FORMATIONS AUX STATISTIQUES : MANUEL DU FORMATEUR DE NIVEAU 1

Janvier 1991

SCÉNARIO 1

Protocole expérimental

INRA

DOCUMENTS "FORMATEUR"

DÉPARTEMENT DE BIOMÉTRIE

formation permanente

EXEMPLE 1

Etudiant les temps de marche d'un lot de 2500 montres d'une même marque et d'un même type, ces montres ayant été remontés à fond, on en prélève une sur cent et on note, pour chacune, le temps qui sépare le moment où le remontage est terminé de l'arrêt

Exemple extrait des documents ITCF

Objectif Scientifique	Etudier le temps de marche d'un lot de 2500 montres d'une même marque et d'un même type.
Variable	Le temps de marche (de la fin du remontage à l'arrêt) constitue la variable. Elle est quantitative, continue et simple.
Unité expérimentale	Chaque mesure de temps porte sur une montre. La montre est l'unité expérimentale.
Echantillon	Les 25 montres étudiées constituent l'échantillon.
Matériel expérimental	Les 2500 montres du lot constituent le matériel expérimental (ou population)

Transparent 2 :

Commentaire :

Insister sur la définition des termes :

Objectif
Variable
Unité expérimentale
Echantillon
Matériel expérimental
Variable quantitative
Variable continue

EXEMPLE 2

Etudiant la capacité respiratoire des filles de 14 ans d'une association sportive, on fait porter l'observation sur 60 filles et l'on note pour chacune d'elle une capacité "normale", "inférieure à la normale" ou "supérieure".

Exemple extrait des documents ITCF

Objectif scientifique	Etudier la capacité respiratoire des filles de 14 ans d'une association sportive.
Variable	La capacité respiratoire, notée (ou repérée) comme "normale", inférieure" ou "supérieure, constitue la variable. Elle est qualitative, discontinue et simple.
Unité expérimentale	Chaque type de capacité porte sur une fille déterminée. La fille constitue l'unité expérimentale.
Echantillon	Les 60 filles constitue l'échantillon.
Matériel expérimental	Si les 60 filles ont été prises dans une section particulière de l'association, la population ou le matériel expérimental est constitué par les filles de 14 ans appartenant à cette section de l'association.

transparent 4 :

Commentaire :

Montrer que le matériel expérimental peut être différent suivant les modalités de sélection des 60 filles qui constituent l'échantillon.

- les filles de 14 ans d'une association
- les filles de 14 ans d'une section de l'association

Définir : variable discontinue

EXEMPLE 3

Etudiant la casse des ampoules électriques du métro parisien, on décide de relever, pendant 30 jours consécutifs, le nombre d'ampoules cassées journellement.

Exemple extrait des documents ITCF

Objectif Scientifique Etudier la casse des ampoules électriques dans le métro parisien.

Variable Le nombre d'ampoules cassées journellement constitue la variable. Elle est quantitative, discontinue et simple.

Unité expérimentale Chaque observation porte sur un jour puisqu'il s'agit d'observer la casse journalière; le jour constitue l'unité expérimentale.

Echantillon L'échantillon est constitué par les 30 jours sur lesquels ont été fait les relevés.

Matériel expérimental Le matériel expérimental se confond ici avec l'échantillon. Il n'en serait pas de même si les 30 jours avaient été choisie parmi les 365 jours de l'année.

EXEMPLE 4

En vue d'étudier la liaison existant entre la consommation horaire de carburant et l'âge des véhicules d'un type déterminé, on constitue un lot de 22 véhicules; on mesure la consommation horaire dans un terrain de référence.

Exemple extrait des documents ITCF

Objectif scientifique	étudier la liaison entre la consommation horaire et l'âge des véhicules d'un type déterminé.
Variable	Le couple "consommation horaire - âge" constitue la variable. Elle est quantitative, continue et complexe.
Unité expérimentale	Chaque couple "consommation - âge" portera sur un véhicule déterminé. Le véhicule constitue l'unité expérimentale.
Echantillon	Ayant pris en considération 22 véhicules, l'échantillon est constitué par ces 22 véhicules.
Matériel expérimental	Si les 22 véhicules ont été pris dans l'ensemble du parc des véhicules de ce type en service dans une entreprise de TP, le matériel expérimental est constitué par tout les véhicules de même type appartenant à ce parc.

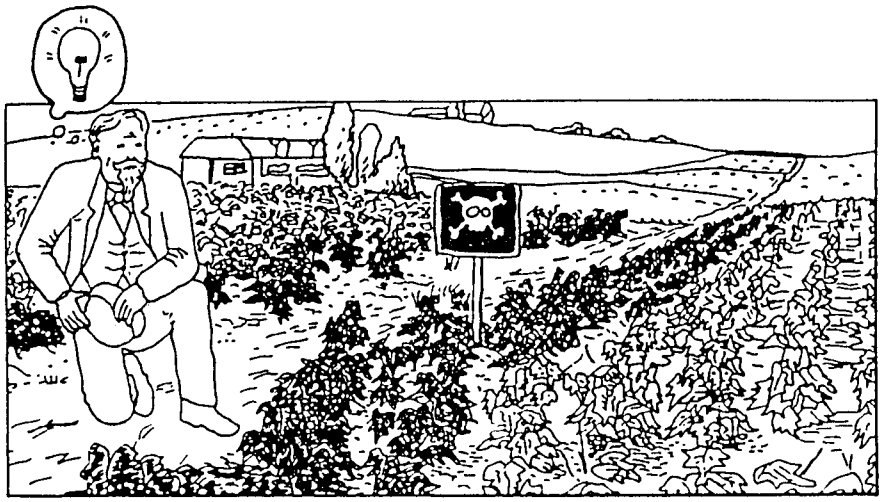
transparent 8 :

Commentaire :

Montrer que le matériel expérimental tel qu'il est décrit ne correspond pas à l'objectif scientifique annoncé.

Pour atteindre un tel objectif en limitant les risques d'erreur, le matériel expérimental doit être constitué de tous les véhicules de ce type et l'échantillon prélevé dans les parcs des différentes entreprises qui en possèdent afin d'être représentatif de l'ensemble des véhicules de ce type.

➡ HYPOTHESE A PRIORI



transparent 9

Commentaire recommandé :

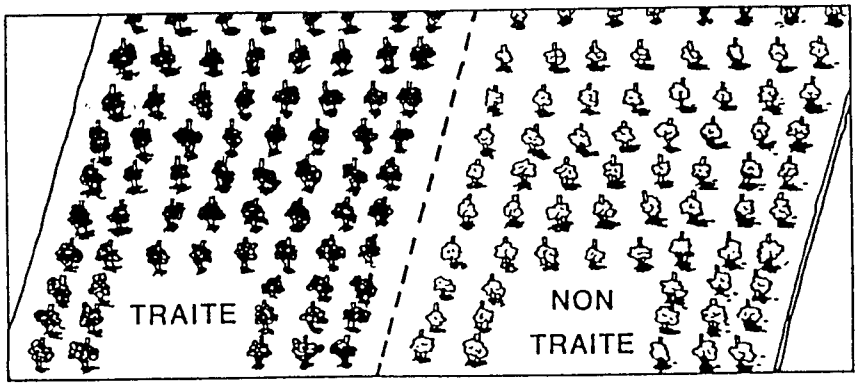
Voir (1) pages 8-10 pour la définition de l'expérimentation.

En expérimentation, il faut avoir une idée ou une hypothèse a priori à tester, comme ce fut le cas de MILLARDET au début de ce siècle. MILLARDET avait remarqué que, dans un vignoble, une partie des ceps n'était pas atteinte par le mildiou. Lorsqu'il apprit que certains rangs de vigne étaient aspergés avec un sel de cuivre dans le but d'éloigner les maraudeurs, il fit l'hypothèse que le sel de cuivre protégeait le vignoble du mildiou.

Remarque : sur le transparent, les rangs qui ont reçu le sel de cuivre sont en foncé.

HYPOTHESE A PRIORI

➔ INTERVENTION



transparent 10

Commentaire recommandé :

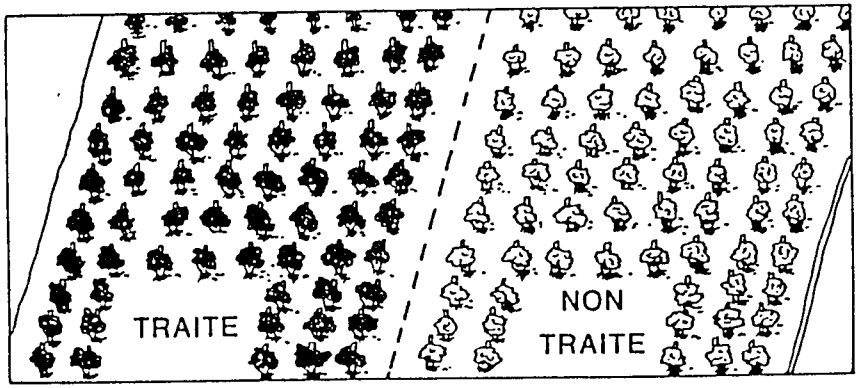
Une expérimentation, c'est aussi l'intervention de l'homme. Pour tester l'hypothèse de MILLARDET, il faut choisir un ensemble de pieds de vigne, découper cet ensemble en 2 moitiés, puis, volontairement, appliquer du sel de cuivre sur une moitié et ne rien appliquer sur l'autre.

Remarque : on pourra déjà évoquer la nécessité du tirage au hasard (voir transparent no 36).

HYPOTHESE A PRIORI

INTERVENTION

➔ TOUTES CHOSES EGALES PAR AILLEURS



transparent 11

Commentaire recommandé :

Enfin, les 2 moitiés du champ doivent être aussi semblables que possible en dehors, bien sûr, du fait de recevoir ou non le sel de cuivre.

Remarque : la similitude est nécessaire avant l'essai, (même type de sol, même précédent, ...) mais aussi pendant son déroulement (mêmes façons culturales ...).

EXPERIMENTATION

- Hypothèse a priori mise à l'épreuve
- Intervention de l'homme
- Toutes choses égales par ailleurs

ENQUETE

- Observation de la réalité
- Pas d'intervention de l'homme
- Tout varie

transparent 12

Voir (1) page 10, où l'on trouvera quelques remarques sur la place respective de l'enquête et de l'expérimentation dans un processus de recherche.

EXEMPLE 5

Un laboratoire de produits pharmaceutiques a découvert une substance S dont l'application préliminaire favorise théoriquement l'action des rayons X dans le traitement d'une maladie de la peau

Quel type de traitements expérimentaux est il possible de comparer pour vérifier l'action bénéfique de cette substance (la substance S s'applique obligatoirement pendant un mois et la radiothérapie pendant 2 mois).

?

Exemple extrait de : L'essai thérapeutique chez l'homme

D. SCHWARTZ - R. FLAMANT - J. LELLOUCH

transparent 13

Le problème posé est le suivant :

Un laboratoire de produits pharmaceutiques a découvert une substance S, dont l'application préliminaire favorise théoriquement l'action des rayons X dans le traitement d'une maladie de la peau.

En faisant abstraction des problèmes moraux soulevés par une telle expérimentation et des difficultés de constituer des groupes identiques de malades, faire imaginer à l'auditoire les types de traitements expérimentaux qu'il est possible de comparer pour vérifier l'action bénéfique de cette substance (la substance S s'applique obligatoirement pendant 1 mois et la radiothérapie pendant 2 mois).

Voir (2) pages 13-15 pour davantage de détails sur le problème posé.

A COMPARER :

- RADIOTHERAPIE (pendant 2 mois)

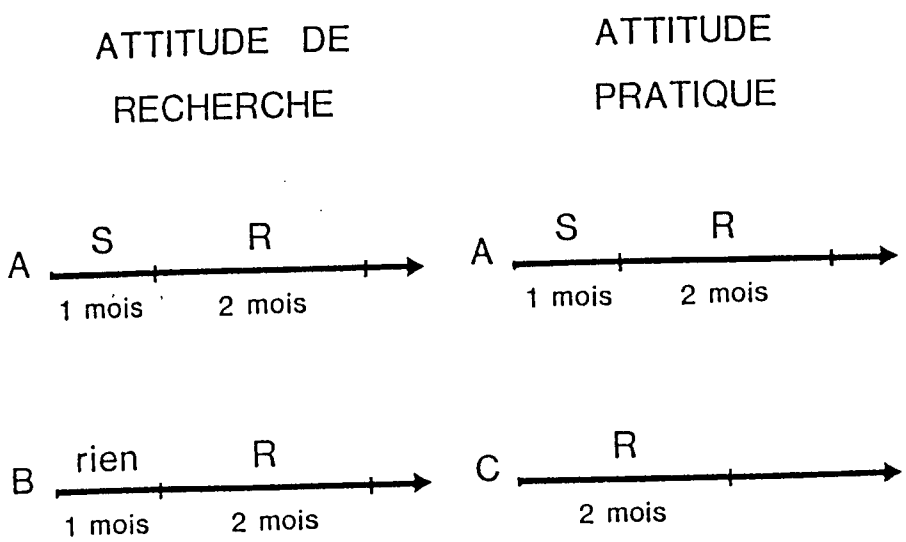
- SUBSTANCE (pendant 1 mois) puis
  RADIOTHERAPIE (pendant 2 mois)

EXEMPLE EXTRAIT DE :

L'ESSAI THERAPEUTIQUE CHEZ L'HOMME
D. SCHWARTZ - R. FLAMANT - J. LELLOUCH

transparent 14

Voir (2). Insister sur la nécessité de l'établissement d'un protocole expérimental.



transparent 15

Il est possible de concevoir les 3 types de traitements schématisés ici : A,B et C.

La comparaison des traitements A et B permet de tester l'efficacité de la substance S. En effet, la seule différence entre les traitements appliqués aux 2 groupes de malades est : "substance S pendant 1 mois" et "absence de substance S pendant 1 mois". Cette comparaison est intéressante pour un "chercheur" (c'est l'attitude de recherche" ou "attitude explicative").

La comparaison des traitements A et C est intéressante pour un "médecin traitant" qui, en fonction des résultats obtenus, pourra conseiller le meilleur. Cette comparaison ne permet pas de démontrer l'efficacité de la substance S; elle confronte simplement un traitement existant (C) à un nouveau traitement (A) (c'est "l'attitude pratique").

Voir (2) pages 13-15 pour davantage de détails sur les 2 types d'attitude.

	RECHERCHE	PRATIQUE
MODES DE COMPARAISON	Différence entre traitements	Choix d'un système
TRAITEMENTS EXPERIMENTAUX	Niveaux de un ou plusieurs facteurs	Combinaisons de techniques pratiques
UNITES EXPERIMENTALES	Homogènes Sensibles	Représentatives des conditions réelles
CRITERES DE JUGEMENT	Techniques	Socio-économiques

transparent 16

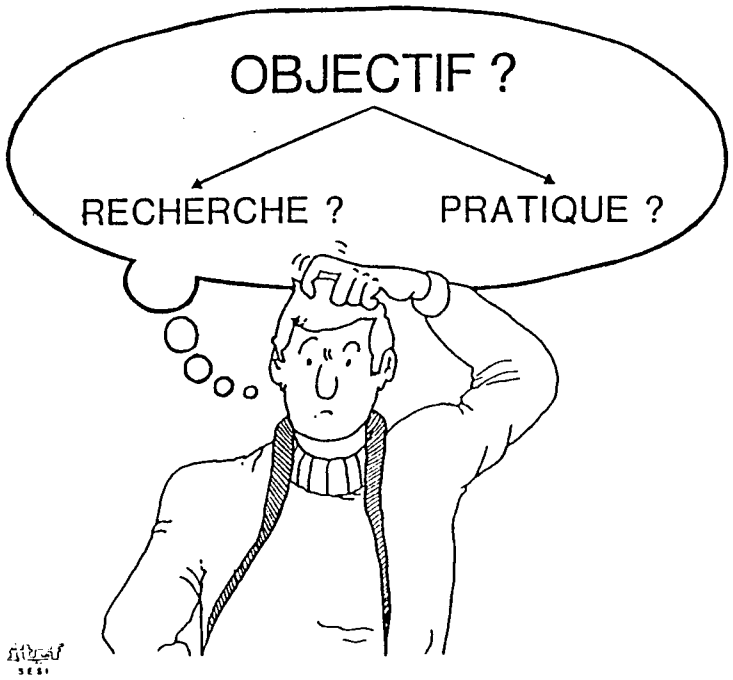
Voir (2) page 16, pour les différences essnetielles entre les 2 attitudes.

Signaler que les transparents suivants (no 12 à 19) vont illustrer ces différences sur un exemple agronomique.

transparent 17

Commentaire recommandé :

L'objectif est-il d'analyser, comprendre, expliquer les phénomènes? C'est celui du chercheur. Ou bien est-il de mettre en évidence les traitements qui, en pratique, donnent les meilleurs résultats?
C'est celui de l'homme de terrain.

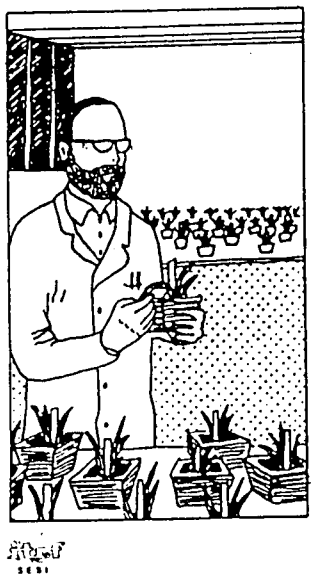


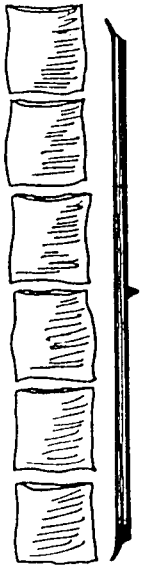
transparent 18

Insister sur le fait que la définition précise de l'objectif est la partie la plus difficile mais la plus fondamentale du protocole.

Voir (2) pages 13-16 et pages 21-22.

DEFINITION DES TRAITEMENTS





POTENTIEL
DES VARIETES

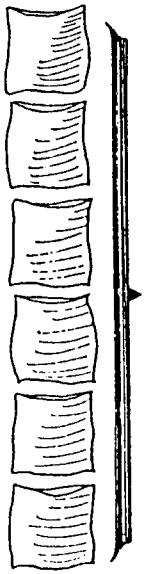
variétés cultivées
de la même façon
et en conditions
non-limitantes

transparent 19

Insister sur :

- le but du chercheur : évaluer le potentiel de nouvelles variétés
- ses conséquences sur la définition des traitements : à cultiver tous de la même façon et à placer dans des situations non limitantes.

DEFINITION DES TRAITEMENTS



MODE D'EMPLOI
DES VARIETES

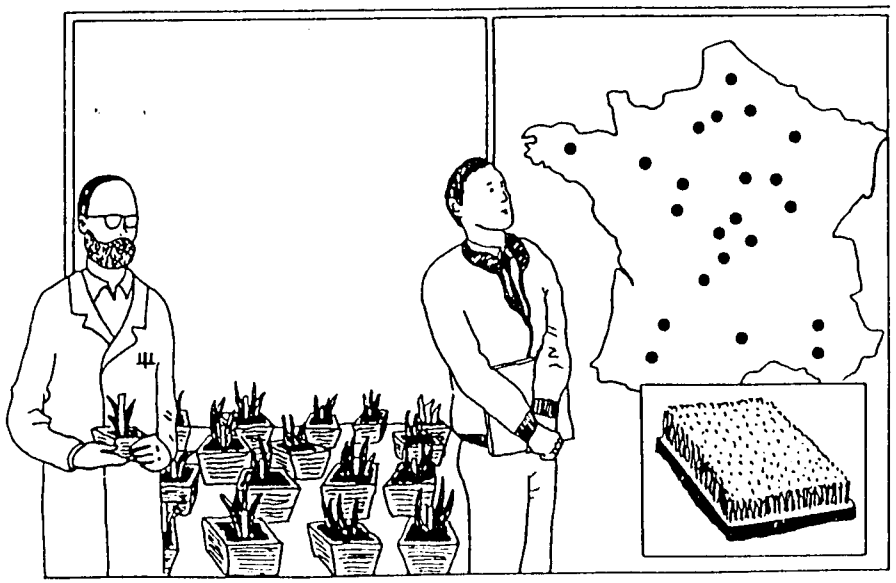
conditions de
culture adaptées
à chaque variété

transparent 20

Insister sur :

- le but de l'homme de terrain : trouver les meilleures variétés dans une région donnée
- ses conséquences sur la définition des traitements : à cultiver dans les conditions de la pratique, avec ses contraintes.

CHOIX DES UNITES EXPERIMENTALES



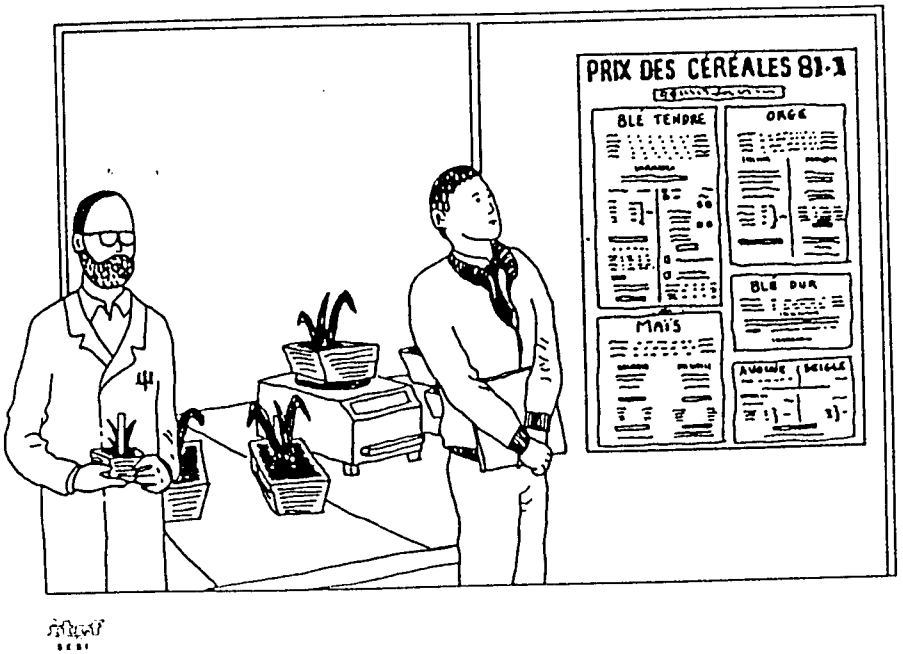
pour le chercheur :

unités homogènes et sensibles, étudiées en "laboratoire" (essai isolé)

pour l'homme de terrain :

unités représentatives des conditions réelles, étudiées en "réseau"

CHOIX DES VARIABLES MESUREES



transparent 22

pour le chercheur :

variables techniques (poids, longueurs, ...)

pour l'homme de terrain :

Variables socio-économiques (marge bénéficiaire, durée et pénibilité des travaux, ...)

I THEME DE L'ETUDE

II OBJECTIF SCIENTIFIQUE

III FACTEURS ETUDIES

IV MATERIEL EXPERIMENTAL

V UNITE EXPERIMENTALE

VI VARIABLES MESUREES

VII ECHANTILLON

VIII CONDUITE ET DEROULEMENT

IX CONTRAINTES

- du matériel expérimental

- des conditions d'environnement

transparent 23

Commentaire :

Insister sur le respect d'un plan lors de la présentation d'un dispositif expérimental.

EXEMPLE 6

Le but de l'expérience est de quantifier la teneur en acide folique, chez des mères et les embryons de rattes traitées par injection de PY (PYRIMETHAMINE), afin de déterminer le niveau d'action de la PY.

Après obtention de 10 femelles gestantes, le soir du 11ème jour de gestation, à 18 heures, on injecte à 5 d'entre elles de la PY à dose fixe, les 5 restantes servant de témoin. Le lendemain, 12ème jour de gestation, à 18h les femelles sont sacrifiées et les tissus maternels (sang, plasma, foie) et foetaux prélevés et congelés jusqu'au dosage.

transparent 24

Commentaire :

Chez la RATTE gestante, l'administration d'un médicament antimalarien (-antipaludéen) la PYRIMETHAMINE (=PY) entraine des malformations chez le nouveau-né, en particulier de la face et des membres. Les malformations les plus graves sont létale. Or ce médicament empêche l'action d'une vitamine du groupe B (l'acide folique) indispensable à la réalisation d'une division cellulaire normale. Chez l'embryon, tous les tissus subissent des divisions cellulaires accélérées, d'où l'importance de l'acide folique.

Objectif scientifique.	Déterminer le niveau d'action de la PY sur la teneur en acide folique, chez la mère et les embryons, de ratte gestante après injection intrapéritonéale de PY.
Variable	La quantité d'acide folique des tissus constitue la variable. Elle est continue et calculée.
Unité expérimentale	Le couple mère embryons constitue l'unité expérimentale.
Echantillon	Le lot de 10 femelles gestantes constitue l'échantillons
Matériel expérimental	50 femelles, élevées dans des conditions constantes de température (28°C) et d'éclairement (14hL/10hN).
Traitement	Injection intrapéritonéale de 25 mg/kg de PY le soir du 11ème jour de gestation.

transparent 25

Commentaire :

Rappeler les précisions suivantes :

- Acquisition des données

  Le sang est obtenu par ponction cardiaque sur seringue héparinée. Après le sacrifice des animaux, le foie et les embryons sont prélevés pour le dosage de l'acide folique.

  La quantité d'acide folique est exprimée en nanogramme par milligramme ou millilitre de tissu. Elle est de nature continue. Cette quantité n'est pas une mesure directe. Elle est calculée à partir d'une gamme étalon entre la valeur du PH et la concentration en acide folique. La mesure initiale est donc une mesure de PH.

- Unité expérimentale

  Pour la mère : sang plasma, foie, on effectue des dilutions successives (3 unités), après le dosage on obtient une tenue pour chaque tissu.

  Pour les embryons : on fait un pool des n embryons d'une femelle puis un broya suivi de dilutions successives, on rapporte ensuite la mesure finale au gramme de tissu.

CONTRAINTES IMPOSEES PAR LE MATERIEL BIOLOGIQUE

- Les femelles ne s'accouplent pas toutes en même temps.

- Le temps nécessaire pour effectuer les prélèvements sur un nombre d'animaux > 5 excéderait la journée.

- Certains animaux décèdent, d'autres, malgré l'accouplement, ne sont pas gestantes.

transparent 26

Commentaire :

Pour réalilser cette expérience, 50 femelles, élevées dans des conditions constantes de température (23 C) et d'éclairement (14hL/10hN), on été utilisées. Elles sont placées dans ces cages avec un mâle (5 femelles par cage). Le lendemain, frottis pour toutes les femelles, celles dont le frottis est positif (présence de spermatozoïdes) sont regroupées dans la même cage (maxi 5). Sur l'ensemble des femelles positives toutes ne seront pas forcément gestantes. Le jour du traitement les femelles qui n'auront pas gagné 40g seront éliminées car considérées comme non gestantes.

Pour chacune des cages, la répartition des femelles gestantes dans les lots traité et témoin est effectuée au hasard.

LES FACTEURS DE VARIATION :

Le traitement à la PY à deux niveaux :

- présence,
- absence.

Le facteur cage.

transparent 27

Commentaire :

Définir le terme de facteur contrôlé.

Montrer la différence entre ces deux facteurs de variation.

L'un est étudié, le traitement à la PY à deux niveaux, c'est le but de l'expérience.

L'autre est contrôlé, le facteur cage, afin d'en minimiser les effets, montrer comment.

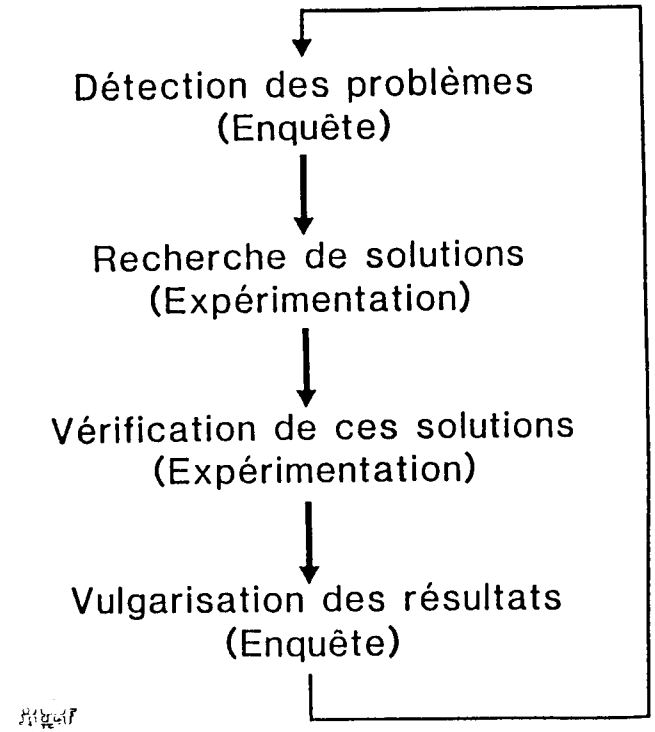
LA FIABILITE DES RESULTATS

Il manque un témoin à cette expérience.

Lequel ?

transparent 28

Commentaire :

Il faut un 2ème lot témoin composé d'animaux recevant une injection type placébo, c'est-à-dire sans PY, afin de tester l'effet propre de l'injection, du stress, ...

COMPLEMENTARITE
ENQUETE - EXPERIMENTATION