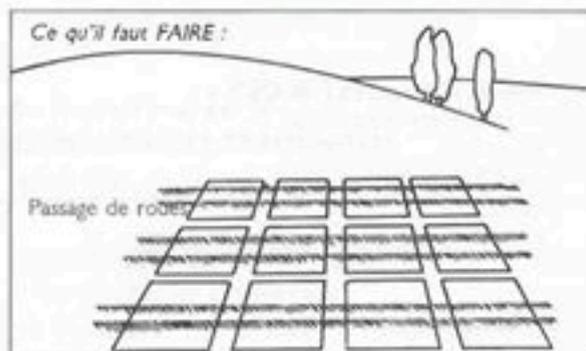


# Préparer le lit de semences

Cas d'un essai à semer

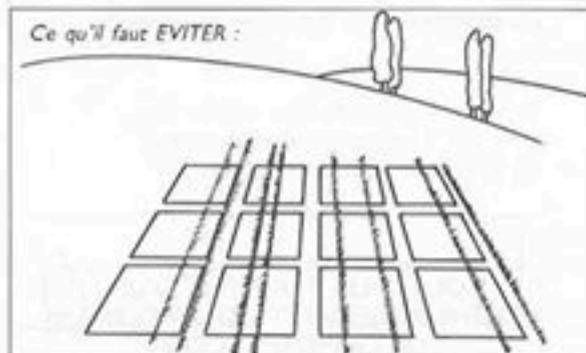
- Ne jamais faire tourner le tracteur et les outils à l'intérieur du périmètre de l'essai.

Ce qu'il faut FAIRE :



Toutes les parcelles d'un bloc doivent être influencées **DE LA MÊME FAÇON** par le travail du sol et surtout par le passage des roues de tracteur.

Ce qu'il faut EVITER :



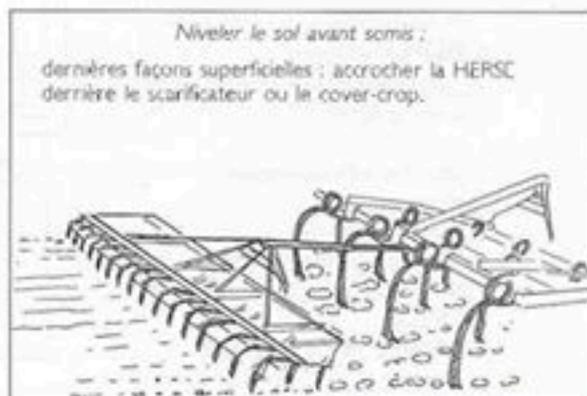
Attention : la préparation du lit de semences doit se faire **PERPENDICULAIREMENT** au sens prévu pour les **LIGNES DE SEMIS**.

Ceci est **IMPÉRATIF** si les parcelles élémentaires de l'essai sont petites (inférieures à 30 mètres carrés)

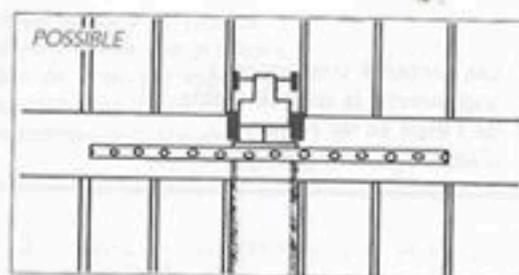
Les lignes de semis de l'essai sont perpendiculaires au travail du sol :

Éviter les « ondulations » du sol pour garantir — partout — la même profondeur de semis.

**NIVELER LE SOL** avant le semis.

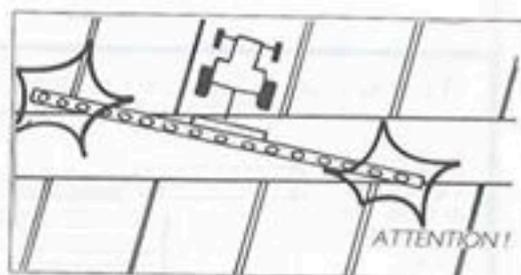
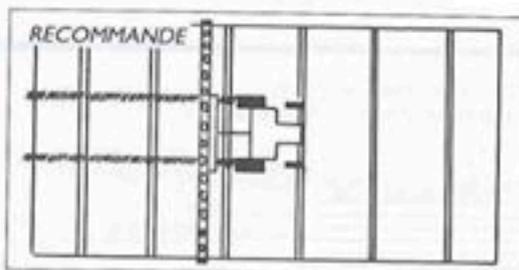


## Des angles droits dans les essais : ...



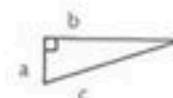
### POURQUOI DES ANGLES DROITS ?

... pour prévoir par exemple l'arrêt de toute la rampe du pulvérisateur entre les blocs, ou dans les allées.



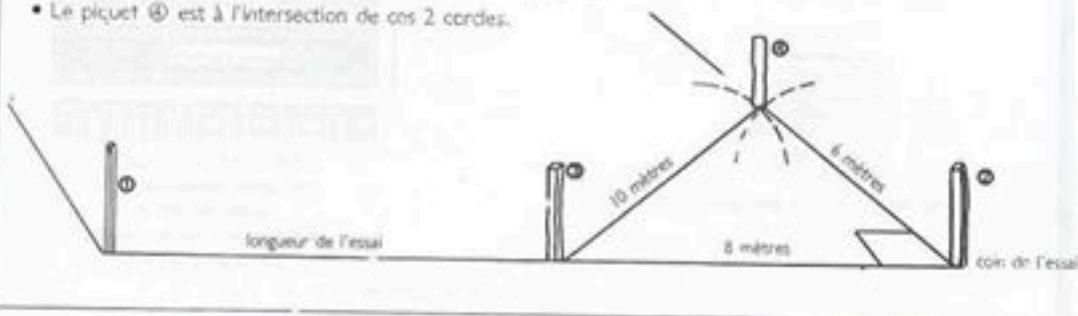
### POUR FAIRE UN ANGLE DROIT, dans le champ, sans équerre optique

Utiliser des piquets, le ruban mètre, l'œil, ... et LE THÉORÈME DE PYTHAGORE



$$a^2 + b^2 = c^2$$

- Aligner à l'œil les piquets ① ② ③ sur la longueur de l'essai
- Les piquets ② et ③ sont distants de 8 mètres
- Tracer au sol un cercle de rayon 10 m à partir du piquet ③
- Tracer au sol un cercle de rayon 6 m à partir du piquet ②
- Le piquet ④ est à l'intersection de ces 2 cordes.



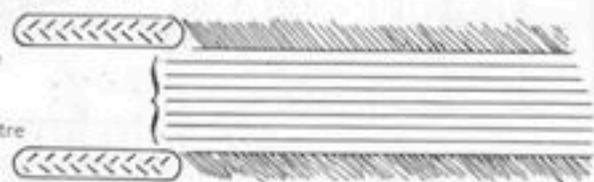
## Les dimensions d'une parcelle

Les dimensions d'une parcelle élémentaire dépendent du semoir utilisé et du matériel de récolte :

Les parcelles trop grandes augmentent la surface totale de l'essai et les risques d'hétérogénéité (sol, pente, ...)

- 1 Si utilisation d'un SEMOIR D'EXPÉRIMENTATION (type Oyard ou Hegé), et d'une MOISSONNEUSE-BATTEUSE d'expérimentation (Hegé ou Wintersteiger)

LARGEUR :  
6 à 10 lignes de semis, entre les roues du tracteur (écartement entre lignes à régler avant le semis)



LONGUEUR :  
semis de 8 à 12 m pour une récolte de 6 à 10 m

La trace de roue correspond à l'interparcelle

- 2 Si utilisation d'un SEMOIR AGRICOLE ou parcelles découpées dans un champ semé par l'agriculteur et d'une MOISSONNEUSE-BATTEUSE d'expérimentation (Hegé, Wintersteiger, ...)

12 m semis  
3 m  
récolte 10 m

Récolter toute la parcelle

2,50 m  
à  
3 m



PARCELLE DÉCOUPEE  
perpendiculairement aux  
lignes de semis  
Récolte en pleine coupe  
(environ 1,30 m)

Les parcelles trop petites risquent de ne pas produire assez de grain par rapport aux capacités de la moissonneuse-batteuse.

Mais il faut surtout penser au désherbage, à l'apport d'azote sur TOUT L'ESSAI : PRÉVOIR LE PASSAGE du pulvérisateur ou de l'épandeur en fonction de la longueur de la rampe d'épandage...

- 3 Si utilisation d'un SEMOIR et d'une MOISSONNEUSE-BATTEUSE AGRICOLES (grandes parcelles), il faut récolter au moins 50 à 100 kg de grain par parcelle

Si le rendement moyen est de

10 quintaux/ha

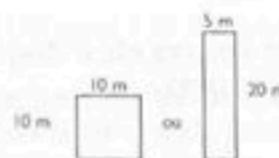
Ces 50 kg de grain sont obtenus sur une parcelle de 500 m<sup>2</sup>



Si le rendement moyen est de

50 quintaux/ha

Ces 50 kg de grain sont obtenus sur une parcelle de 100 m<sup>2</sup>



... En général, la largeur d'une parcelle correspond à un multiple de la largeur du semoir utilisé.

# Le traçage de l'essai

Cas d'un essai à semer  
(essai variétés, dates, densités,...)

- Aligner un côté de l'essai parallèlement à un côté du champ

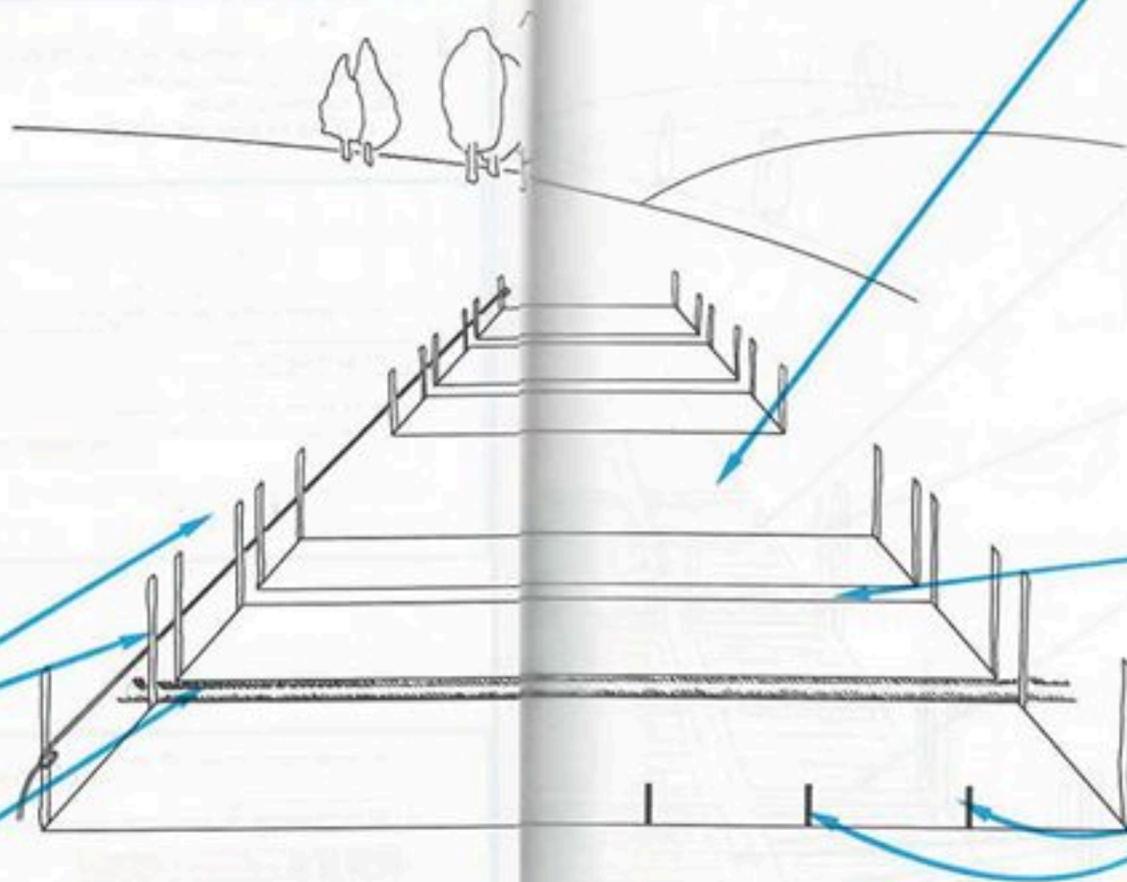
- Éviter les bords de champ, les fourrières, les endroits où le tracteur a souvent tourné.

- Faire des angles droits et mesurer.

- Mettre des piquets à chaque coin de l'essai.

- Mettre des piquets à chaque limite de blocs.

- Tracer les limites de blocs et les allées avec la corde et du plâtre ou en faisant rouler un tracteur (la trace des roues marquera la limite entre les blocs).



- Laisser de GRANDES ALLÉES entre les essais surtout s'ils étudient des espèces végétales différentes.

Des grandes allées (6 à 8 m) entre les essais pour faire tourner les outils, le tracteur, le pulvérisateur, la moissonneuse-batteuse, ...

... penser au désherbage par exemple,

... penser à la récolte de l'orge AVANT celle du blé, etc.

Normalement, on ne doit récolter qu'un seul essai à la fois.

- Des grandes allées (6 à 8 m) entre blocs pour faire tourner le tracteur et le semoir (cas des essais semés avec le matériel agricole).

- Éventuellement, mettre des piquets à l'emplacement de chaque parcelle (semis avec un semoir agricole par exemple)

Ce marquage des parcelles est inutile dans le cas d'un semis « petites parcelles » fait avec le semoir « en continu » type OYORD ou HEGÉ : Le tracteur revient en suivant la marque de roue.

# Le découpage d'un essai

Dans une parcelle en végétation  
(essai désherbage, azote, etc...)

- Certains essais peuvent être mis en place au printemps  
essai « azote »  
essai « désherbage »

- Pour bien répondre à la question posée par le protocole, on peut **CHOISIR UN CHAMP EN VÉGÉTATION** pour installer l'essai

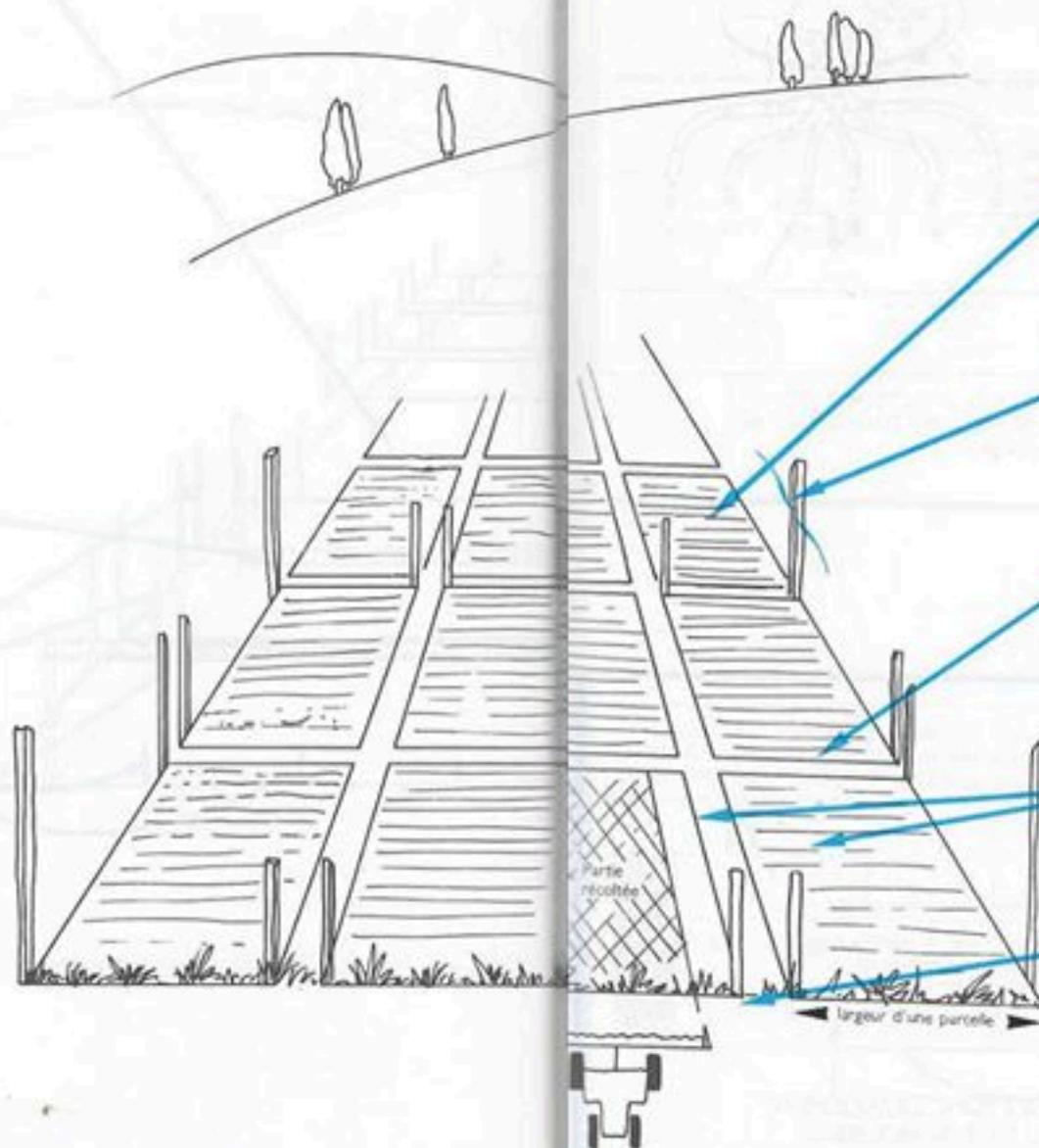
... étudier les apports d'azote dans un semis tardif et dense...

... étudier le désherbage dans un champ sale...

- Il faut alors **DÉCOUPER LES PARCELLES** de l'essai dans le champ choisi :

Attention aux effets de bordure surtout dans les essais « AZOTE » : l'effet de l'azote déborde du périmètre d'épandage :

Prévoir des allées suffisamment larges (50 cm) entre parcelles ou récolter « pleine coupe » à l'intérieur des parcelles.



- Choisir un champ représentatif...

- Choisir un endroit homogène : c'est l'état de la végétation qui traduit le mieux cette homogénéité...

- En règle générale, la longueur des parcelles élémentaires de l'essai est **PERPENDICULAIRE AUX LIGNES DE SEMIS**

c'est-à-dire que les « blocs » sont dans le sens du semis : toutes les parcelles du bloc contiennent le même nombre de lignes de semis.

- Laisser des allées entre les blocs et les parcelles pour mieux repérer les parcelles avant d'épandre l'azote (essai azote) ou d'effectuer le désherbage (essai désherbage)

- Toutes les parcelles élémentaires ont la même surface. Mesurer.

- Prévoir une largeur de parcelle plus large que la **BARRE DE COUPE** de la moissonneuse-batteuse.

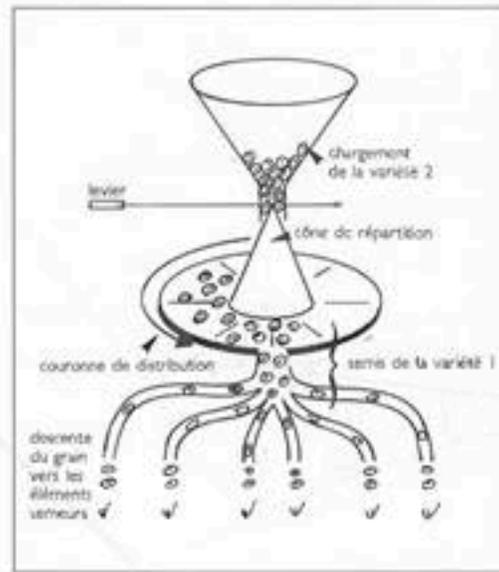
A la récolte : faire une « pleine coupe » par parcelle (perpendiculairement aux lignes de semis). Les parties récoltées auront toutes la même surface...

# Le semis avec le semoir en continu

Certaines stations expérimentales sont équipées avec des semoirs en continu type OYORD ou HEGÉ, etc.

Ce semoir permet de semer des petites parcelles de 2, 4, 6 ou 8 lignes de semis sur une longueur allant de 2 à 20 mètres...

Quand le semoir sème une variété, on charge la variété suivante. On peut semer plusieurs variétés en continu sans arrêter et sans nettoyer le semoir.

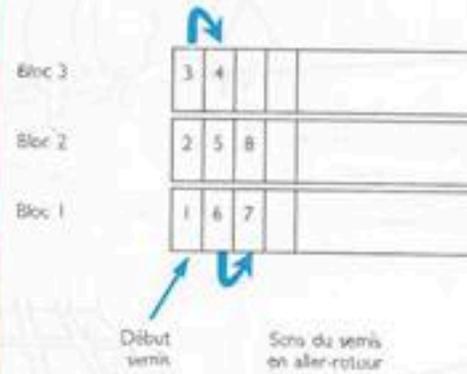


▶ Diminuer au maximum l'écartement entre les parcelles pour éviter les effets de bordure.

ÉQUIPER LE TRACTEUR AVEC DES ROUES « BETTERAVIÈRES » de faible largeur.

• La quantité de semences de chaque parcelle élémentaire est PRÉPARÉE AVANT LE SEMIS et mise dans un sachet numéroté ou codé (nom ou numéro de la variété, de la densité, de l'essai, ...)

- Raisonner en nombre de grains par mètre carré.
- Mesurer le poids de 1 000 grains de chaque variété pour
- Peser la quantité de semences à mettre dans chaque sachet pour la surface de semis désirée



A l'aide du plan de l'essai, les sachets sont mis dans l'ordre du semis :

VÉRIFIER L'ORDRE DES SACHETS AVANT LE DÉMARRAGE DU SEMOIR, à chaque approvisionnement.

PRÉVOIR UNE LONGUEUR DE SEMIS SUPÉRIEURE À LA LONGUEUR RÉCOLTÉE

environ 12 mètres de semis...  
... pour une découpe des parcelles et une récolte de 10 mètres.

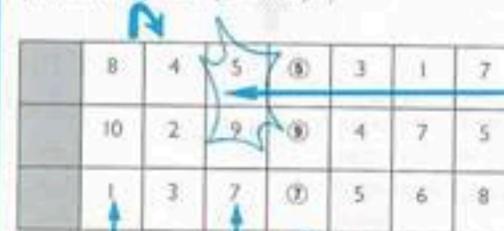
- Régler le semoir sur un chemin sans cailloux.
- Marquer les limites des blocs pour déclencher régulièrement le semoir.
- Le tracteur roule à la même vitesse sur toute la longueur du semis

• Revenir roue dans roue pour conserver l'alignement.

3	4	
2	5	
1	6	7

VÉRIFIER LE BON RÉGLAGE et LE BON FONCTIONNEMENT EN SEMANT D'ABORD LES PARCELLES DE BORDURE

Pour tout type d'essai  
EMMENER UNE SÉRIE DE SACHETS SUPPLÉMENTAIRES (toute une répétition par exemple)



EN CAS D'ERREUR AU SEMIS, (semis sur sol humide, tube de descente bouché, sachets renversés ou mélangés, ...) il faut RECOMMENCER TOUTE LA LIGNE puis reprendra normalement le semis de l'essai.

## Le semis avec le semoir agricole

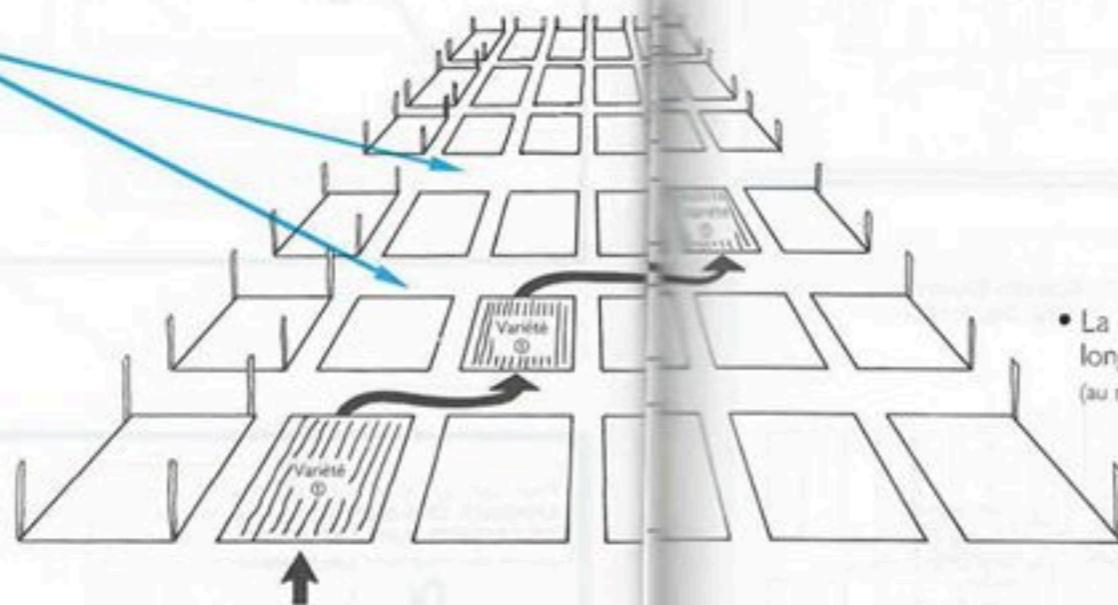
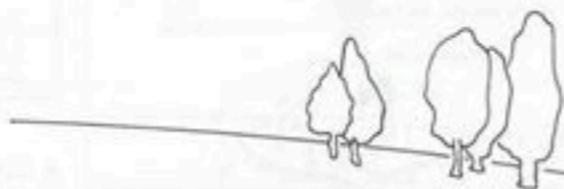
Dans un essai « variétés »,  
ou « densités de semis », etc.  
semé avec un semoir agricole,

il faut semer toutes les répétitions  
avant de nettoyer le semoir,  
de changer de variétés,  
et de changer de réglage.

- Prévoir et laisser des allées  
suffisamment larges (6 à 8 m)  
pour faire manoeuvrer  
le tracteur et le semoir

- Mettre des piquets aux coins  
de toutes les parcelles  
pour les retrouver rapidement  
à l'aide du plan

- Le tracteur doit conserver  
la même vitesse sur toute  
la longueur de semis



AVANT DE SEMER L'ESSAI,

il faut

**RÉGLER LE SEMOIR**

pour chaque variété, ou chaque densité  
en fonction de la densité désirée.

Raisonner en grains par mètre carré.

Régler le semoir dans une cour ou sur un  
chemin sans cailloux en comptant les grains  
réellement « semés » sur la ligne de semis.

- La longueur semée doit être nettement supérieure à la  
longueur récoltée  
(au moins 2 Mètres de chaque côté) :

... au départ, le grain ne descend pas  
immédiatement.

... à l'arrêt du semoir, tout le grain  
contenu dans les tubes de descente  
tombe au même endroit.

- A chaque changement de variété,  
ou après un nouveau réglage,  
faire tourner manuellement la roue motrice  
du semoir pour faire tomber le grain dans  
l'allée.

★ Essai « densité » : **COMMENCER PAR LA DENSITÉ FAIBLE**  
et finir par la densité la plus forte.

# Le désherbage, l'apport d'azote,...

sur l'ensemble de l'essai

Un essai « variétés », ou un essai « densités de semis », doivent être désherbés et fertilisés correctement.

**TOUTES LES PARCELLES  
D'UN MÊME BLOC DOIVENT  
ÊTRE « TRAITÉES »  
DE LA MÊME FAÇON**

Pour calculer les dimensions et la disposition des parcelles de l'essai, il faut aussi

## PRÉVOIR LES PASSAGES

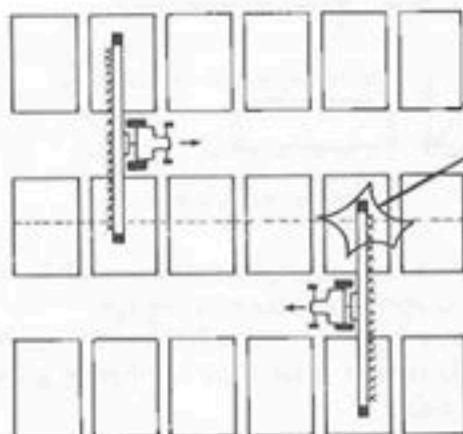
du pulvérisateur ou de l'épandeur d'engrais...

## PETITES PARCELLES . En règle générale :

ÉVITER DE ROULER  
DANS LES PARCELLES

ROULER DANS LE  
SENS DES BLOCS

Prévoir, dès l'écriture du plan, la longueur des parcelles et la largeur des allées pour permettre le passage du tracteur et le traitement homogène de toutes les parcelles.

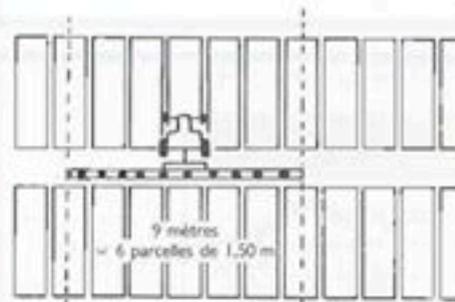


Éventuellement boucher les jets extrêmes de la rampe pour ne traiter qu'une demi-parcelle... l'autre moitié sera traitée au retour.

### GRANDES PARCELLES . En règle générale :

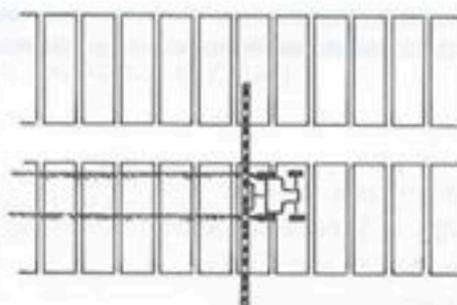
- Le tracteur roule perpendiculairement aux lignes de semis pour que toutes les parcelles soient traitées de la même façon.
- Mettre des piquets d'alignement pour indiquer le passage du tracteur.

Toléré mais dangereux :  
ROULER LE LONG DES PARCELLES  
exemple largeur parcelle : 1,50 m



- Le tracteur peut rouler dans le sens des parcelles si le tracteur qui a semé est le même que celui portant le pulvérisateur.
- La rampe utile doit couvrir un nombre entier de parcelles.  
(exemple : 9 m = 6 parcelles de 1,50 m)

Recommandé :  
FAIRE UN EFFET « BLOC »



- Le tracteur peut rouler dans les parcelles à condition que **TOUTES LES PARCELLES D'UN BLOC** soient affectées de la même façon.
- À concevoir en écrivant LE PLAN DE L'ESSAI...

# Essai Fertilisation : pandage de l'engrais

cas d'un engrais solide », poudre ou granulé

Le cas des engrais « liquides »

## LA FUMURE DE FOND

Exemple d'un essai  
« Phosphore » ou « Potasse »

En règle générale,  
l'engrais phosphaté ou  
potassique doit être enfoui  
dans le sol, avant le semis

- Il faut tracer l'essai avant la préparation du lit de semences.
- Épandre l'engrais sur les parcelles.
- Enfouir l'engrais en préparant le lit de semences.
- Éventuellement, retracer l'essai si les piquets ont été enlevés avec le passage des outils de travail du sol.

52

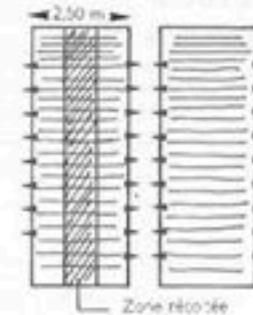
Remarque :  
Dans le cas d'un essai  
**AVEC et SANS ENGRAIS**  
il est plus facile de  
réaliser un dispositif en  
split-plot ou criss-cross...



est équivalent au « désherbage » ... voir pages 51 et 52

## APPORT D'AMMONITRATE SUR PETITES PARCELLES

Les parcelles doivent mesurer  
au moins 2,50 m de large  
pour une récolte de 1,30 à 1,50 m  
**L'AZOTE MIGRE LATÉRALEMENT**

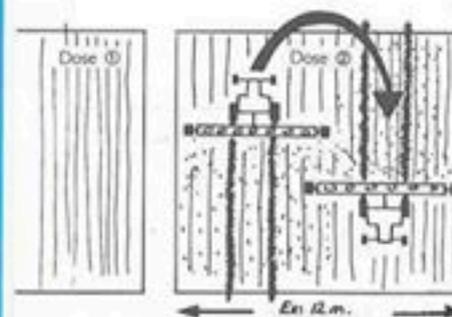


Marcher aussi dans le  
témoin sans azote...

- Préparer à l'avance les doses d'engrais à apporter sur chaque parcelle.
- Épandre à la main, si possible en aller-retour, en saupoudrant pour répartir l'engrais de façon homogène sur toute la surface.

53

## APPORT D'AMMONITRATE SUR GRANDES PARCELLES



- Connaître le réglage de l'épandeur pour chaque dose à apporter.
- Épandre l'engrais sur les parcelles selon le plan retenu.
- Faire rouler le tracteur et l'épandeur à vide dans les parcelles-témoins sans azote.

# Essai Désherbage (ou autres

Cas d'un essai Désherbants

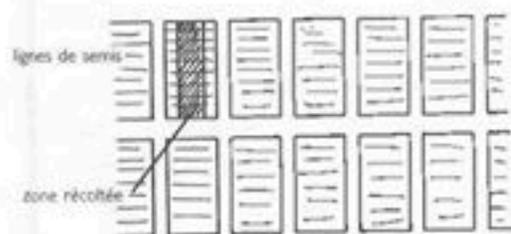
# produits phytosanitaires)

Fongicides, Insecticides, etc...

**CHOISIR LE CHAMP**  
en fonction du protocole  
et de la question posée :

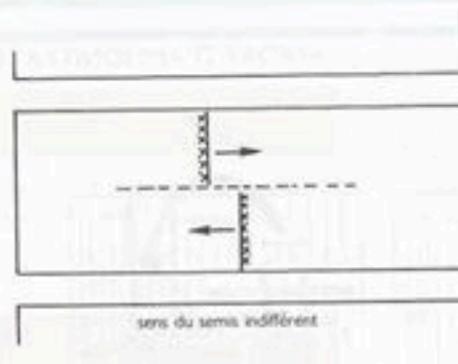
Exemple d'essais DÉSHERBAGE	Essai <b>EFFICACITÉ</b> de produits	➔	<b>CHOISIR UN CHAMP SALE</b> avec une flore adventice la plus large possible, ou à base de graminées seules, ou à base de dicotylédones...
	Essai <b>SÉLECTIVITÉ</b> ou agressivité des produits sur la plante cultivée	➔	<b>CHOISIR UN CHAMP PROPRE</b>

En règle générale, l'essai est **DÉCOUPÉ**  
dans un champ semé par l'agriculteur  
(sauf en cas de désherbage de préscmis...):



### PETITES PARCELLES

- Découper des parcelles d'environ 2,50 m de large et de 10 à 12 m de long, pour une récolte prévue en **PLEINE COUPE** (1,30 à 1,50 m).



### GRANDES PARCELLES

- Simplifier : la largeur des parcelles est égale à un multiple (ou un sous-multiple) de la rampe du pulvérisateur.

### • ÉTALONNER LE PULVÉRISATEUR

avant de traiter les parcelles de l'essai.

Contrôler le temps d'écoulement du produit (contrôle avec l'eau seule).

Adapter la vitesse de marche dans la parcelle en gardant le même réglage du pulvérisateur.

### • TRAITER PRODUIT PAR PRODUIT, et parcelle par parcelle.

### • NETTOYER LA CUVE du pulvérisateur après application de **CHAQUE PRODUIT**.

Souvent, il ne faut épandre que quelques grammes ou quelques millilitres de produit sur une **PETITE PARCELLE**.

- ▶ Préparer les doses de produits en **POUDRE AVANT** de réaliser l'essai.
- ▶ Utiliser des pipettes graduées pour doser les produits liquides.

### • Marcher (ou faire rouler le tracteur) dans les parcelles « **TÉMOINS** » non désherbés.

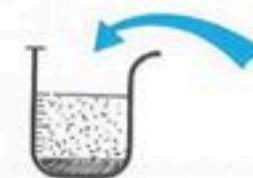


**Petite parcelle :** exemple d'un produit épandu à la dose de 1 l par hectare sur une petite parcelle de 20 m<sup>2</sup> :

Il faut 2 cc de produit...

... PRÉPARER UNE SOLUTION-MÈRE

Sans pipette graduée, mais avec un récipient de 100 cc, gradué de 10 en 10 cc...



Mettre 10 cc de produit  
Ajouter 90 cc d'eau  
Bien agiter.

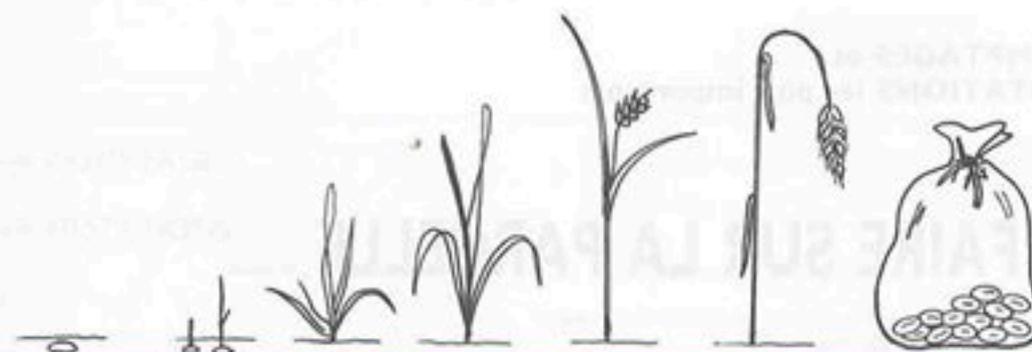


Verser lentement 20 cc de cette solution-mère dans la cuve du pulvérisateur...  
... ou 80 cc s'il y a 4 répétitions !

## COMPTAGES et NOTATIONS les plus importants

### À FAIRE SUR LA CÉRÉALE

C'est l'expérimentateur qui choisit les notations nécessaires et suffisantes à faire sur chaque essai.



#### ① LES COMPOSANTES DU RENDEMENT

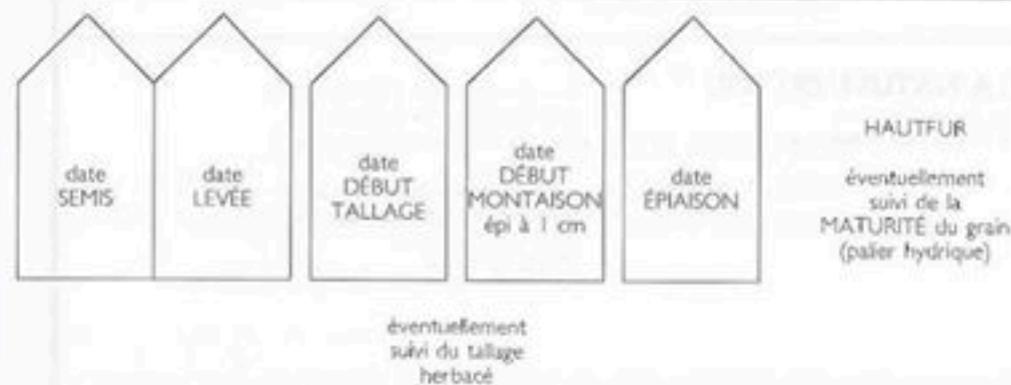
Rendements :

$$\frac{\text{nombre d'épis/m}^2 \times \text{nombre grains par épi} \times \text{poids 1 000 grains}}{\text{grains/m}^2}$$



#### ② LE CYCLE VÉGÉTATIF

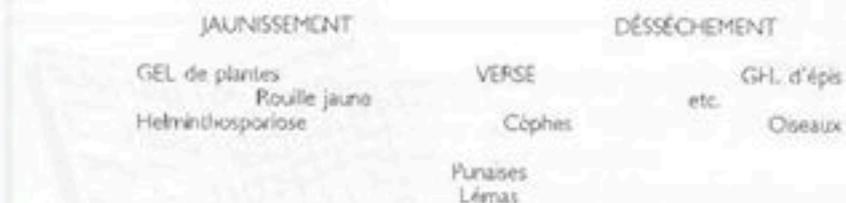
Les stades végétatifs « repères » sont importants pour corréler le cycle végétatif de la plante aux conditions pédo-climatiques



#### ③ LES MALADIES et LES RAVAGEURS

et accidents végétatifs

Tous les problèmes (rencontrés sur la parcelle d'essai) qui peuvent expliquer les potentialités et les différences de rendement entre parcelles.



# Comptages et Notations (suite)

**COMPTAGES et NOTATIONS** les plus importants

## À FAIRE SUR LA PARCELLE d'essai

C'est l'expérimentateur qui choisit les notations nécessaires et suffisantes à faire sur chaque essai :

### ① LES CONDITIONS CLIMATIQUES

Certaines conditions climatiques (gel, sécheresse, orages, ...) peuvent expliquer des ACCIDENTS végétatifs (stérilité, verse, ...) et peuvent expliquer des différences de rendement entre parcelles...

### ② LA NATURE DU SOL et éventuellement L'ANALYSE CHIMIQUE

Les résultats d'un essai ne seront extrapolables que dans les mêmes sols (de la même région).

L'analyse chimique peut indiquer le niveau de richesse minérale. Utile dans les essais FERTILISATION.

### ③ LES MAUVAISES HERBES

Notation obligatoire dans les essais DESHERBAGE. Même notation dans les autres essais envahis par les mauvaises herbes qui peuvent affecter la productivité de quelques parcelles...

LES COMPTAGES,

LES NOTATIONS

et

TOUTES LES OBSERVATIONS

effectués sur les parcelles d'un essai

SONT UTILES et OBLIGATOIRES :

- **POUR COMPRENDRE** les résultats obtenus et les différences parcelles.
- **POUR REGROUPER** les essais de même nature pour en dégager la synthèse.
- **POUR EXTRAPOLER** les résultats et garantir le conseil aux agriculteurs.



Inscrire toutes les notations et tous les résultats sous une forme synthétique. Cette fiche pourra être utilisée ultérieurement (synthèse d'essais, ...).

## Nombre de grains semés

### COMPTAGES

#### PETIT SEMOIR EXPÉRIMENTAL

semoir en continu type Hégé, Oyord...

Avant le semis des petites parcelles, les quantités de grain ont déjà été préparées et mises en sachet (page 47)

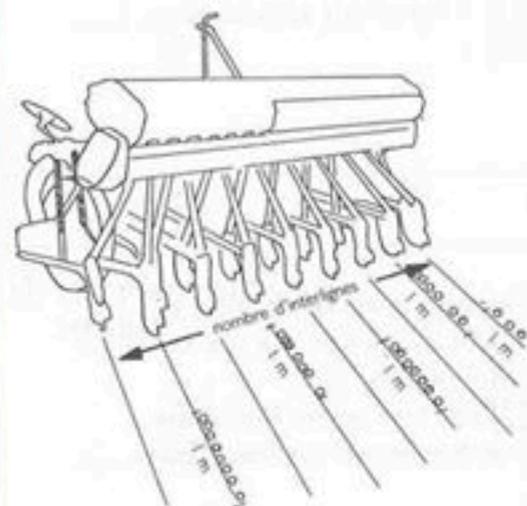
En connaissant la quantité de grain, le poids de 1 000 grains de la semence...

... et en vérifiant la surface réellement semée après réglage du semoir,

on connaît précisément le nombre de grains semés (par mètre carré).



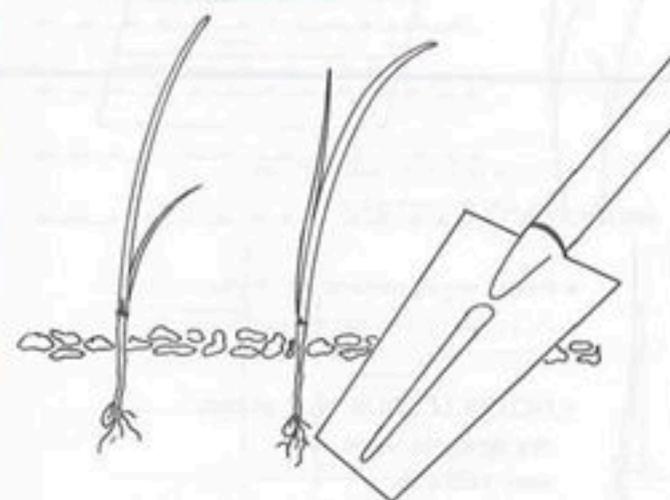
#### SEMOIR AGRICOLE



- Il faut régler le semoir dans une cour ou un chemin en comptant le nombre de grains réellement semés.
- Faire les comptages de grains sur 10 mètres linéaires (1 mètre par ligne de semis).
- La distance entre socs (ou disques) extrêmes et le nombre d'interlignes indique l'écartement entre lignes de semis.
- Quantifier la densité de semis en nombre de grains par mètre carré.

## Profondeur de semis

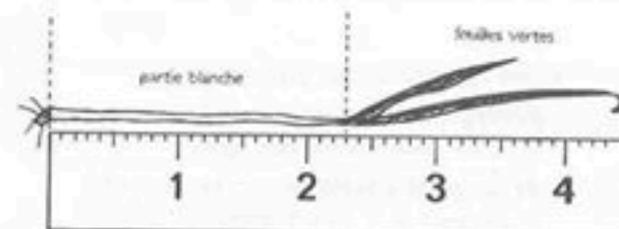
### NOTATIONS



- La profondeur de semis se mesure **APRÈS LA LEVÉE** au stade 1 à 2 feuilles.

- Prélever 20 à 50 plantes au hasard, dans toute la parcelle, sur plusieurs lignes de semis.

- Nettoyer les plantes (secouer légèrement ou mettre sous le robinet si besoin).



exemple : 23 mm

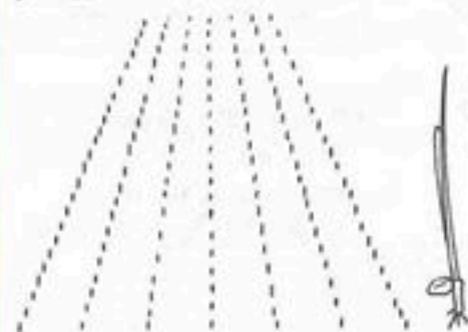
- Mesurer avec la règle graduée la distance qui sépare le grain de la partie verte des feuilles.

La partie souterraine de la plante reste blanche (sans chlorophylle).

- Faire la moyenne de toutes les mesures correspondant aux plantes d'une même parcelle d'essai.

## COMPTAGES et NOTATIONS

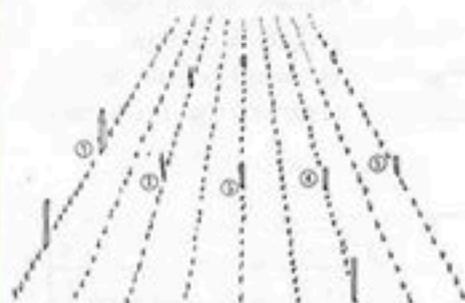
### NOTATION SIMPLE



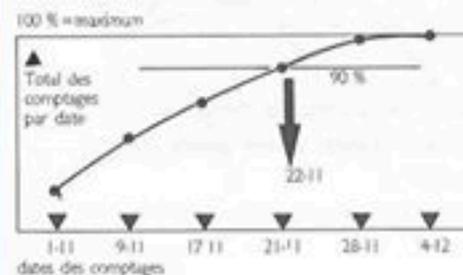
- Cette notation suffit en cas de semis homogène.
- Passer régulièrement sur le site de l'essai (2 fois par semaine).
- **NOTER LE JOUR** où la plupart des lignes de semis sont **VISIBLES**.

### NOTATION PRÉCISE

Vitesse de levée

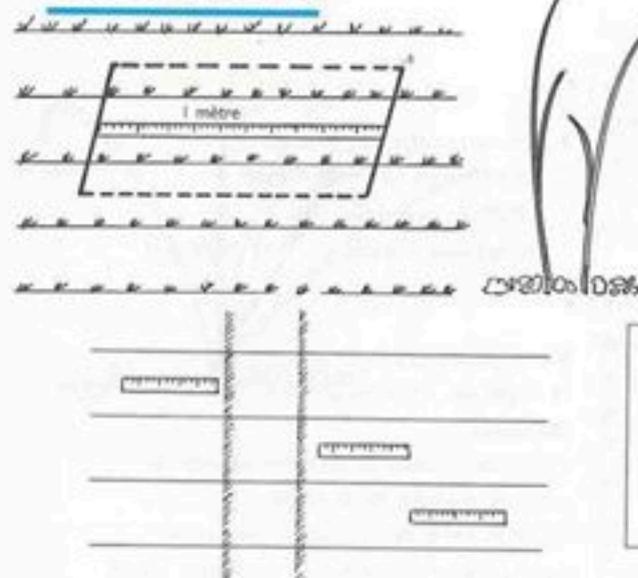


- Notation très utile si le semis est hétérogène (sol sec, motteux, semis profond, etc.).
- Dès l'apparition des premières plantes, repérer (avec des piquets) 10 à 12 placettes sur des lignes de semis différentes (1 placette = 1 ou 2 mètres linéaires).
- Compter régulièrement les plantes apparues dans ces placettes, jusqu'à stabilité des comptages.



- On considère que la date de levée correspond à 90 % de plantes levées en moyenne.

## COMPTAGES



- **AU STADE 2 FEUILLES** (quand la plante talle, il est difficile de compter).
- Poser une règle de 1 mètre entre 2 lignes de semis (au hasard).
- Compter les plantes de part et d'autre de cette règle.

Faire 3 comptages (en diagonale) pour chaque parcelle de l'essai (soit 6 mètres linéaires par parcelle).

**NE PAS COMPTER** — sur les rangs de bordure  
— à l'emplacement des roues de tracteur.

- Faire la moyenne des comptages par parcelle, puis par traitement identique (variété, densité, etc.) et indiquer le nombre de plantes par m<sup>2</sup> en fonction de l'écartement entre lignes de semis.

### CAS PARTICULIERS :

**EMPLOI D'UN CADRE** (50 cm x 50 cm) à la place de la règle de 1 m



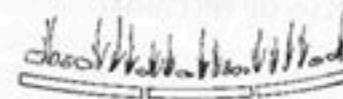
Semis à la volée



Semis en lignes

- 4 comptages (1 m<sup>2</sup>) par parcelle.
- Poser le cadre en « diagonale » par rapport aux lignes de semis.

**SEMIS HÉTÉROGÈNE SUR LA LIGNE DE SEMIS** (ondulations, manque à la levée)



- Augmenter la longueur des comptages (doubles ou triples).
- Petite parcelle : mettre une règle de 3 m au centre de la parcelle et compter de part et d'autre (éventuellement 1 rang sur 6 mètres si forte hétérogénéité sur la ligne).

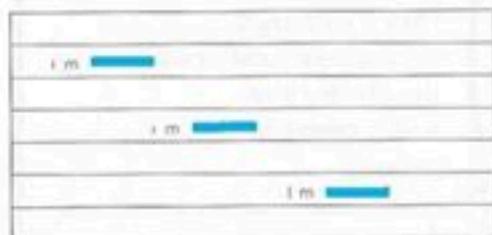
# Nombre de plantes/m<sup>2</sup>

En sortie d'hiver

## COMPTAGES

En cas de fortes gelées hivernales ou en cas d'hydromorphie... etc...

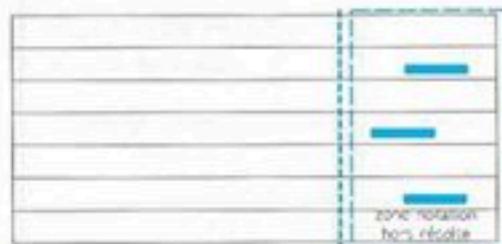
- Les comptages de plantes sont réalisés selon la même méthode que celle des comptages « levée ». [Voir page 63].



Poser 3 fois, au hasard dans la parcelle, la règle de 1 mètre linéaire, entre deux lignes de semis.

Compter toutes les plantes situées de part et d'autre de la règle.

Faire le total et calculer la moyenne par traitement. Ramener au mètre carré.



### MAIS ATTENTION :

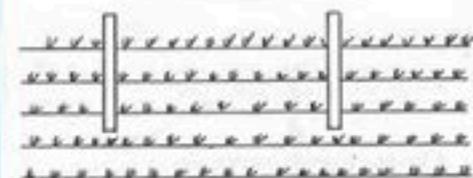
En sortie d'hiver, les plantes ont souvent atteint un stade végétatif développé (tallage). Le comptage des plantes est lent et difficile.

Il faut souvent **ARRACHER**

**TOUTES LES PLANTES POUR LES COMPTER.**

## ► PRÉVOIR ALORS UNE ZONE NOTATION NON RÉCOLTÉE ou un bloc supplémentaire.

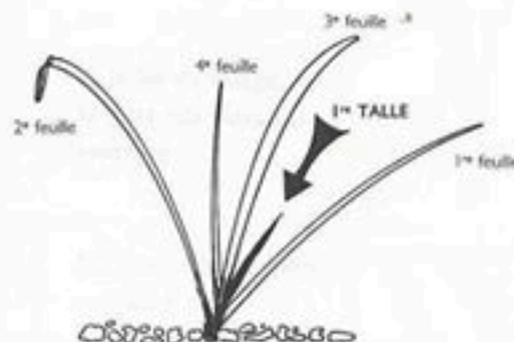
### Pour PLUS DE PRÉCISION :



- Laisser les piquets aux emplacements choisis pour les comptages « LEVÉE »
- Compter à nouveau, aux mêmes emplacements — en SORTIE D'HIVER —.
- La différence traduit la notion de **PERTES** hivernales (ramener en pourcentage du nombre de plantes, levées).

# Stade début-tallage

## NOTATIONS



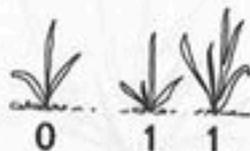
- Le premier tallo primaire apparaît à la base de la première feuille... ... avec l'apparition de la 4<sup>e</sup> feuille du brin-maître.

- On considère que le stade **DÉBUT TALLAGE** est atteint quand la moitié des plantes laissent apparaître le premier tallo (dès qu'il est visible).

### NOTATION SIMPLE

- Passer régulièrement sur les parcelles.
- Noter le jour où le premier tallo est visible sur la plupart des plantes.

### NOTATION PRÉCISE



- Dès l'apparition du 1<sup>er</sup> tallo sur quelques plantes,
- 1 (à 2) fois par semaine,
- Arracher 20 plantes au hasard, sur plusieurs lignes de semis...
- Noter  si la plante est sans tallo et  si le tallo est visible.

Indiquer le jour où 50 % des plantes sont notées .

## Suivi du tallage herbacé

### NOTATIONS

- Notation difficile sur ORGE à cause de l'apparition de nombreux talles primaires et secondaires.
- Le dénombrement devient difficile à la fin de la période « Tallage »...

#### SUIVI du TALLAGE PRIMAIRE

Le plus utile, car en conditions de culture, les épis sont souvent issus du brin-maître et des talles primaires seuls.

- Dès l'apparition du premier talle sur quelques plantes.
- Tous les 15 jours environ.
- Arracher 20 plantes au hasard dans la parcelle sur plusieurs lignes de semis.
- Noter 0 si la plante n'a pas de talles.  
1 si la plante porte 1 talles primaires.  
2 si la plante porte 2 talles primaires, etc.
- Faire la moyenne par date et reporter sur un graphique...

★ COMPTABILISER LE BRIN-MAÎTRE À PART

Tallage primaire

+ Talles secondaires



exemples : moyenne 1,3  
20 plantes



3,1 (talles secondaires non comptés)

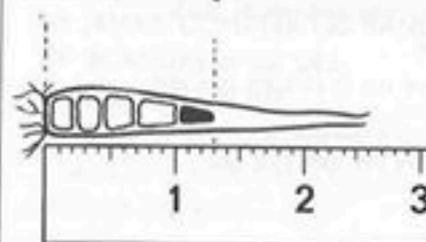
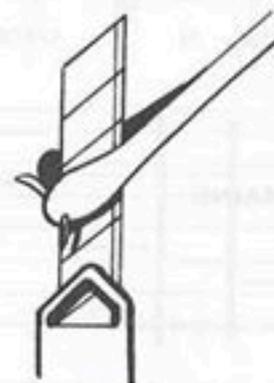
## Stade début-montaison

(Stade épi à 1 cm)

### NOTATIONS

A la fin du tallage, le port des plantes se redresse...

Mais ce redressement « visuel » ne signifie pas forcément que l'épi commence à monter dans la tige...



exemple : 13 mm

Avant de « décoller » et de monter, l'épi est déjà à 5 mm du plateau de tallage !...

- Prélever 20 maître-brins au hasard dans la parcelle (sans casser la base).

- Couper les racines juste à la base du plateau de tallage.

- Couper les tiges dans le sens de la longueur à partir du plateau de tallage (lame de rasoir, ...).

- Mesurer en millimètres, la distance qui sépare la base du plateau de tallage au sommet de l'épi.

- Faire la moyenne et dater.

- Faire plusieurs fois (1 fois par semaine) cette mesure pour bien encadrer le stade moyen ÉPIS à 1 cm : c'est lui qui indique le **STADE DÉBUT MONTAISON**.

# Stade épiaison

## NOTATIONS

Le stade « épiaison » est atteint quand 50 % des tiges ont leur épi dégagé.



### D'ABORD APPRENDRE LES STADES-REPÈRES (échelle de BAGGIOLINI)



### ENSUITE, 1 à 2 FOIS PAR SEMAINE :

Dates notations

	6-05	11-05	15-05	19-05	24-05
Variété 1	L	MN	N	O	
Variété 2	L	LM	M	N	O
Variété	M	N	NO	O	

• Passer devant chaque parcelle.

• Indiquer globalement le stade repère observé sur la plupart des épis.

On peut noter un code intermédiaire LM, NM, NO, etc.

DATES D'ÉPIAISON (exemples)

Variété 1	Variété 2	Variété 3
17 Mai	21 Mai	15 Mai

• La DATE D'ÉPIAISON est le jour où le stade **NO** est atteint.

Essai **VARIÉTÉS** : Noter précisément l'essai le plus proche...  
.. dans les autres sites, le classement variétal est le même.

# Nombre d'épis/m<sup>2</sup>

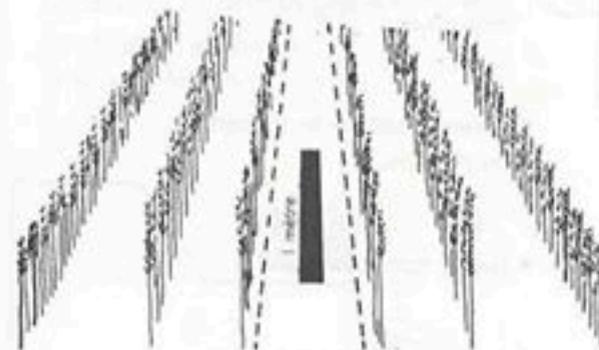
## COMPTAGES

C'est la composante du rendement la plus explicative (dans la plupart des thèmes d'essai). Il faut la noter **AVEC PRÉCISION**.

• Au stade pleine épiaison à maturité (comptages plus aisés quand les feuilles se dessèchent).

• Poser une règle de 1 mètre entre 2 lignes de semis choisies au hasard.

• Compter tous les épis situés de part et d'autre de la règle.



• Faire 3 comptages (en diagonale) pour chaque parcelle de l'essai.

soit 6 mètres linéaires par parcelle et 18 mètres par traitement en comptant 3 répétitions au moins.

### NE JAMAIS COMPTER LES RANGS DE BORDURE et sur DES PASSAGES DE ROUE

Les rangs de bordure peuvent « fabriquer » 2 fois plus d'épis que les rangs intérieurs

• Faire la moyenne des comptages et ramener en nombre d'épis par m<sup>2</sup> en fonction de l'écartement entre ligne de semis.

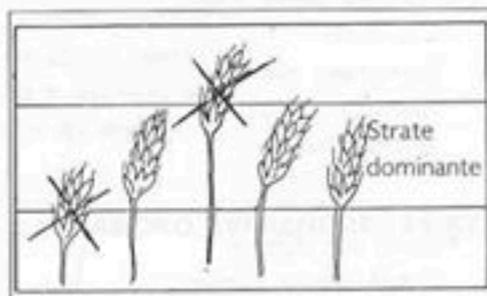
**ATTENTION** - aux tiges de graminées adventices quand l'essai n'est pas desherbé (Folle avoine, ...).

**COMPTER À MI-HAUTEUR** des plantes... pour vérifier qu'il y a bien un épi au sommet de la tige (éviter les petits épichons).

Comme pour les comptages « levée », il faut augmenter la longueur de la règle si la répartition des épis semble HÉTÉROGÈNE sur la ligne.

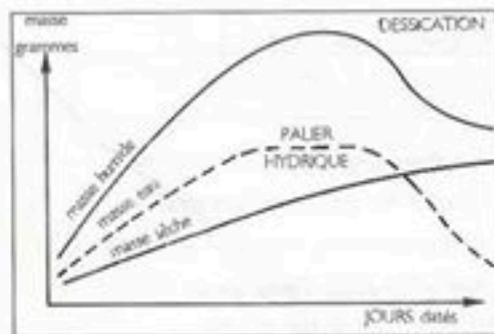
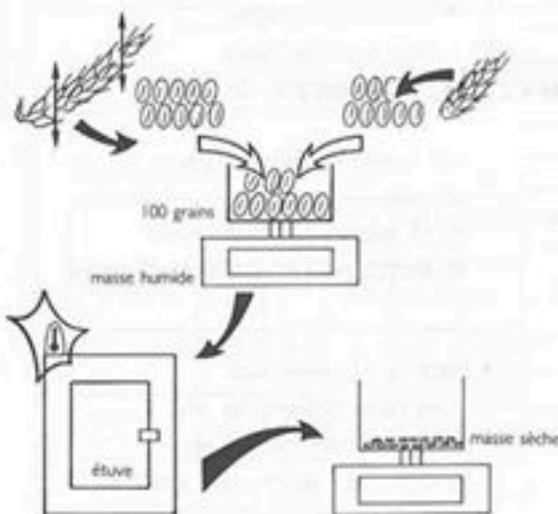
# Suivi de la maturité (Palier hydrique)

## MESURES



NE PAS LAISSER SÉCHER  
LES ÉPIS OU LES GRAINS

AGIR TRÈS RAPIDEMENT  
(Mettre les épis dans un sachet  
plastique pendant le transport).



- 2 fois par semaine.
- Prélever dans la parcelle d'étude 10 épis au hasard.  
10 épis de la strate dominante de la culture.
- Éliminer (casser) les extrémités de ces épis.
- Battre manuellement.
- Isoler 10 grains sur la partie restante de chaque épi.
- Mélanger les 100 grains.
- Peser avec précision la masse humide de ces grains. (Balance au 1/100<sup>e</sup> de gramme)
- Mettre à l'étuve. (24 Heures à 110°C).
- Peser la matière sèche de ces 100 grains.

La différence donne la masse d'eau contenue dans les grains à la date de prélèvement.

L'humidité du grain est donnée par le rapport masse d'eau sur masse humide (ramener en %).

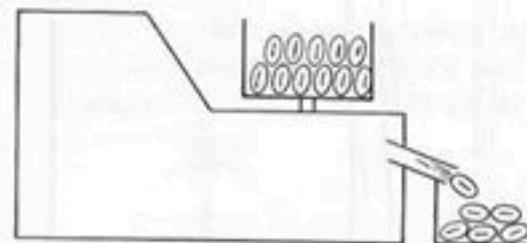
# Poids de 1000 grains

## MESURES

Dans la plupart des essais, cette mesure peut se faire sur le grain issu de la RÉCOLTE « MOISSONNEUSE-BATTEUSE » à condition d'éviter les grains cassés et les graines de mauvaises herbes...

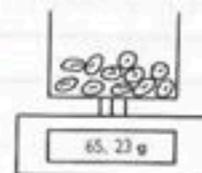


Échantillon pour humidité et pour poids de 1 000 grains.



- Mettre environ 1 000 à 1 200 grains dans le bol du compteur. Préparer à l'avance une mesure-type qui contient environ 1 000 grains : petite boîte, touche, ...

- Compter TOUS LES GRAINS contenus dans le bol.



- Peser avec précision l'ensemble des grains comptés.

- Calculer le poids de 1 000 grains (P 1000 G) correspondant.

NOTE	Nombre total grains	Masse totale (g)	P 1000 G (g)
Echantillon 1	1273	57,67	45,3 g
Echantillon 2	1025	46,84	45,7 g

### SI LE GRAIN EST HUMIDE

il faut mesurer l'humidité du grain pour ramener le P1000G à une humidité standard

Sécher la masse de grain à l'étuve 24 heures à 110 °C ou 130 °C et peser la masse sèche

### SI LE GRAIN EST CASSÉ ou SALE

Éliminer manuellement les grains cassés et les graines de mauvaises herbes.

**NE JAMAIS TAMISER** le grain de céréale, au risque de perdre les petits grains...

Maladies...

Présence de mauvaises herbes...

Sensibilité aux désherbants...

Sensibilité au froid... (plantes)

Gel d'épis...

Verse...

- Il faut **PASSER RÉGULIÈREMENT** dans l'essai et noter à la date où le symptôme est **BIEN VISUEL**.

- Noter **À L'AVEUGLE** — sans connaître le traitement de la parcelle notée.

- En général, on note le dégât avec une échelle de notation de 0 à 10.

- |      |  |
|------|--|
| 0 :  | pas de symptômes, ou pas de dégât  |
| 3 :  | 30 % ...   |
| 5 :  | 50 % ...   |
| 10 : | les plantes ou les organes sont, <b>TOUS</b> , totalement détruits ou très affectés... |

**ON NE S'IMPROVISE PAS NOTATEUR...**

... Tous les notateurs doivent pratiquement donner la même note sur une parcelle

- Faire des notations objectives : estimer correctement le pourcentage de feuille attaquée par une maladie par exemple...

**HAUTEUR DE LA PLANTE**

mesure globale



- A maturité.
- Prendre quelques tiges dans la main.
- Mesurer (en cm) la distance entre le sol et le sommet moyen des épis — sans les barbes.
- Répéter la mesure à plusieurs endroits.

Pour plus de précision, mesurer de la même manière, 50 tiges au hasard, une à une.

**NOTE DE VERSE**



Noter toutes les répétitions...

- Noter la totalité de la parcelle.
- Note de verse de 0 à 10.

- |      |  |
|------|--|
| 0 :  | pas de verse   |
| 1 :  | verse légère.  |
| 5 :  | 50 % de la parcelle versée totalement ou parcelle entière penchée à 45°. |
| 10 : | parcelle totalement versée et plantes couchées.                          |

# Présence des mauvaises herbes

Cas des essais « désherbage »

## NOTATIONS

Les **COMPTAGES** des mauvaises herbes se font en priorité dans le **TÉMOIN** non désherbé.

Attendre que toutes les adventices soient apparues... mais quand les comptages sont encore faciles (courant tallage de la céréale).

La **NOTE D'EFFICACITÉ** du désherbant peut se faire à l'épiaison, bien après l'application du dernier produit.

### COMPTER LES MAUVAISES HERBES DANS LA PARCELLE NON DÉSHÉRBÉE

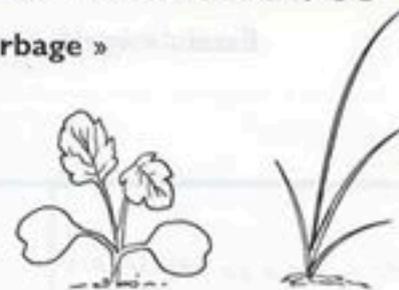
- Compter les populations de mauvaises herbes à plusieurs endroits — entre les lignes de semis par exemple (à 3 ou 4 endroits dans la parcelle). — ou à l'aide d'un cadre de 50 cm x 50 cm.

### ET DANS LES PARCELLES DÉSHÉRBÉES

- Compter chaque mauvaise herbe bien représentée (nombre par m<sup>2</sup>).
- Indiquer la présence (signe +) des mauvaises herbes peu représentées.
- Procéder de la même façon dans chaque parcelle désherbée.

### POUR MESURER L'EFFICACITÉ DU DÉSHÉRBANT

- La différence de populations entre parcelle non désherbée (témoin) et la parcelle désherbée indique la notion d'EFFICACITÉ du produit utilisé (pour chaque mauvaise herbe).



Il est utile de bien **DIFFÉRENCIER** chaque mauvaise herbe.

Ne pas seulement noter le salissement global.

**UNE MÉTHODE DE NOTATION PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE,** mais moins satisfaisante...

- Mettre globalement une note « VISUELLE » d'efficacité (de 0 à 10) par rapport au témoin non désherbé.

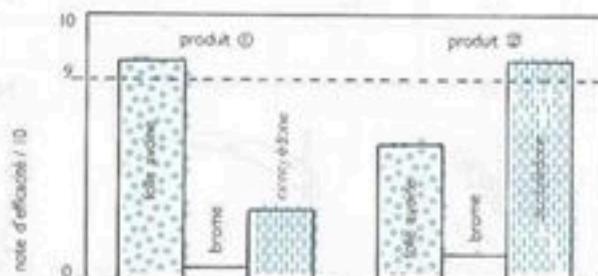
0 : non efficace.  
10 : mauvaise herbe totalement détruite.

- **MAIS**, dans ce cas, il faut quand même chiffrer (nombre au m<sup>2</sup>) les adventices présentes dans la parcelle non désherbée... pour expliquer l'éventuel gain de productivité obtenu avec le désherbant...

### LA NOTION D'EFFICACITÉ

Exemple de 2 produits  
① = produit ANTI-FOLLE-AVOINE.  
② = produit ANTI-DITOTYLÉDONES

- On considère qu'un produit est efficace quand il détruit au moins 90 % de la mauvaise herbe (note d'efficacité de 9 sur 10...).



# Noter les maladies

Essai : « variétés », dates de semis, fongicides,...

## NOTATIONS

### MALADIES DU PIED ou de la base des tiges

piétin verse, fusariose, piétin échaudage, rhizoctone.



- Pour chaque parcelle,
- En début d'épiaison.
- Arracher au moins 25 tiges au hasard.
- Nettoyer éventuellement et compter le nombre de tiges affectées par la maladie.
- Indiquer pour chaque tige atteinte, le degré d'attaque (note de 1 à 10).

### MALADIE DU FEUILLAGE

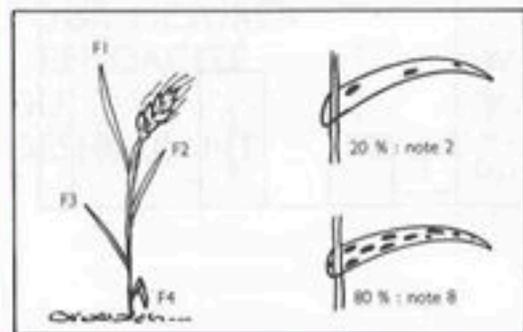
ORGE : ryhchosporiose, Helminthosporiose, Oïdium...

BLE : Oïdium, rouilles, Septorioses,...



- NOTATION SIMPLE :**  
(essais variétés...)
- Noter globalement la présence de la maladie (note visuelle).
  - Noter de 0 (absence) à 10 (plantes complètement affectées).
  - Noter plusieurs endroits dans la parcelle.

- NOTATION PRÉCISE**  
(essais fongicides...)
- Par parcelle, arracher 25 tiges au hasard.
  - Noter chaque étage foliaire de 0 à 10 en fonction du pourcentage de feuille atteinte.
  - Faire les moyennes par parcelle ou par traitement.



### MALADIES DES ÉPIS

fusarioses, septorioses, oïdium, charbons



- NOTATION SIMPLE**
- Noter globalement (note de 0 à 10) l'importance de la maladie dans chaque parcelle.

- NOTATION PRÉCISE**
- Noter 25 épis au hasard dans chaque parcelle.
  - Pour chaque épi, noter de 0 à 10 le pourcentage de surface atteinte.
  - Faire les moyennes par parcelle ou par traitement.

## les notions de FRÉQUENCE INTENSITÉ et QUANTITÉ

- La **fréquence** indique le nombre de tiges (ou feuilles ou épis) atteintes par rapport au nombre total de tiges notées.

- L'**intensité** (notée sur 10) indique la gravité de la maladie sur les tiges ATTEINTES. Diviser le total des notes individuelles par le nombre de tiges atteintes.

	PÉLIN sur pied	ROUILLE sur feuilles	CHARBON sur épi
Tige N° 1	3	4	9
Tige N° 2	—	5	—
Tige N° 3	—	3	9
Tige N° 4	2	1	—
...			
Tige N° 24	—	2	—
Tige N° 25	3	3	9

FRÉQUENCE %	44	96	30
INTENSITÉ /10	3,4	3,1	9
QUANTITÉ /10	1,5	3,0	2,7

- La **quantité** de maladie (notée de 0 à 10) indique la gravité de la maladie sur l'ENSEMBLE de la parcelle.

Diviser le total des notes individuelles par le nombre total de tiges notées (ici 25).

# Interprétation de l'essai

OBSERVER et NOTER  
l'histoire de  
parcelles

## OBSERVATIONS

- Certains phénomènes physiologiques peuvent être observés sur la parcelle d'essai.
- Il faut noter ces phénomènes
  - date d'apparition,
  - importance,
  - durée,
 pour compléter l'interprétation des résultats obtenus à la récolte.

LE VÉGÉTAL RÉAGIT souvent  
AUX CONDITIONS DE MILIEU  
ET DE CULTURE...  
(décoloration, destruction, ...)



Il faut **PASSER RÉGULIÈREMENT**  
sur le site d'essai et  
**NOTER LE PHÉNOMÈNE**  
au moment où il est le plus visible.

Quelques exemples d'observations complémentaires

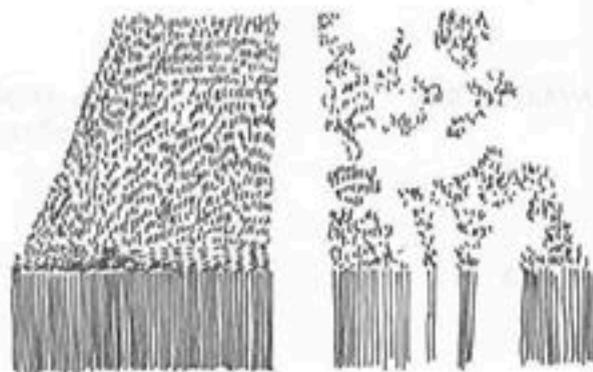
TRAVAIL DU SOL	manque à la levée	(profondeur du semis)
SEMENCES VARIÉTÉS	levée irrégulière levée réduite retard à la levée	(qualité de la semence traitement de semences)
AZOTE	jaunissement dessèchement précoce verse	(manque ou excès d'azote)
FROID	pertes de plantes décoloration du feuillage destruction d'épis stérilité	
SÉCHERESSE	arrêt de la croissance stérilité	
DESHERBAGE	décoloration des feuilles brûlures déformation d'épis	(phytotoxicité).

## OBSERVATIONS

Le but essentiel de l'essai est de comparer des traitements entre eux.

Chaque anomalie relevée dans une parcelle peut compromettre ou influencer son résultat.

Il est impératif de **NOTER** toutes les anomalies observées durant tout le cycle végétatif...



... POUR COMPRENDRE et CORRIGER éventuellement le résultat obtenu.

Il appartient à l'expérimentateur de **VÉRIFIER LA VALIDITÉ** de l'essai et de **CHACUNE DES PARCELLES** de l'essai.



	7	5	8	4	2	
	4	2	6	3	1	5
	1	3	7	5	4	

Exemple : 5 lignes au lieu de 6

... Faire au moins **DEUX EXPERTISES** pour noter la **CONFORMITÉ** de chaque parcelle : l'une à la levée, l'autre à l'épison.

... **NOTER TOUTES LES OBSERVATIONS SUR LE PLAN DE L'ESSAI.**

Quelques anomalies à noter :

PARCELLAIRE

hétérogénéité du site d'essai,

TRAVAIL DU SOL

présence de « ronds »,

effet « travail du sol » en travers de l'essai,

Le végétal lui-même indique visuellement ce type de problème. Noter les parcelles quand le phénomène est le plus visible...

SEMIS

tassement de lignes de semis

panne de semoir (arrêt dans la parcelle)

ligne de semis non semée

LEVÉE

mélange de variétés

intervention au semis.

NOMBRE DE LIGNES DE SEMIS

manque à la levée

densité trop faible

« trous » non semés

dégâts de parasites, de froid, ...

ACCIDENTS, PARASITES et RAVAGEURS

Zones à forte présence de mauvaises herbes non contrôlées.

SALISSEMENT

Écrasement de parcelles, de lignes de semis, par les roues de tracteur,

PASSAGES DE ROUES

TAILLE DES PARCELLES

Découpage des parcelles : elles doivent toutes avoir la même surface de récolte.

# La récolte des petites parcelles

avec la moissonneuse batteuse d'expérimentation

## OBSERVATIONS

- La récolte du grain produit dans la parcelle sanctionne toute l'histoire de cette parcelle.
- Il faut récolter tous les épis et peser le grain avec le maximum de **PRÉCISION**.

### ► Faucher l'essai à la fois !

- Avant de faucher les parcelles d'essai (ou après chaque panne importante) :

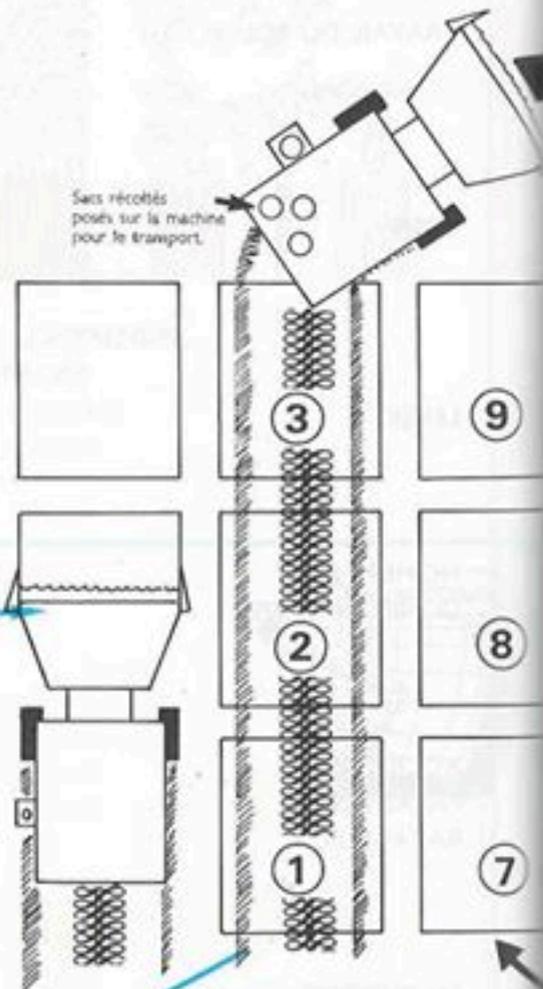
Régler la machine en utilisant les parcelles de bordure.

- Éviter les pertes d'épis surtout à la fin de chaque parcelle (barre de coupe, rabatteurs).
- Éviter les pertes de grain (battage, ventilation, ...)



Préparer à l'avance des étiquettes numérotées : une par parcelle ! Elles sont mises dans le sac après la récolte de chaque parcelle. On peut aussi indiquer le nom de l'essai, le numéro du bloc, le nom de la parcelle, etc.

## EXEMPLE DE CHANTIER



## DE RÉCOLTE

Faire tourner la machine en spirale, autour de l'essai.  
L'ensacheur à l'extérieur pour ne pas marcher dans les parcelles non fauchées à chaque changement de sacs.

Assurer un temps d'arrêt suffisant à la fin de chaque parcelle pour bien vider la machine et éviter les mélanges avec la parcelle suivante.

A la fin de chaque ligne, garder le même temps de battage et de vidange pour la dernière parcelle fauchée.

*Ne pas changer le sac à l'autre bout de l'essai !...*

Stocker tous les sacs d'un aller-retour sur la machine. Ils seront déchargés à chaque tour.

*(chantier de pesée, d'échantillonnage, ...).*



Utiliser des sacs de même masse même tare à la pesée.

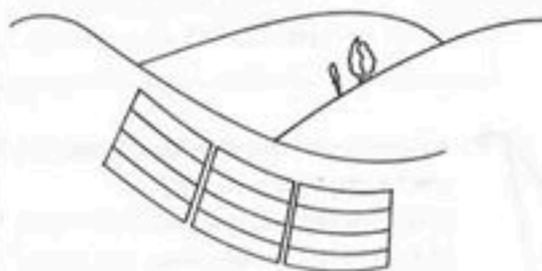


# La récolte des petites parcelles (2)

avec la moissonneuse-batteuse d'expérimentation

## CHANTIERS DE RÉCOLTE PARTICULIERS

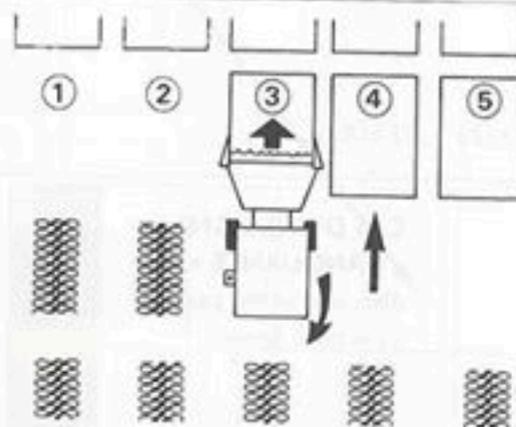
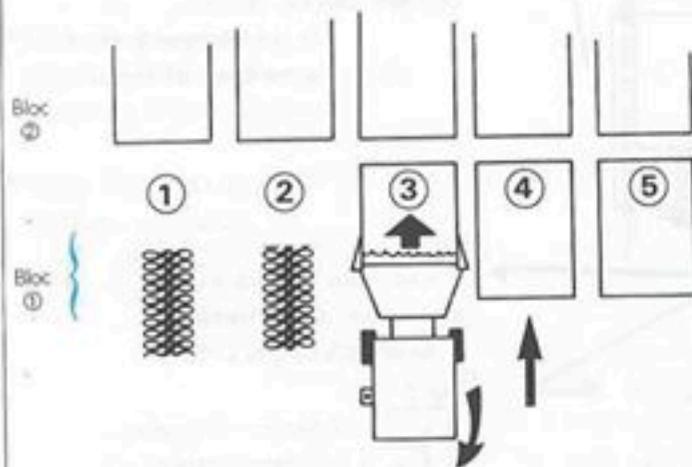
### ESSAIS EN PENTE



Récolter toutes les parcelles dans le même sens pour éviter les pertes de grain quand la machine « remonte ».

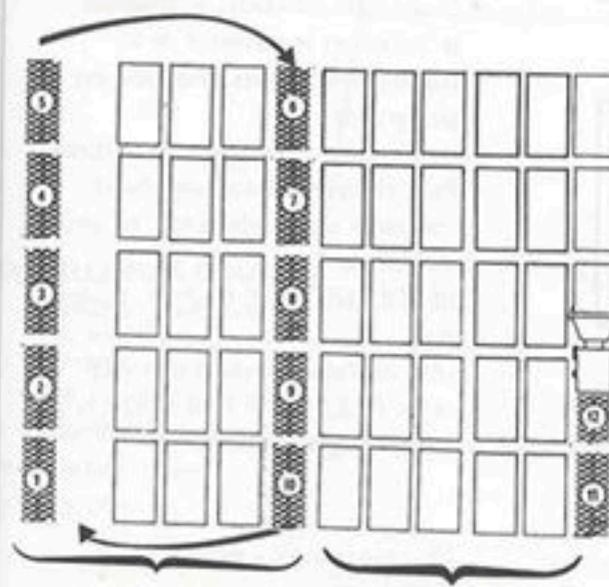
Récolter bloc par bloc en faisant reculer la machine à la fin de chaque parcelle

*Le temps de recul assure le temps nécessaire à la fin du battage.*



### Le temps est incertain...

... Dans la crainte de ne pas pouvoir terminer la récolte de l'essai avant un orage, ... avant la nuit...  
Il faut récolter l'essai bloc par bloc.



### l'essai est très long...

(beaucoup de parcelles en ligne).

Pour éviter les temps morts à chaque manœuvre de la machine, l'essai peut être récolté en deux ou trois parties... mais l'ensemble de l'essai doit être récolté le plus rapidement possible.

1<sup>re</sup> partie

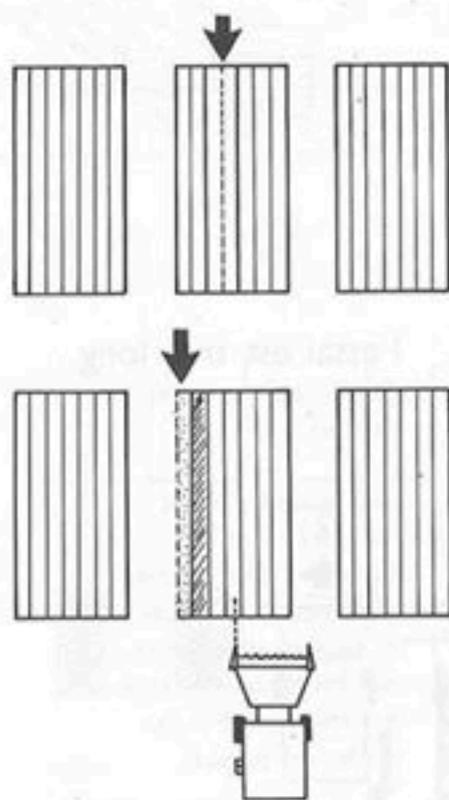
2<sup>e</sup> partie

## La récolte des petites parcelles (3)

### PRÉPARER LA RÉCOLTE AVEC LE PLAN DE L'ESSAI

#### CHANGEMENTS DE RÉCOLTE PARTICULIERS

Certaines anomalies parcelaires peuvent amener l'expérimentateur à modifier la récolte normale d'une parcelle ou de l'essai :



CAS D'UNE LIGNE « MANQUANTE » dans une petite parcelle de 6 ou 8 lignes :

- S'il manque une ligne de semis INTÉRIEUR, les effets de « bordure » vont compenser en grande partie le manque de productivité.
- Si une ligne EXTÉRIEURE manque, la surface et le potentiel de la parcelle sont réduits, une allée est plus grande, ... les effets bordure sont déséquilibrés... Pour récupérer cette parcelle et comparer son rendement... on peut décider de RÉCOLTER TROIS LIGNES, situées du côté de l'allée-standard de l'essai et de MULTIPLIER PAR DEUX la masse de grain récolté.

On pourra aussi « estimer » son rendement lors de l'analyse statistique.

LIGNES DE SEMIS MANQUANTES

ENSEMBLE DE PARCELLES RESSEMÉES à côté (semis...) à ne pas récolter pour gagner du temps...

PLAN DE L'ESSAI À RÉCOLTER



PARCELLE PLUS COURTE

erreur au semis, arrêt du semoir, dégât de ravageur, ...

il faudra « corriger » le rendement en fonction de la surface réelle de la parcelle...

PARCELLE MANQUANTE

destruction par le gel, erreur au semis, etc.

Il faudra faire attention à la numérotation des sacs de récolte, etc.

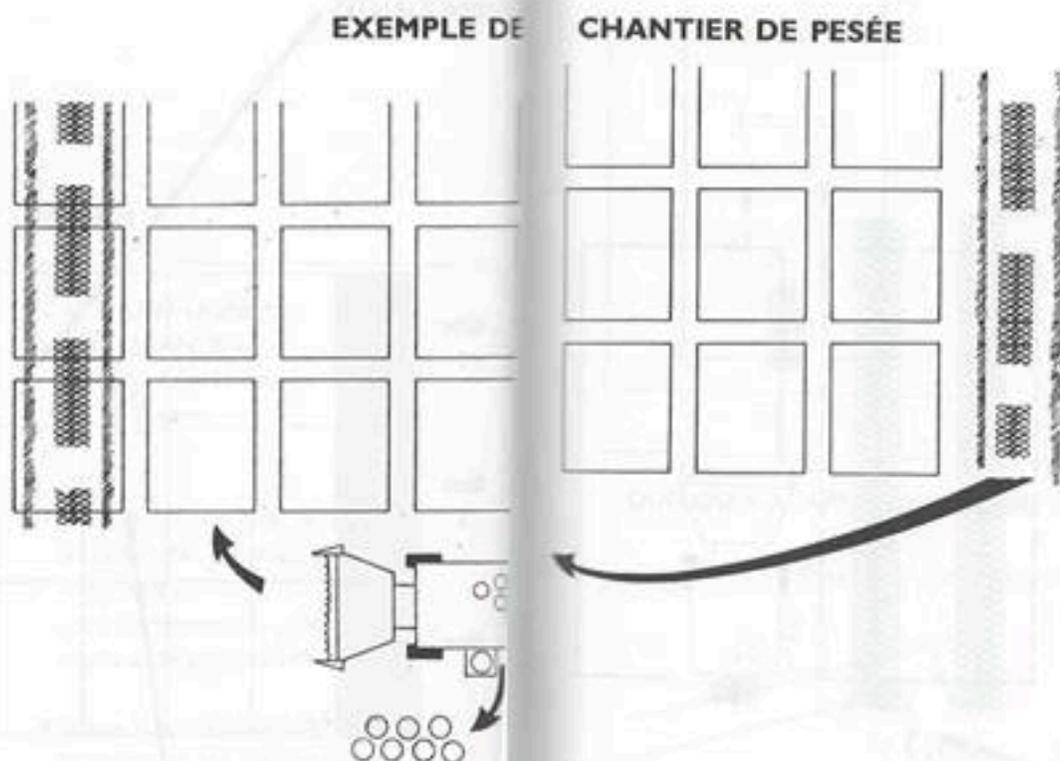
Il faudra aussi faire attention au rendement « surévalué » des parcelles contiguës (effet bordure éventuel).

# La récolte des petites parcelles (4)

avec la moissonneuse-batteuse d'expérimentation

- ▶ Les sacs sont déchargés à chaque tour de la moissonneuse-batteuse à proximité du poste de pesée.

**LA PESÉE AU CHAMP** permet de contrôler tour par tour, la récolte de chaque parcelle. INSCRIRE LES MASSES SUR UN PLAN DE L'ESSAI.



- ▶ L'étiquette doit rester dans le sac après la pesée. vérification éventuelle en cas d'erreur.

88

- ▶ Chaque sac est identifié par son étiquette.

5

- ▶ Le grain de chaque sac (une parcelle) est pesé précisément (tare enlevée).

Précision : 25 ou 50 grammes.  
Si récolte de plusieurs kilogrammes, précision 10 grammes pour des pesées inférieures au kilogramme.

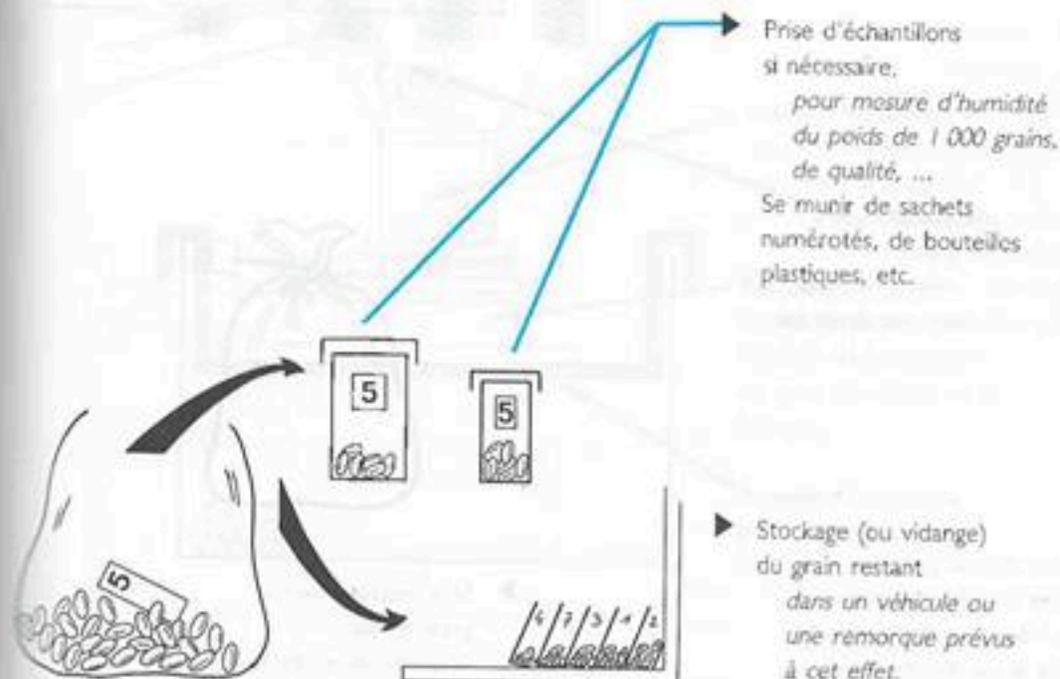


**PLAN DE L'ESSAI**  
Surface parcelaire = 10,4 m<sup>2</sup>

6750	3500			3000	4750
3	9	15	18	10	4
4500	3225			6500	5
2	8	16	17		6
3250	4750			6500	350
1	7	11	12	14	

- ▶ La masse (grammes) est immédiatement inscrite dans « sa case-parcellaire » du plan préparé à l'avance.

89



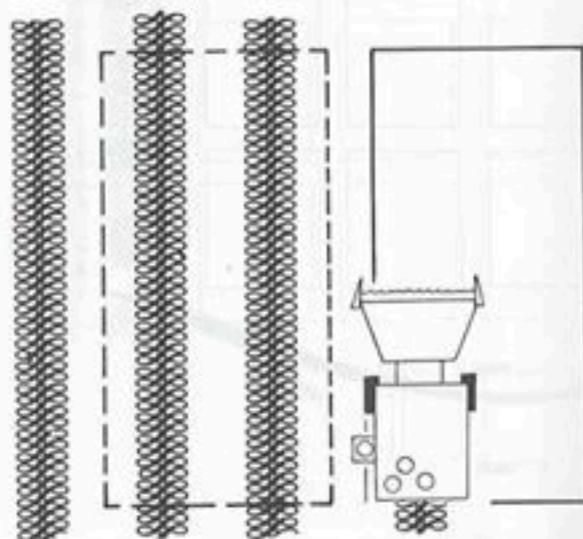
- ▶ Prise d'échantillons si nécessaire, pour mesure d'humidité du poids de 1 000 grains, de qualité, ... Se munir de sachets numérotés, de bouteilles plastiques, etc.
- ▶ Stockage (ou vidange) du grain restant dans un véhicule ou une remorque prévus à cet effet.

# La récolte des grandes parcelles

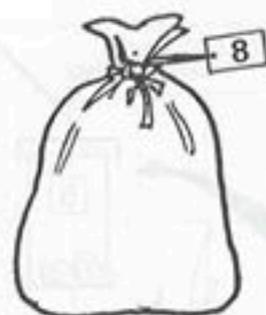
avec la moissonneuse-batteuse de type agricole

- Mettre la machine en charge avant de récolter les parcelles de l'essai, parcelle de bordure, détournage de l'essai, ...

Ne pas récolter la première parcelle d'essai avec une machine « vide » : une partie du grain reste dans les « organes » de la machine.



- Faucher une parcelle à la fois, en pleine coupe ou — mieux — toute la parcelle selon ses dimensions.



- Entre chaque parcelle, laisser le même temps de vidange, surtout dans le cas des machines à trémie et à vis d'évacuation...

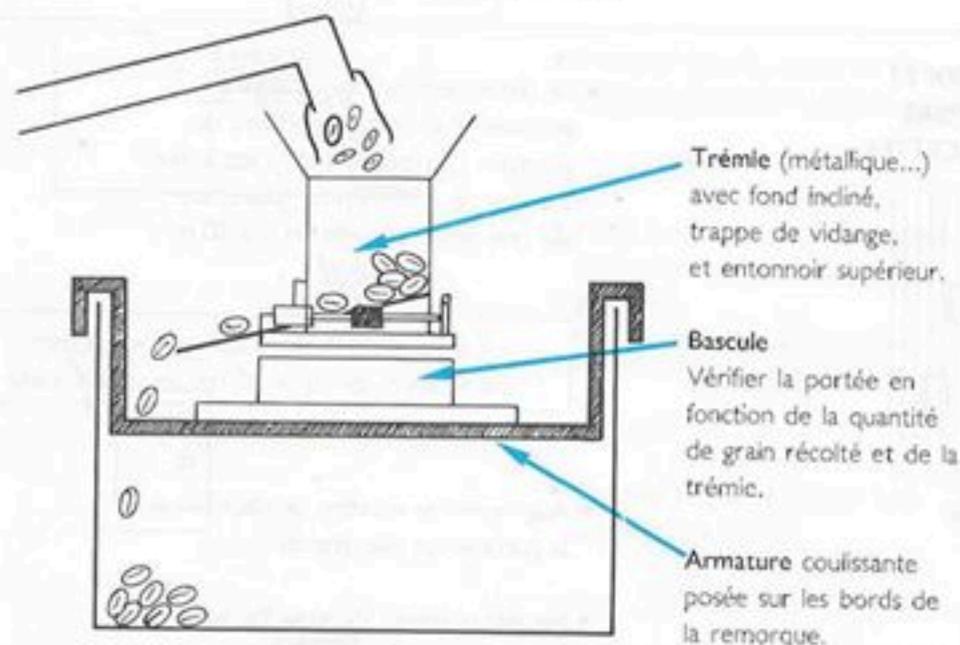
- Si la machine met le grain en sac, étiqueter le ou les sacs immédiatement.

**RÉCOLTE EN PLEINE COUPE**  
1 seul passage par parcelle

Cette pratique n'est à réserver qu'aux parcelles longues, à bon rendement, surtout si la machine fauche dans le sens des lignes de semis...

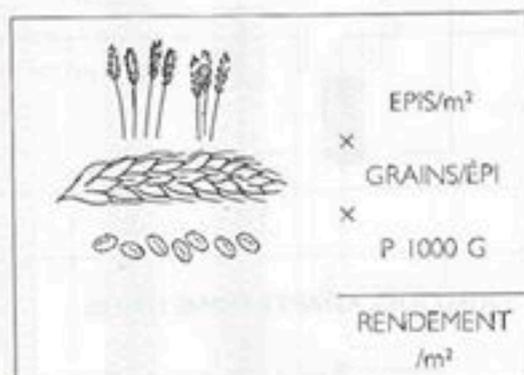
## QUELQUES ADAPTATIONS UTILES

Pour éviter de mettre en sac... et peser directement et seul le grain récolté :

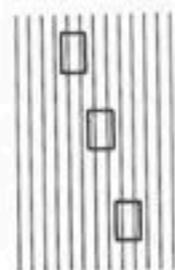


## ESTIMATION DU RENDEMENT PAR PRÉLÈVEMENT D'ÉPIS À MATURITÉ

Pour mesurer précisément toutes les composantes du rendement, et en particulier le nombre de grains par épi (fertilité), le poids de 1 000 grains réel, on peut prélever quelques « placettes » représentatives et les battre avec un matériel adapté (batteuse d'épis type Wintersteiger).



### LE CHOIX ET LE NOMBRE DE PLACETTES

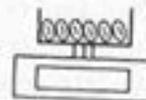
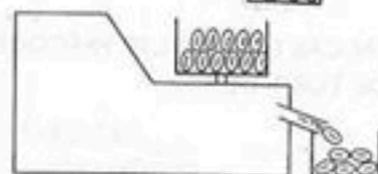
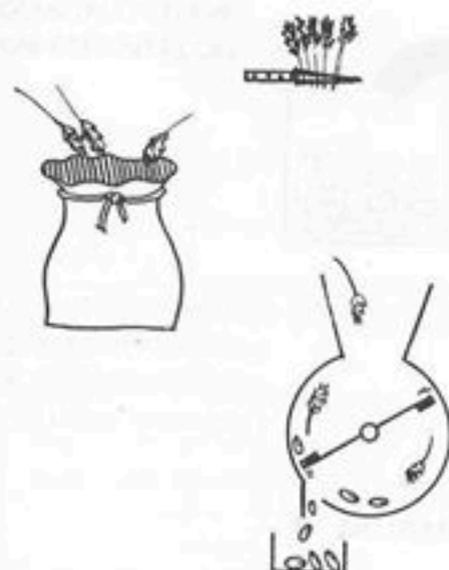


3 placettes en diagonale

- Le rendement biologique doit provenir d'un nombre suffisant de placettes : au moins 1 m<sup>2</sup>, c'est-à-dire : 3 zones de prélèvement (placettes) sur une petite parcelle de 6 à 20 m<sup>2</sup>.

1 placette = 2 rangs contigus x 1 mètre  
ou 4 cadres de 50 x 50 cm semés à la volée

- Augmenter le nombre de placettes si la parcelle est plus grande.
- Ne pas prélever les rangs de bordure.
- Placettes disposées en diagonale dans une zone représentative de la parcelle.



- Choisir les zones de prélèvement et mesurer la surface (écartement entre lignes, ...).
- Couper toutes les tiges à mi-hauteur – sans perdre d'épis, difficile quand la céréale est versée.
- Mettre les épis de chaque placette dans un sac bien codé.
- Battre tous les épis de chaque sac, à poste fixe. Récupérer les grains au fond du sac.
- Compter tous les grains de chaque placette (compteur type Numigral).
- Peser la masse de tous ces grains (balance de précision au 1/10<sup>e</sup> de gramme).  
Pesée de sécurité car la masse sèche sera aussi mesurée à la sortie de l'étuve.
- Chauffer le grain à l'étuve lente (24 heures à 130°C).
- Peser avec précision la masse sèche des grains de chaque placette.

Dans un essai « VARIÉTÉS », certaines variétés sont plus tardives que d'autres, ...

Dans un essai « DATES de SEMIS », il y a des dates précoces et des dates tardives, ...

Dans un essai « AZOTE », certaines doses d'azote peuvent prolonger le cycle végétatif, ...



## EN CAS DE RÉCOLTE PRÉCOCE DE TOUT L'ESSAI.

l'humidité des variétés tardives, des dates tardives, etc... sera plus forte et la masse de grain sera plus lourde : le rendement est surévalué.

► Pour comparer les variétés entre elles, les dates de semis, les doses d'azote, ...

Il faut **MESURER L'HUMIDITÉ** de chaque parcelle, ou de chaque traitement, et **COMPARER** des rendements ramenés à la même norme d'humidité (souvent 15 %).

	Humidité % eau	Rendement moyen brut
V1	19,6	35,4 q/ha
V2	8,3	30,8
V3	6,7	23,7
V4	15,6	34,6



	RENDEMENT NET recalculé à 15 % d'eau
V1	33,5 q/ha
V2	33,2
V3	26,0
V4	34,4

## LA MESURE DE L'HUMIDITÉ DU GRAIN :

D'ABORD PRÉLEVER UN ÉCHANTILLON



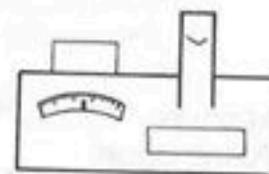
Dès la pesée, mélanger le grain avec la main. Prélever un échantillon d'environ 400 à 500 g. Le mettre dans un sachet ou une bouteille, ...

On peut ultérieurement mélanger les échantillons de toutes les répétitions d'un même traitement

Utiliser éventuellement des pilluliers hermétiques. Bien identifier.

### ► DEUX MÉTHODES DE MESURE :

① AVEC DES HUMIDIMÈTRES ÉLECTRONIQUES



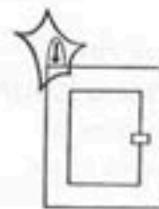
Équipement de beaucoup d'organismes stockeurs.

Lecture rapide et directe.

Précision moyenne.

Il faut 250 grammes de grain par mesure.

② AVEC UNE ÉTUVE LENTE



Peser l'échantillon avant et après étuvage.

Chauffer à 130 °C pendant 24 heures.

# La surface récoltée

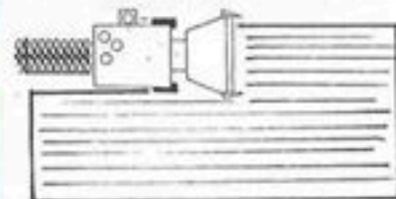
réelle ou calculée

Le rendement est le rapport de la masse récoltée sur la surface de la parcelle...

Il faut donc connaître cette surface avec précision.



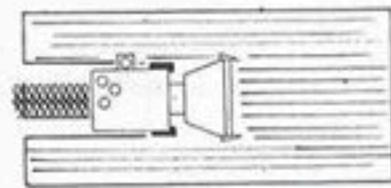
## CAS DES GRANDES PARCELLES



RÉCOLTE DE TOUTE LA PARCELLE

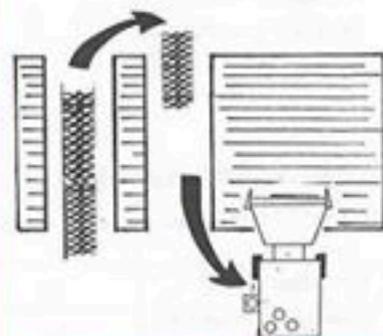
La surface de récolte est égale à la surface de la parcelle...

ou



RÉCOLTE PLEINE COUPE machine agricole

La surface récoltée est égale à la longueur de la parcelle multipliée par la largeur de la barre de coupe (mesurée entre les extrémités des diviseurs)



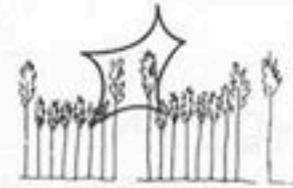
RÉCOLTE PLEINE COUPE machine de petite coupe

Cas précédent mais éventuellement multiplié par le nombre de passages.

## CAS DES PETITES PARCELLES

LES EFFETS DE « BORDURE »

Dans le cas des petites parcelles (6, 8 ou 10 lignes de semis) séparées entre elles par une allée (passage de roue de tracteur).



Les lignes extérieurs de chaque parcelle sont plus productives que les lignes intérieures.

... En ne tenant compte que de la surface stricte de la parcelle le rendement est surévalué...

Le « vrai » rendement est celui obtenu à partir des seules lignes intérieures.

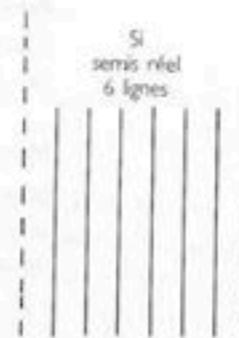
## CORRECTION DE SURFACE :

... Pour tenir compte des effets de bordure, on calcule une surface théorique de récolte :



Surface parcelaire  $1,58 \times 10 \text{ m}$

- 1 La longueur totale du bloc (ou du front de parcelles) est divisée par le nombre de parcelles : c'est la largeur théorique de récolte  $9,5 : 6 = 1,58 \text{ m}$ . Cette largeur théorique est multipliée par la longueur réelle de la parcelle.



Compter ⑧ lignes  $\times 15 \text{ cm}$  d'écartement  $\times$  longueur réelle de la parcelle

- 2 Si l'allée entre les parcelles est trop large (40, 50 cm, ...), on peut rajouter une ligne de semis fictive de chaque côté de la parcelle pour calculer la largeur théorique de la parcelle.

# Retranscrire les résultats bruts

- ▶ Toutes les masses de grain récolté par parcelle ont été indiquées sur le PLAN (pesée au champ, ou non...).

Les numéros ①, ②, ... indiquent les codes des traitements comparés dans l'essai : variété 1, variété 2, ...

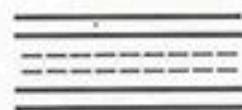
## PLAN DE L'ESSAI

Masse récoltée (grammes) par parcelle.

Bloc 3	4625	2475	2350	4500	2225	3225	5250	3275
	⑦	②	③	⑤	④	⑥	⑧	①
Bloc 2	4325	2150	2450	1950	3425	2050	2325	4150
	③	⑥	④	⑦	①	⑥	②	⑤
Bloc 1	3500	1250	2750	1875	5425	4025	2375	1525
	①	⑤	②	⑧	③	⑦	④	⑥

- ▶ Toutes les anomalies, erreurs expérimentales, observations, ... ont été notées sur le plan pour comprendre le résultat aberrant (voir pages 78 à 81).

2 lignes manquantes (sur 6) au centre de la parcelle rendement pénalisé :



Panne de la moissonneuse-batteuse grain perdu

Récolte d'une demi-parcelle il faut multiplier par 2 la masse récoltée

Même démarche pour les parcelles plus courtes, etc. (mesurer la proportion)

## APRÈS LA PESÉE

ou en même temps selon le chantier.

- ▶ Les masses récoltées sont retranscrites et ordonnées : traitements en lignes blocs en colonnes.

Essai VARIÉTÉS blé tendre  
87/88 - lieu  
surface parcelaire récoltée 10,4 m<sup>2</sup>

VARIÉTÉS	Humidité variétale	BLOC 1	BLOC 2	BLOC 3	Moyenne q/ha
V1		3500	3425	3275	
V2		2750	2325	2475	
V3		5425	4325	5250	
V4		2375	2450	2225	
V5		1250	1150	4500	
V6		3050	2150	3225	
V7		4025	1950	4625	
V8		1875	2050	2350	

Dans ce cas, il faut indiquer la surface de récolte correspondante (pages 94-95).

Certains programmes statistiques peuvent calculer les rendements en q/ha à partir du tableau ci-contre.

On peut aussi calculer et faire ce tableau avec les rendements en q/ha.

La cohérence (a priori) des résultats est vérifiée ligne par ligne (voir pages 80-81).

Prévoir la colonne « MOYENNES » qui pourra indiquer le rendement moyen de chaque traitement (en q/ha).

Humidités (si besoin)  
Les humidités parcelaires (ici humidités variétales pour les trois blocs) sont indiquées pour le calcul des rendements aux normes (q/ha à 15 %...)

# Le rendement moyen

En règle générale, la valeur d'un traitement est indiquée par son rendement moyen exprimé en q/ha.

Ce rendement est obtenu en faisant la moyenne des rendements parcelaires de toutes les répétitions.

Masses en grammes récoltées par parcelle de 10,4m <sup>2</sup>			
Variétés	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
V1	3500	3425	3275
V2	2750	2325	2475
V3	5425	4325	5250
V4	2375	2450	2250
V5	1250	4150	4500
V6	3050	2150	3225
V7	4025	1950	4625
V8	1875	2050	2350

RENDEMENTS parcelaires CORRESPONDANTS en quintaux/Ha				Rendement moyen en q/ha
Variétés	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	
V1	33,7	32,9	31,5	32,7
V2	26,5	22,4	23,8	24,2
V3	52,2	41,6	50,5	48,1
V4	22,8	23,6	21,4	22,6
V5	12,0	39,9	43,3	31,7
V6	29,3	20,7	31,0	27,0
V7	38,7	18,8	44,5	34,0
V8	18,0	19,7	22,6	20,1

C'EST CE RENDEMENT MOYEN QUI EST LE RÉSULTAT FINAL du travail de l'expérimentateur

SI L'HUMIDITÉ DU GRAIN VARIE ENTRE LES TRAITEMENTS OU LES PARCELLES,

IL FAUT CORRIGER LES RENDEMENTS POUR LES RAMENER À UNE MÊME NORME.

	% eau	RENDEMENT HUMIDE q/ha	RENDEMENT NET à 15 % q/ha
V1	20,9	37,7	30,4
V2	16,6	24,2	23,7
V3	13,5	48,1	48,9
V4	15,4	27,6	22,5
V5	18,9	31,7	30,2
V6	14,2	27,0	27,2
V7	12,3	34,0	35,0
V8	20,1	20,1	18,9

① UNE HUMIDITÉ MOYENNE par traitement, pour toutes les répétitions :

on corrige le RENDEMENT MOYEN BRUT (humide) en choisissant une humidité de référence identique (ici 15 % d'eau).

② UNE HUMIDITÉ PAR PARCELLE élémentaire : (récolte différée d'un bloc par exemple), il faut corriger CHAQUE RENDEMENT PARCELLAIRE pour ramener l'ensemble d'une même norme (ici 15 % d'eau).

	BLOC 1		BLOC 2		BLOC 3		RENDEMENT NET à 15 % en q/ha
	% eau	q/ha	% eau	q/ha	% eau	q/ha	
V1	20,1	33,7	23,1	32,9	19,6	31,5	30,4
V2	18,7	26,1	15,2	22,4	16,0	23,8	23,7
V3	11,7	52,2	12,3	41,6	16,5	50,5	48,9
V4	14,3	27,8	16,8	23,6	15,2	21,4	22,5
V5	20,8	12,0	19,7	39,9	16,3	43,3	30,5
V6	13,6	29,3	14,0	20,7	14,9	31,0	27,3
V7	10,5	38,7	14,6	18,8	12,3	44,5	35,2
V8	16,3	18,0	25,4	19,7	18,6	22,6	18,9

# Cohérence des résultats parcellaires

quelques exemples

- La lecture rapide des résultats de toutes les répétitions (blocs, ...) d'un même traitement indique le niveau de **COHÉRENCE** et de **PRÉCISION** de l'essai :

- L'expérimentateur doit vérifier ces résultats avec le plan d'essai, avec les observations antérieures, etc, pour garder, corriger ou éliminer le résultat aberrant...

Masses récoltées par parcelle en grammes pour 10,4 m<sup>2</sup>

	% eau	BLOC 1	BLOC 2	BLOC 3	Rendement moyen (g/ha)
V1		3500	3425	3275	
V2		2750	2325	2475	
V3		5425	4325	5250	
V4		2375	2450	2250	
V5		1250	4150	4500	
V6		4050	2150	3225	
V7		4025	1950	4625	
V8		1875	2050	2350	

Dans un essai précis, tous les résultats d'un même traitement sont du même ordre de grandeur sauf si l'ensemble du bloc semble supérieur ou inférieur aux autres...

- Trop d'écart entre résultats d'un même traitement est souvent synonyme de problème ou d'erreur expérimentale :

Dans cette parcelle (bloc 2, variété 7) le semoir s'est bouché et deux lignes de semis manquaient (sur 6 lignes théoriques) au centre de la parcelle.

- Le rendement est trop pénalisé. Il vaut mieux éliminer cette parcelle.

Cette parcelle était plus courte (de moitié) que les autres.

- Pour la « récupérer » il suffit de recalculer la masse récoltée pour une surface équivalente à celle des autres parcelles (ici on multiplie par 2)

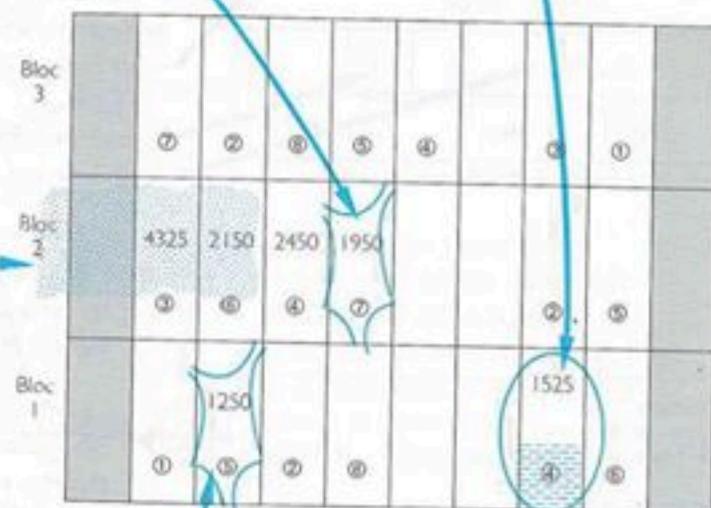
Ces 2 parcelles sont situées dans une zone plus caillouteuse, à sol plus superficiel, à productivité limitée

... la céréale a d'ailleurs séché plus rapidement... observation du 15 juin...

- Dans ce cas, on ne peut rien faire : l'endroit d'implantation de l'essai a été mal choisi...

Dans cette parcelle, (bloc 1, variété 5) la moissonneuse est tombée en panne : une partie du grain est perdue. La masse récoltée (1 250 g), n'a pas de signification.

- Il vaut mieux éliminer cette parcelle...



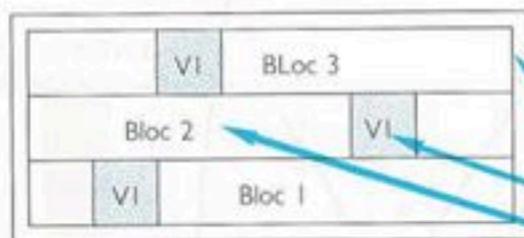
Certains tests statistiques permettent aussi de détecter des résultats peu probables ou d'estimer les résultats de parcelles manquantes (voir pages 104 à 109).

# L'estimation des erreurs expérimentales

## Les résidus parcelaires (I)

du calcul...

Le calcul et l'analyse des RÉSIDUS permettent de  
 — contrôler la cohérence des résultats parcelaires  
 — vérifier les conditions d'emploi de l'analyse de variance.



Cette analyse part du principe que le **RENDEMENT THÉORIQUE** d'une parcelle élémentaire additionne les effets  
 — de la productivité moyenne du lieu de l'essai  
 — du traitement de cette parcelle (ici VI) du bloc qui contient cette parcelle.

- ▶ L'écart entre le rendement réel de cette parcelle et son rendement théorique est appelé **RÉSIDU**.
- ▶ Tout écart trop important par rapport aux autres écarts de tout l'essai devient **SUSPECT** et indique en général un rendement parcelaire aberrant.
- ▶ Il faut alors se reporter aux notations des **ANOMALIES** effectuées par l'expérimentateur (pages 76 et 77) qui décidera de garder, de corriger ou d'éliminer ce résultat parcelaire.
- ▶ Le report « géographique » de ces écarts sur le plan de l'essai indique aussi  
 — les éventuels gradients de fertilité,  
 — la bonne ou mauvaise disposition des blocs.  
 (page 107).

Exemple : moyenne générale de l'essai :	32,1 q/Ha
moyenne de la variété 1 :	32,7 q/Ha
moyenne du Bloc 2 :	29,9 q/Ha

Le rendement **THÉORIQUE** de la parcelle VI du bloc 2 est égal à 30,5 q/Ha :

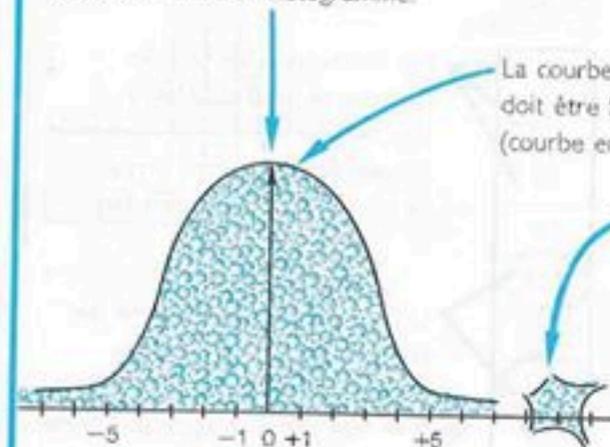
moyenne de l'essai	32,1	} 30,5
+ effet de la variété 1	(32,7 - 32,1)	
+ effet du bloc 2	(29,9 - 32,1)	

- Rendement REEL = 32,9 q/Ha
- Rendement THÉORIQUE = 30,5 q/Ha
- ▶ • Ecart ou RÉSIDU = + 2,4 q

... à l'interprétation :

**1<sup>re</sup> condition** : L'histogramme de distribution des résidus doit avoir une forme en « cloche ».

Chaque résidu parcelaire est codé (exemple résidu 21 : 2 = variété 2, 1 = bloc 1). Toutes les valeurs  $x$  des résidus parcelaires de l'essai sont classées et regroupées sous la forme d'un histogramme.

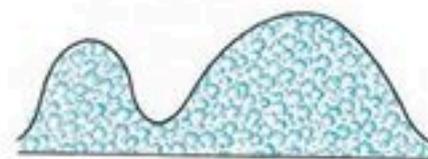
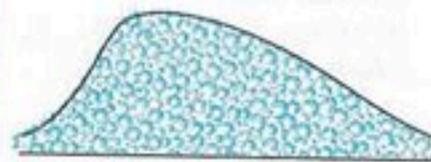


La courbe dessinée par l'ensemble doit être **SYMÉTRIQUE**, (courbe en cloche de la loi Normale).

Tout résidu qui s'écarte trop de l'ensemble indique un résultat peu probable, donc **SUSPECT**. Il faut vérifier ce résultat ou l'état de la parcelle, pour conserver ou annuler le résultat suspect. (Voir aussi estimation de Yates, p. 108).

Si la courbe obtenue n'est pas en « cloche », mais très asymétrique, il faut la rendre symétrique : en général on transforme les résultats (rendement, ...) [logarithme, racine carré, ...] pour les étudier par analyse de variance

Si la courbe fait penser aux deux bosses d'un chameau, c'est le signe d'un **ESSAI À PROBLÈME** (récolte en deux fois, implanté derrière deux précédents, ...). Cet essai est **INEXPLOITABLE**.



## 2<sup>e</sup> condition : Les résidus de chaque traitement doivent être du même ordre de grandeur.

Tableau des résidus parcelaires en q/ha (essai de la page 105)

Variétés	BLOC 1	BLOC 2	BLOC 3
V1	1,9	2,8	- 4,7
V2	3,1	0,8	- 3,9
V3	5,0	- 3,9	- 1,1
V4	1,1	3,6	- 4,7
V5	- 18,8	10,8	8,0
V6	3,2	- 3,7	0,5
V7	5,6	- 12,6	7,0
V8	- 1,2	2,2	1,0

ÉCART-TYPE RESIDUEL des VARIÉTÉS

4,1
3,6
4,6
4,3
16,4
3,5
10,9
1,9

Les écarts-types des résidus sont calculés pour chaque variété et pour chaque bloc.

Les écarts-types de tous les traitements (ici 8 variétés V<sub>1</sub> à V<sub>8</sub>) doivent être du même ordre de grandeur ou assez proches.

Un écart-type trop différent (et grand) peut indiquer un résidu parcelaire isolé très grand. Il apparaît à l'une des extrémités de l'histogramme des résidus (page 105).

Le résultat ainsi repéré doit être vérifié, corrigé ou abandonné.

S'il y a une grande dispersion des résidus parcelaires, sans résidu isolé important, le résultat moyen du traitement est **IMPRÉCIS**. Il faudra s'en méfier avant de conclure...

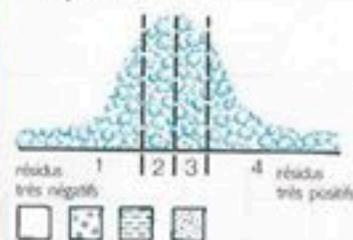
ÉCART-TYPE RESIDUEL des BLOCS

7,9	6,9	5,0
-----	-----	-----

La même démarche est appliquée à la lecture des écarts-types résiduels des blocs. On peut éliminer tout un bloc dont l'écart-type est trop important...

## 3<sup>e</sup> condition : Les résidus parcelaires doivent être indépendants.

- Tous les résidus parcelaires sont groupés en 4 CLASSES équilibrées.



Cette vérification ne peut être faite qu'à partir du PLAN DE L'ESSAI.

- Chaque classe est symbolisée par un repère graphique.

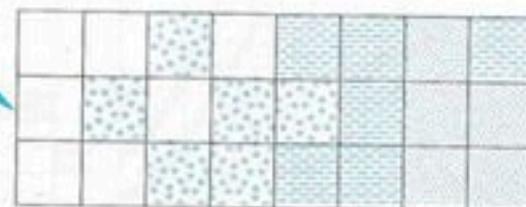
- Le « coloriage » de chaque parcelle sur le plan de l'essai (avec son repère correspondant) visualise la **CARTOGRAPHIE** des résidus.

- Un bon essai doit montrer une répartition aléatoire de tous les résidus.

- Le cas contraire indique un gradient de fertilité, une mauvaise disposition des blocs, ...



*répartition aléatoire des résidus parcelaires. Ils sont indépendants.*



*Les résidus sont groupés, ils ne sont pas indépendants. L'essai doit pratiquement ÊTRE ÉLIMINÉ.*

En cas de **PARCELLES MANQUANTES**  
(parcelle non semée, perte de la récolte, ...)

ou de **RÉSULTATS ABERRANTS**  
(pages 102 à 107)

il est possible d'estimer les rendements théoriques  
des parcelles repérées en utilisant les formules de **YATES** :

**AU MAXIMUM  
DEUX PARCELLES**  
par essai

à condition que ces  
parcelles n'appartiennent

			⑦				
		⑤					

NI AU MÊME TRAITEMENT  
NI AU MÊME BLOC

	Bloc	Bloc	Bloc
1	1	2	3
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

	Bloc	Bloc	Bloc
1	1	2	3
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

	Bloc	Bloc	Bloc
1	1	2	3
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

	Bloc	Bloc	Bloc
1	1	2	3
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

	Bloc	Bloc
1	1	2
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

ESTIMATION  
DE YATES :

**POSSIBLE**  
1 parcelle  
manquante

**POSSIBLE**  
2 parcelles  
manquantes

**IMPOSSIBLE**  
3 parcelles  
manquantes

**IMPOSSIBLE**  
2 parcelles  
du même  
traitement

**IMPOSSIBLE**  
2 parcelles  
du même  
bloc

• Dans ces 3 cas, il faut éliminer →  
un traitement ou un bloc

Au-delà de 2 données à estimer, c'est la validité globale de l'essai qui est compromise.

Dans l'exemple suivant  
deux résultats parcelaires semble aberrants.  
**C'EST L'EXPÉRIMENTATEUR QUI DÉCIDE,**  
**S'IL A DES JUSTIFICATIONS AGRONOMIQUES SÉRIEUSES,**  
de les « annuler » et  
de les estimer par la méthode de Yates.

Variété	RENDEMENTS PARCELLAIRES en q/ha			RENDE- MENT MOYEN en q/ha	RENDEMENT MOYEN DEFINITIF en q/ha
	BLOC 1	BLOC 2	BLOC 3		
V1	31,7	32,9	31,5	32,7	32,7
V2	2,4	22,4	23,8	24,2	24,2
V3	52,2	41,6	50,5	48,1	48,1
V4	27,8	23,6	21,4	22,6	22,6
V5	12,0	39,9	43,3	<del>31,7</del>	42,0
V6	29,3	20,7	31,0	27,0	27,0
V7	38,7	18,8	44,5	<del>34,0</del>	40,5
V8	18,0	19,7	22,6	20,1	20,1

AVEC  
ESTIMATION  
DE YATES

V5	42,9	39,9	43,3
V7	38,7	38,2	44,5

Les différentes formules d'estimation  
sont liées au dispositif de l'essai  
En général, pour un dispositif en  
blocs, le résultat théorique est

calculé en tenant compte des  
autres résultats du traitement  
incomplet, et du bloc incluant  
la parcelle à estimer...

# L'analyse de variance (I)

cas d'un dispositif en bloc Un seul facteur étudié

Les résultats moyens de chaque traitement ont été calculés (rendement moyen de chaque variété, ...)  
L'ANALYSE DE VARIANCE permet de savoir si les écarts entre ces moyennes sont « réels », ou liés aux imprécisions expérimentales.

du calcul...

► La ligne **VARIATION TOTALE** n'a pas de signification dans l'interprétation. Les SCE et les DDL de cette ligne sont les sommes des SCE et des DDL des autres lignes.

► La ligne **VARIATION VARIÉTÉS** (ou variation traitements) estime la variabilité des moyennes variétales. Le rapport du carré moyen (CM) de cette ligne sur le CM résiduel suit une loi de FISHER (F).

► La ligne **VARIATION BLOCS** estime la variabilité des moyennes des blocs.

► La ligne **VARIATION RÉSIDUELLE** estime la variabilité due aux facteurs non contrôlés (sol hétérogène, mesures imprécises, interaction traitements \* blocs, ...)

TABEAU d'analyse de variance 8 variétés x 3 blocs	Somme des carrés d'écarts (SCE)	Degrés de Liberté (DDL)	Carrés moyens (CM)
Variation TOTALE	2123,56	21	115,41
Variation VARIÉTÉS ou traitements	2242,29	7	320,33
Variation BLOCS	63,44	2	31,72
Variation RÉSIDUELLE	117,87	12	9,82

Moyenne générale de l'essai : 32,15 q/ha  
Exemple de la page 107 - 7 données estimées.

• Cette variabilité résiduelle est calculée à partir de tous les résidus parcelaires. Elle permet de calculer l'écart-type résiduel (ETR).

... à l'interprétation

Test de Fisher (F)	Probabilité du F	Ecart type résiduel (ETR)	Coefficient de variation (CV)
32,62	0,0000		
3,23	0,0744	3,13 q/ha	9,7 %

► **Écart-type résiduel ETR**  
c'est le PRINCIPAL INDICATEUR DE LA PRÉCISION de l'essai. Il faut comparer ce chiffre aux valeurs habituellement observées dans les essais de même type. Par exemple, en variétés de céréales :  
FTR inférieur à 3q : essai très précis.  
ETR supérieur à 7q : essai peu précis.

► **Coefficient de variation (CV)**  
Rapport en % de l'ETR sur la moyenne générale de l'essai. Sans grande signification puisque lié à la productivité moyenne de l'essai.

► **Test de Fisher F** : Ce chiffre est comparé à la valeur THÉORIQUE du « F » donné par la loi de Fisher. Dans cet exemple, avec un risque choisi à 5 %, la valeur de F théorique est de 2,77.

• Comme le F calculé avec l'analyse de variance (ici 32,62) est nettement supérieur au F théorique, on dit que les différences entre les moyennes variétales sont globalement **HAUTEMENT SIGNIFICATIVES**.

• Si le F calculé est légèrement supérieur, les différences entre variétés sont à peine significatives.

• Si le F calculé est inférieur au F théorique, les différences ne sont **PAS SIGNIFICATIVES**. Elles sont considérées comme aléatoires. On ne doit pas effectuer de tests de comparaisons multiples de moyennes (... la PPDS n'existe pas !...)

► **Probabilité du F** : Ce chiffre est à comparer au seuil de signification (5 %, ou 10 %, ...) que l'expérimentateur s'est fixé :

• Si la probabilité (ici 0,0000) est inférieure au seuil retenu (par exemple 5 %), on dit que les différences entre traitements sont globalement **SIGNIFICATIVES**.

• Si la probabilité est supérieure au seuil retenu, on considère que les différences sont dues **AU HASARD**, et non aux traitements expérimentaux...

► **F et probabilité sur BLOCS** : on peut procéder de la même façon pour le facteur blocs. Toutefois, l'important n'est pas de montrer s'il y a des différences entre blocs, mais de savoir s'ils ont été efficaces :

• Un F inférieur à 1 indique la non-efficacité des blocs : terrain très hétérogène ou blocs mal disposés.

• Un F supérieur à 1 indique que les blocs ont été efficaces (et d'autant plus que le F est élevé). Mais **ATTENTION** : de trop fortes différences entre les blocs (F très élevé) peuvent entraîner une interaction entre traitements (variétés) et blocs.

# L'analyse de variance (2)

## Deux facteurs étudiés

Dans le cas d'un protocole d'essai étudiant **DEUX FACTEURS** (essai dates ★ densités) (essai variétés ★ doses d'azote), etc.

l'analyse de variance permet de tester l'**INTERACTION** entre les deux facteurs :

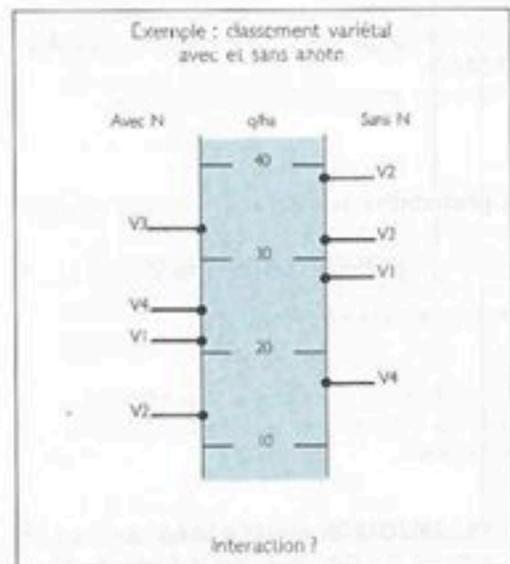
(le classement variétal dépend-il de la dose d'azote épandue ?)

Quel que soit le dispositif utilisé (en blocs, split-plot, criss-cross)

l'analyse de variance estime

**LES TROIS SOURCES DE VARIATION :**

1. La variation due à l'interaction entre les deux facteurs (variétés ★ doses d'azote)
2. La variation due au 1<sup>er</sup> facteur (variétés)
3. La variation due au 2<sup>e</sup> facteur (doses d'azote).

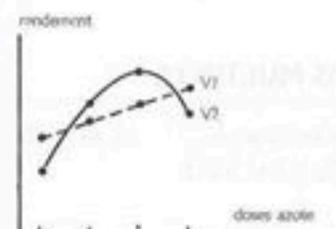


	SCE	DDL	CM	F Fisher	Probabilité du F	ETR	
Interaction F1*F2				4,13	0,0012		

**TOUJOURS COMMENCER PAR EXAMINER** la signification de la ligne **INTERACTION...**

... par le test de Fisher et sa probabilité associée (voir l'interprétation décrite en page 109)

**1<sup>er</sup> cas : IL Y A INTERACTION, ( F = 4,13, probabilité = 0,0012)**



Les deux facteurs sont liés. On ne peut pas les séparer : Les différences entre les variétés varient selon les doses d'azote... A chaque date de semis correspond une densité optimale... Il faut conclure sur toutes les moyennes en combinant les 2 facteurs.

**2<sup>e</sup> cas : IL N'Y A PAS D'INTERACTION (F proche de 1, probabilité supérieure à 5 ou 10 %).**



Les réponses sont parallèles : Le choix de la meilleure dose est indépendant de la variété et réciproquement. On peut conclure sur chacun des deux facteurs simples.

- Quand, GLOBALEMENT, les différences entre les traitements (... les variétés) sont déclarées SIGNIFICATIVES,

l'expérimentateur ne sait pas si ces variétés sont TOUTES DIFFÉRENTES les unes des autres

ou si un groupe de résultats est différent d'un autre groupe...

Il faut donc faire  
DES COMPARAISONS MULTIPLES  
DE MOYENNES

L'expérimentateur choisit le TEST  
en fonction de son objectif :



## Objectif 1 : Recherche de groupes homogènes de traitements TEST DE NEWMAN-KEULS

libellés	moyenne q/ha	Groupes homogènes
Variété 3	48,1	A
Variété 5	42,0	B
Variété 7	40,5	B
Variété 1	37,7	C
Variété 6	27,0	D
Variété 2	24,2	D E
Variété 4	22,6	D E
Variété 8	20,1	E

- Les traitements qui appartiennent à un même groupe homogène sont repérés par une même lettre.
- Le test de Newman-Keuls calcule des Plus Petites Amplitudes Significatives (PPAS) entre 8 variétés, puis 7, 6, 5, ... et enfin entre 2 variétés.
- Quand la différence entre les valeurs extrêmes d'un groupe est inférieure à la PPAS (correspondant au nombre de variétés du groupe) on déclare que ces moyennes ne sont pas différentes : groupes A, B, C, D, E.  
Avec le risque d'erreur qu'on s'est fixé, 5 % par exemple...

## Objectif 2 : Comparaison à un ou plusieurs témoins TEST DE DUNNET

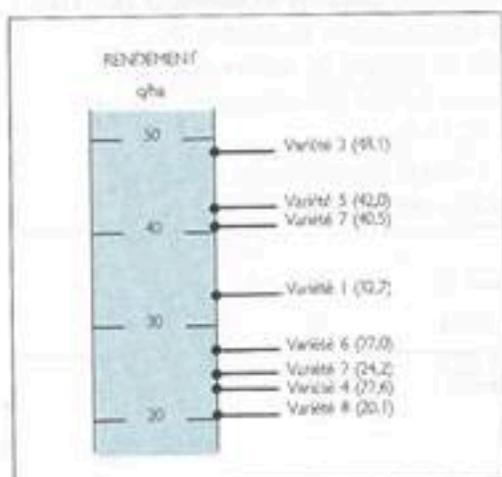
libellés	moyenne q/ha	
Variété 3	48,1	Variétés meilleures que les témoins
Variété 5	42,0	
Variété 7	40,5	
Variété ①	37,7	Variétés non différentes des témoins
Variété ②	24,2	
Variété 6	27,0	
Variété 1	22,6	Variété inférieure aux témoins
Variété 8	20,1	

- Par exemple, les variétés ① et ② ont été retenus comme témoins (moyenne 28,5).
- Le test de Dunnett calcule un Plus Petit Ecart Significatif (PPES = 7,7 q/ha).
- Si l'écart entre la moyenne du traitement (48,1, 20,1, ...) et la moyenne du ou des témoins (28,5) est supérieur au PPES, on déclare que ce traitement est supérieur ou inférieur au témoin.

Avec le risque d'erreur qu'on s'est fixé, 5 % par exemple...

## Des chiffres et des graphiques (I)

- L'expérimentation permet d'obtenir des résultats chiffrés fiables (comptages, notations, rendements, ...)
- Mais pour DIFFUSER ces résultats, des graphiques permettent de mieux visualiser les résultats obtenus.

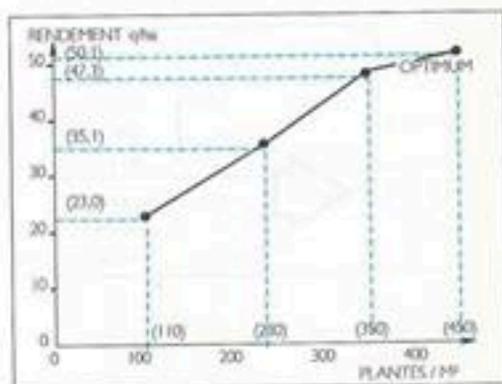


### • Essai VARIÉTÉS

- Le classement est plus visuel.
- Les écarts entre variétés ou entre groupes de variétés apparaissent plus nettement qu'à la seule lecture du tableau de résultats chiffrés.

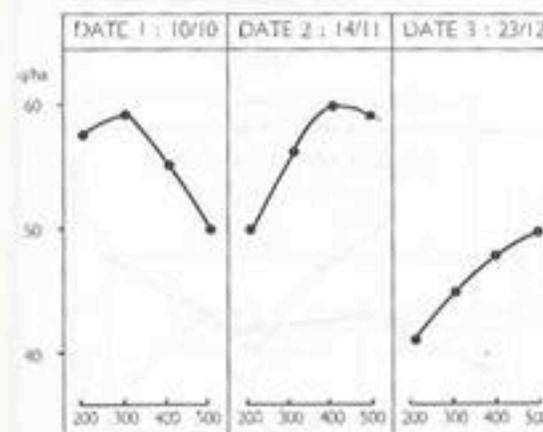
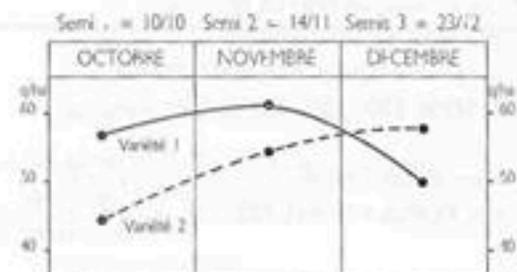
### • Essai DENSITÉS de semis.

- L'abscisse indique le nombre de plantes/m<sup>2</sup> de chaque densité.
- L'ordonnée indique le rendement obtenu à chaque densité.
- La densité optimale apparaît « visuellement ».



### • Essai DATES de semis

- L'ordonnée indique le rendement en q/ha. L'abscisse est le calendrier.
- Les courbes obtenues indiquent les dates de semis optimales et la différence de comportement de chaque variété...



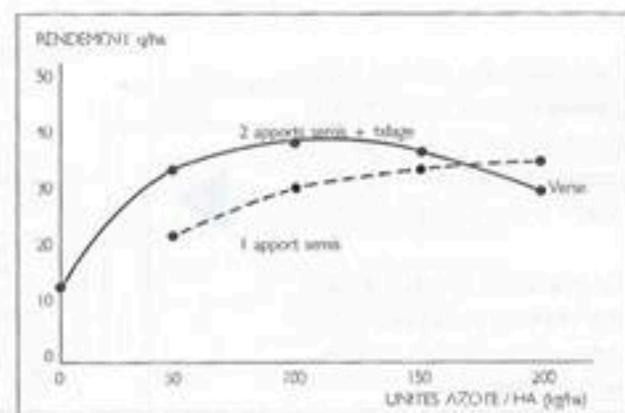
### • Essai DATES ★ DENSITÉS

- Pour chaque date, on construit la courbe des rendements obtenus pour chaque densité...
- L'INTERACTION apparaît nettement : elle indique la densité optimale pour chaque date.

### • Essai AZOTE

Doses totales × Fractionnement.

- Abscisse et ordonnée reprennent respectivement les quantités d'azote épandues et les rendements obtenus.
- Le meilleur fractionnement (ici 2 apports) et la dose à conseiller pour chaque fractionnement apparaissent immédiatement.



- Dans l'essai **DENSITÉS** de semis présenté dans le tableau, l'expérimentateur **VOULAIT SEMER** ou **A SEMÉ 200, 300, 400 et 500 grains par m<sup>2</sup>**.

- Mais les comptages effectués ont montré des **POPULATIONS RÉELLES** de 130, 212, 225 et 315 plantes/m<sup>2</sup>...

Densité théorique G/m <sup>2</sup>	200	300	400	500
Plantes levées/m <sup>2</sup>	130	212	225	315
Rendement q/ha	25,3	30,2	28,8	34,6

► Ce qui devrait être fait

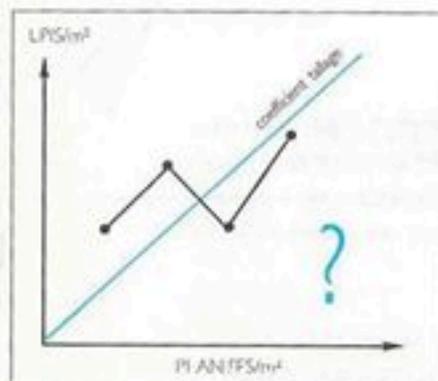
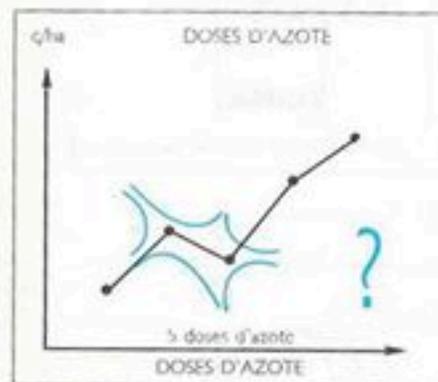
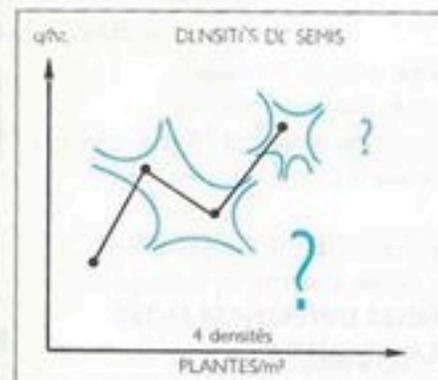
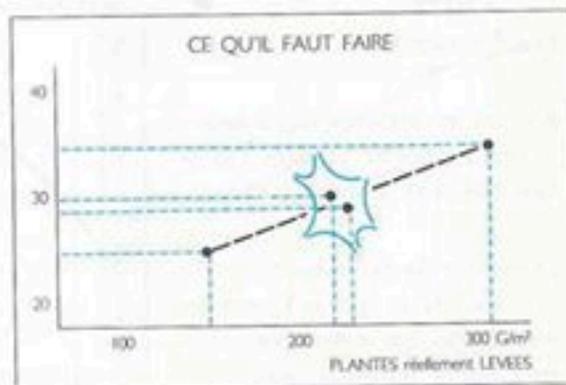
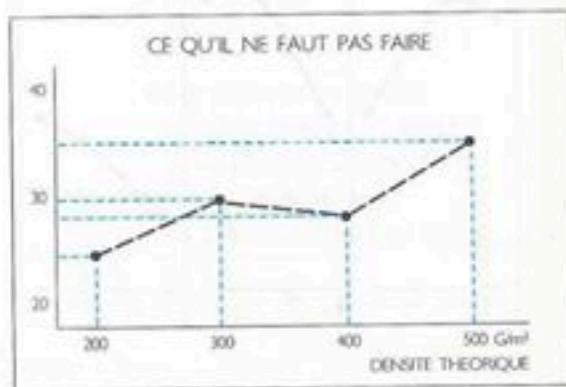
► Ce qui a été obtenu

- Il y a peut-être des portes à la levée pour expliquer la différence entre 200 grains semés et 130 plantes levées...

- mais il ya peut-être une erreur involontaire en n'obtenant que 225 plantes pour 400 grains alors qu'on en a obtenu 212 pour 300 grains...

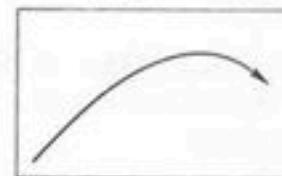
- Les « densités » (212 et 225) plantes/m<sup>2</sup> sont très proches l'une de l'autre : il devient normal que les rendements soient très proches l'un de l'autre...

- Le graphique construit à partir des densités théoriques masque cette information et rend la lecture imprécise...



- **GRAPHIQUEMENT**, l'expérimentateur doit apprécier la cohérence de ses résultats...  
... même si l'analyse de variance indique une bonne précision pour l'essai...

- Certains phénomènes physiologiques et biologiques comme la réponse aux densités de semis, la réponse aux doses d'azote, la fabrication des épis, ... doivent donner une **COURBE DE RÉPONSE** progressive et continue.

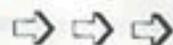


- Toute distorsion de la courbe indique la présence de **POINTS SUSPECTS**.

- il faut **REVÉRIFIER** les données et les résultats...  
... et s'il n'y a pas d'erreur ou d'explication, il faut **SE MÉFIER** des résultats obtenus, surtout si la courbe est construite avec peu de points-résultats...

# Synthèse et conseil (I)

## DE L'ESSAI... AU REGROUPEMENT D'ESSAIS

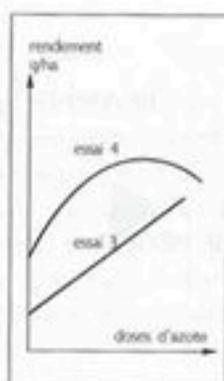
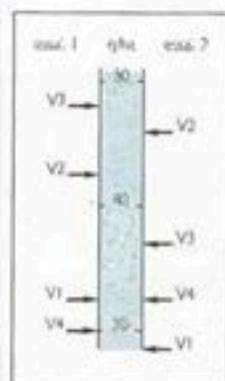


► En général,  
LES RÉSULTATS D'UN ESSAI  
ONT UNE PORTÉE LIMITÉE :

	Ecart-type résiduel ETR	Coefficient de variation
	3,13 q/ha	9,7 %

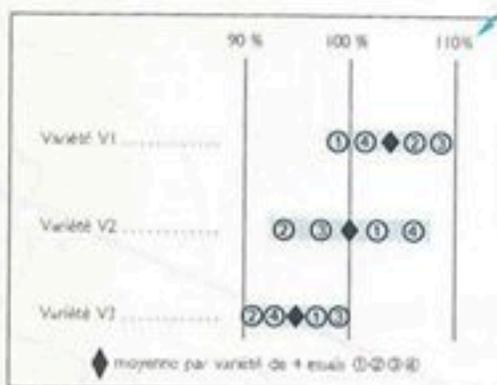
- Même si l'essai est réalisé avec le plus grand soin, l'écart-type résiduel (ETR) est rarement inférieur à 2 ou 3 quintaux/ha.
- Par conséquent, il est très difficile de réussir à mettre en évidence de FAIBLES DIFFÉRENCES ENTRE TRAITEMENTS.

► De plus, LES RÉSULTATS DE PLUSIEURS ESSAIS SONT RAREMENT IDENTIQUES :



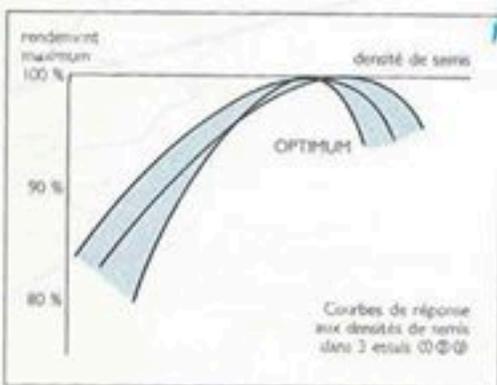
- Quand l'expérimentateur met en place deux essais « variétés » ou « azote » dans une même région...  
... le classement variétal, ou l'optimum d'azote, etc. peuvent être différents selon les essais.

C'est  
LE REGROUPEMENT  
DES ESSAIS qui permet :

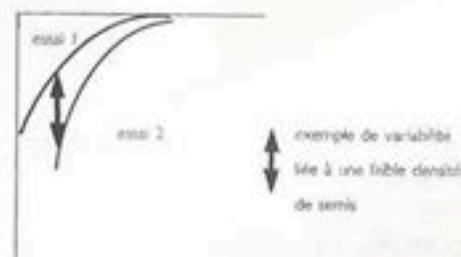


① de **CLASSER** les traitements entre eux (moyennes variétales, ...) ou de trouver le **TRAITEMENT OPTIMUM**

C'est le **CONSEIL** que l'on donne à l'agriculteur.



② de mesurer la **VARIABILITÉ** du résultat et du conseil



C'est le **RISQUE** que l'on fait prendre à l'agriculteur.

Pour conseiller l'agriculteur, l'expérimentateur doit mesurer **LE RÉSULTAT MOYEN** de chaque traitement et **LA VARIABILITÉ** de ce résultat.

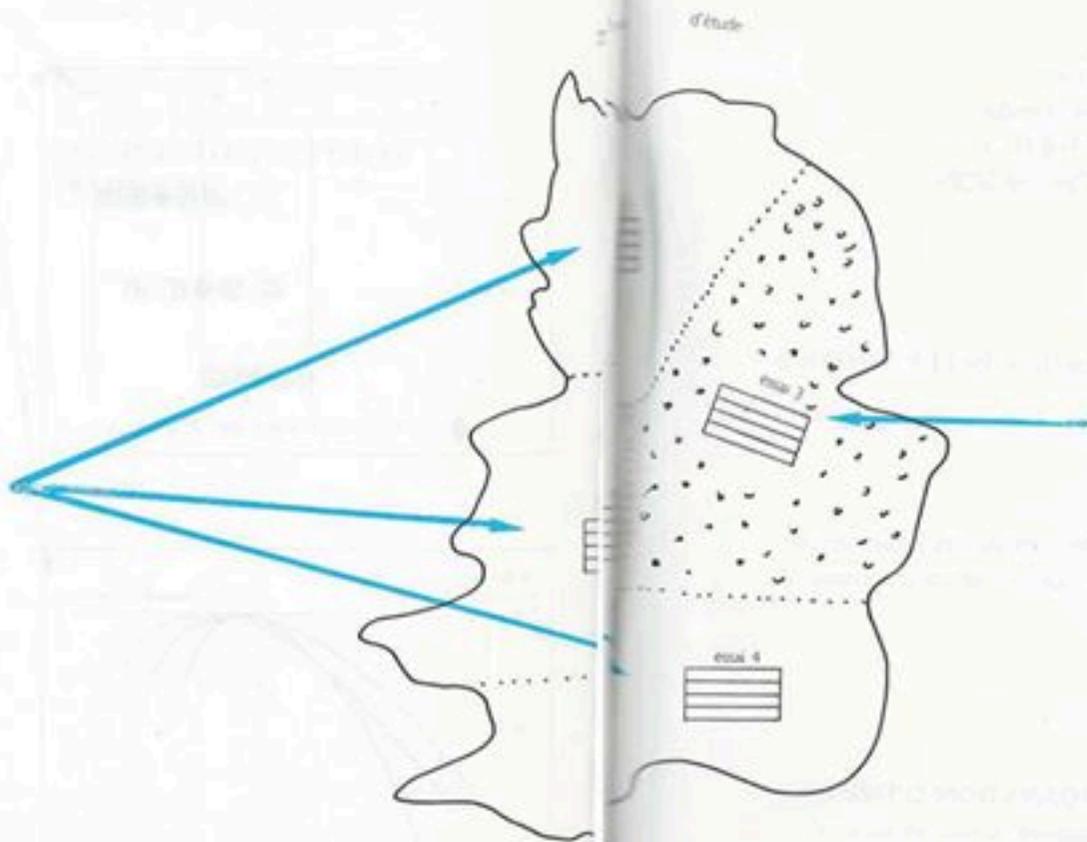


Il faut donc réaliser **UN RÉSEAU D'ESSAIS**



Le réseau d'essais c'est : **AU MOINS 3 à 4 ESSAIS, PENDANT AU MOINS 3 ANS,** dans une même zone d'étude

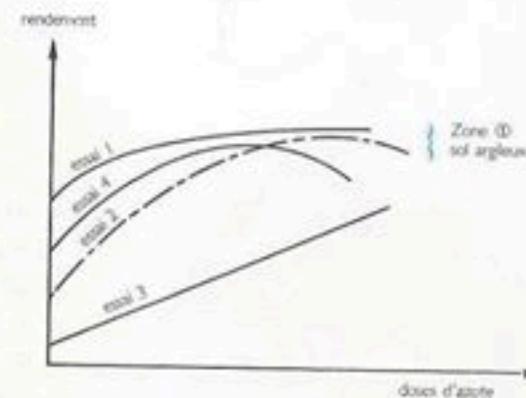
Il faut donc choisir les lieux d'une manière aussi proche que possible d'un tirage au hasard.



De plus **LE RÉSEAU D'ESSAIS** nivelle ou, au contraire, détecte l'hétérogénéité liée au SOL, au CLIMAT, ...

L'expérimentateur peut détecter les lieux qui ne répondent pas comme les autres.

La région sera zonée (ZONAGE) en fonction des différents types de réponse obtenus :

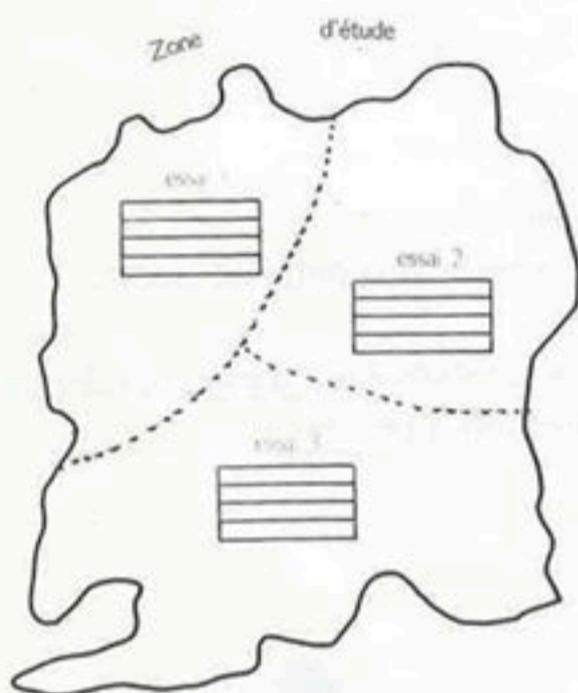


• Il faudra alors créer **UN RÉSEAU D'ESSAIS PAR ZONE.**

# Synthèse et conseil

## CONSERVER LES RÉSULTATS

- L'essai est terminé, les résultats sont dépouillés.
- Il convient alors de **STOCKER LES RÉSULTATS** de manière claire et concise.



- Quand il y aura suffisamment d'essais **DU MÊME THÈME** et **SUR LA MÊME RÉGION**

l'expérimentateur en fera **LA SYNTHÈSE.**

- Tous les résultats de ces essais seront confrontés (sur un même graphique, etc.)
- C'est l'**INFORMATION D'ENSEMBLE** — regroupement annuel et surtout pluriannuel — qui indiquera la tendance moyenne des résultats et le **CONSEIL À DONNER** aux agriculteurs...