

Stratégies d'échantillonnage

Préparé par: M. Boukheroufa



Programme

Introduction générale

I. Notion de **pré modèle** et de **modèle**...

II. Stratégie d'**échantillonnage**

- Echantillonnage aléatoire simple
- Echantillonnage systématique
- Echantillonnage stratifié

III. Méthode d'échantillonnage de la **flore**

- Méthode physionomique
- Méthode sigmatiste
- Méthode phytoécologique

IV. Méthodes d'échantillonnage de la **faune**

- Insectes
- Oiseaux
- Mammifères

Objectifs du cours

- ❑ Faire le lien entre la **théorie** et le **travail de terrain** exigé d'un écologiste
- ❑ Comprendre comment passer d'une **question** à un **mode d'échantillonnage**
- ❑ Apprendre les **méthodes** de terrain utilisées en écologie → (avantages et inconvénients des méthodes)
- ❑ Savoir comment **analyser les données** d'échantillonnage

POPULATION : « En écologie »

Groupe d'individus de la même espèce occupant un espace donné à un instant donné et ayant la possibilité de se reproduire entre eux.



*Mesurer la taille de la population
entière*

*Couvrir exhaustivement l'aire
occupée par la population*

*La plupart du temps c'est
strictement impossible*

← **Objectif**

← **Situation idéale**

← **Problème**



ÉCHANTILLONNAGE

← **Solution**

ECHANTILLONNAGE

Population

(Ensemble de référence)

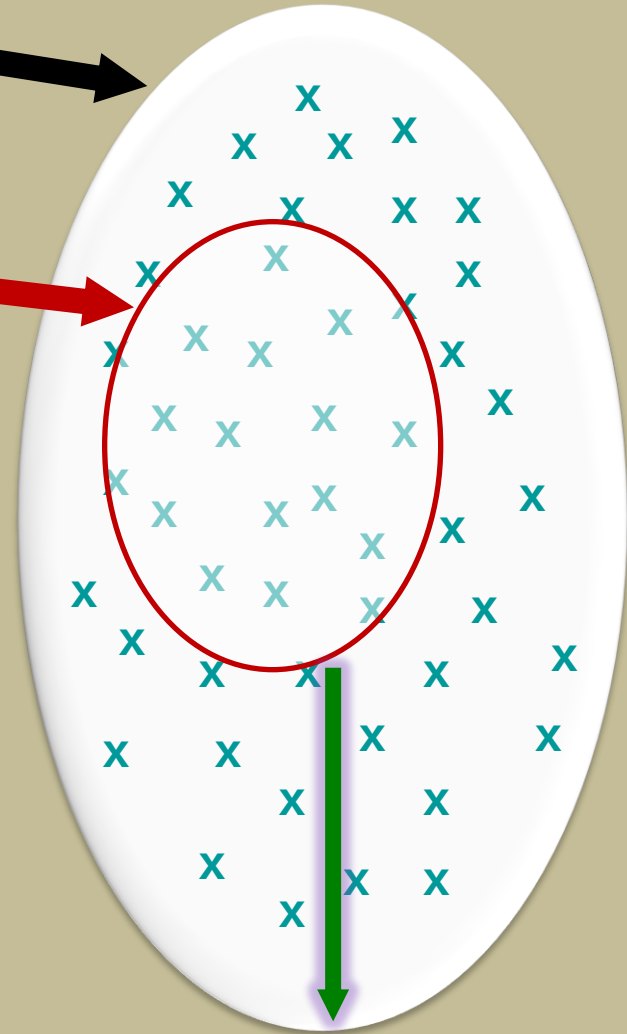
Echantillon

(Sous-ensemble)

BIOSTATISTIQUES

Estimation
Test

...



ECHANTILLONNAGE

La notion d'échantillonnage est liée à celle de stratégie, qui doit assurer le meilleur compromis entre:

Contraintes naturelles

(hétérogénéité spatiale, échelles significantes ...)

Objectif de l'étude

(hypothèse correctement posée)

Contraintes techniques

(temps disponible, fiabilité des mesures ...)

Contraintes mathématiques

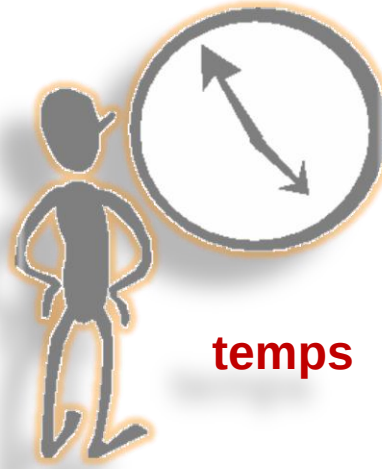
(qualité des données ...)

Pourquoi travaille-t-on sur un échantillon ?

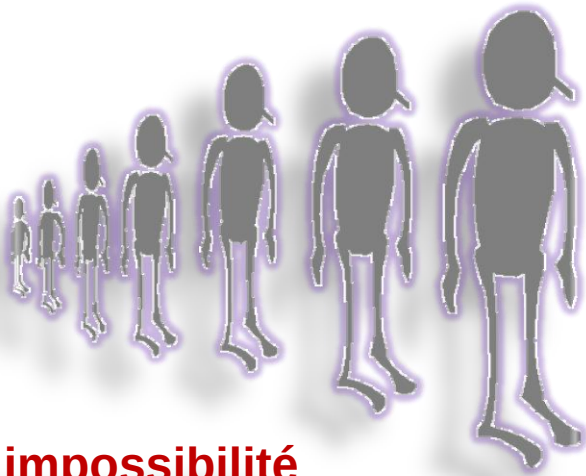
coût



temps



**Tests
destructifs**



**impossibilité
d'avoir la population
entière**

- Aire trop grande

- Terrain difficile d'accès

- Déplacement à l'intérieur difficile

- Autorisation de propriétaires difficiles à obtenir

- ...

Différents types d'échantillonnages :

Types non probabilistes:

- **Choix irrationnel** des échantillons, cette procédure est à rejeter
- **échantillonnage subjectif**: les critères sont propres à l'observateur. Bien que cette procédure soit satisfaisante, les observations recueillies ne se prêtent pas à un traitement statistique rigoureux.

Types probabilistes: (Stratégie d'échantillonnage)

- Échantillonnage systématique
- Échantillonnage aléatoire
- Échantillonnage stratifié

Stratégies d'échantillonnage

Échantillonnage aléatoire

Échantillonnage systématique

Échantillonnage stratifié

Échantillonnage aléatoire

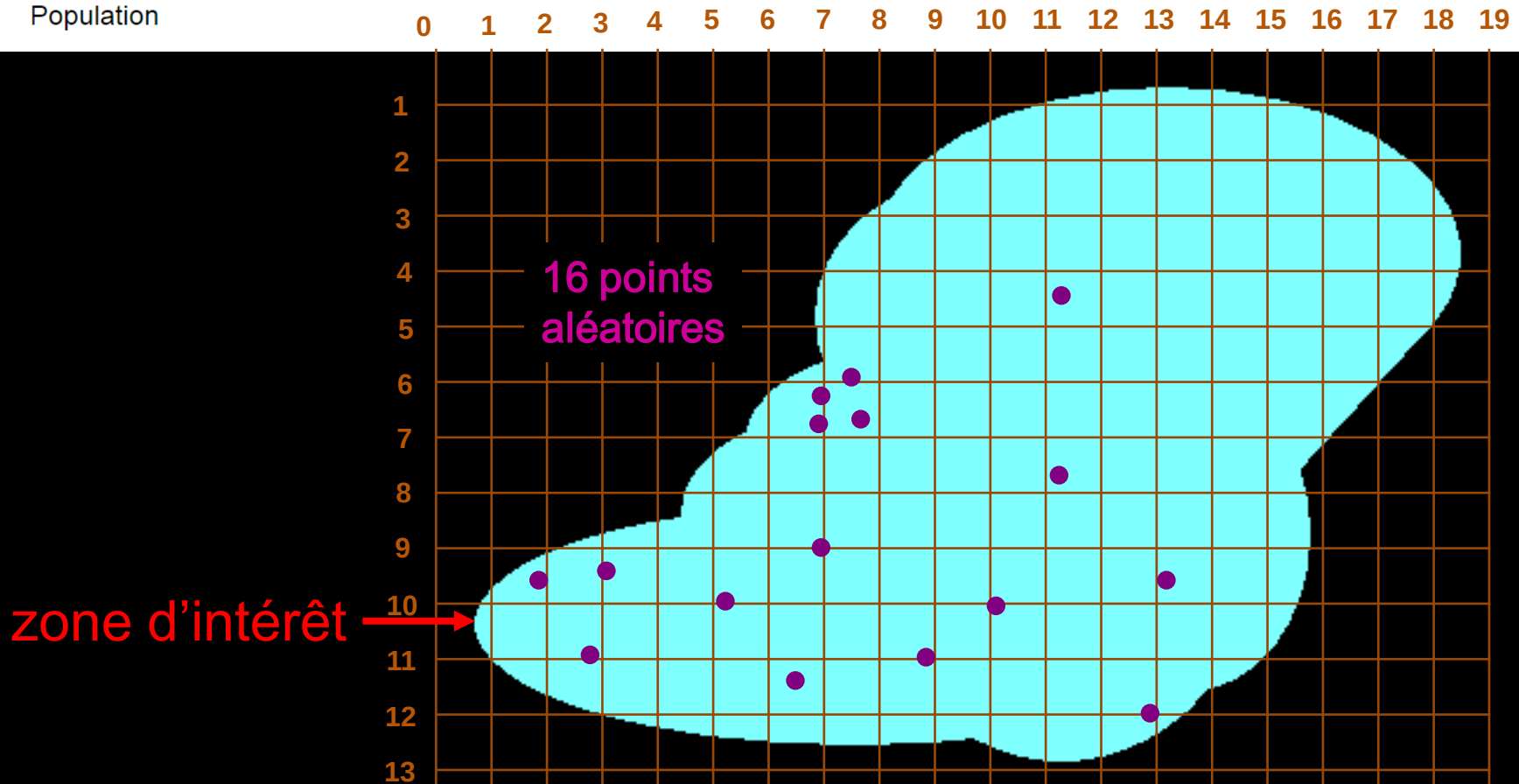
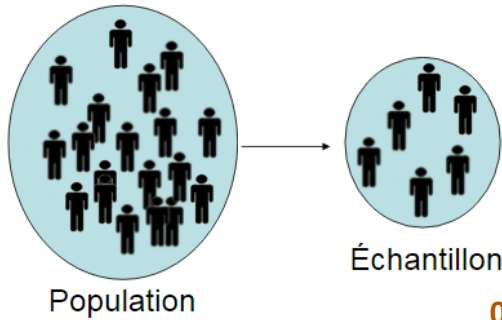
L'échantillonnage aléatoire simple consiste à prélever au hasard et de façon indépendante n unité d'échantillonnage d'une population de N éléments.

Ainsi chaque élément de la population possède la même probabilité de faire partie d'un échantillon de n unités et chacun des échantillons possibles de taille n présente la même probabilité d'être constitué.

Échantillonnage aléatoire

- Échantillonnage aléatoire simple : le type d'échantillonnage le plus courant
 - Définir la zone d'intérêt
 - Choisir des coordonnées (x,y) aléatoires pour chacun des points d'échantillonnage
 - Conserver les points d'échantillonnage qui se trouvent dans la zone d'intérêt
- Les points sont aléatoirement placés dans la zone d'intérêt

Échantillonnage aléatoire



Échantillonnage aléatoire

- **Avantages**

1. En théorie, on peut extrapoler les résultats et les appliquer à la zone entière
2. Il est facile d'ajouter de nouveaux points

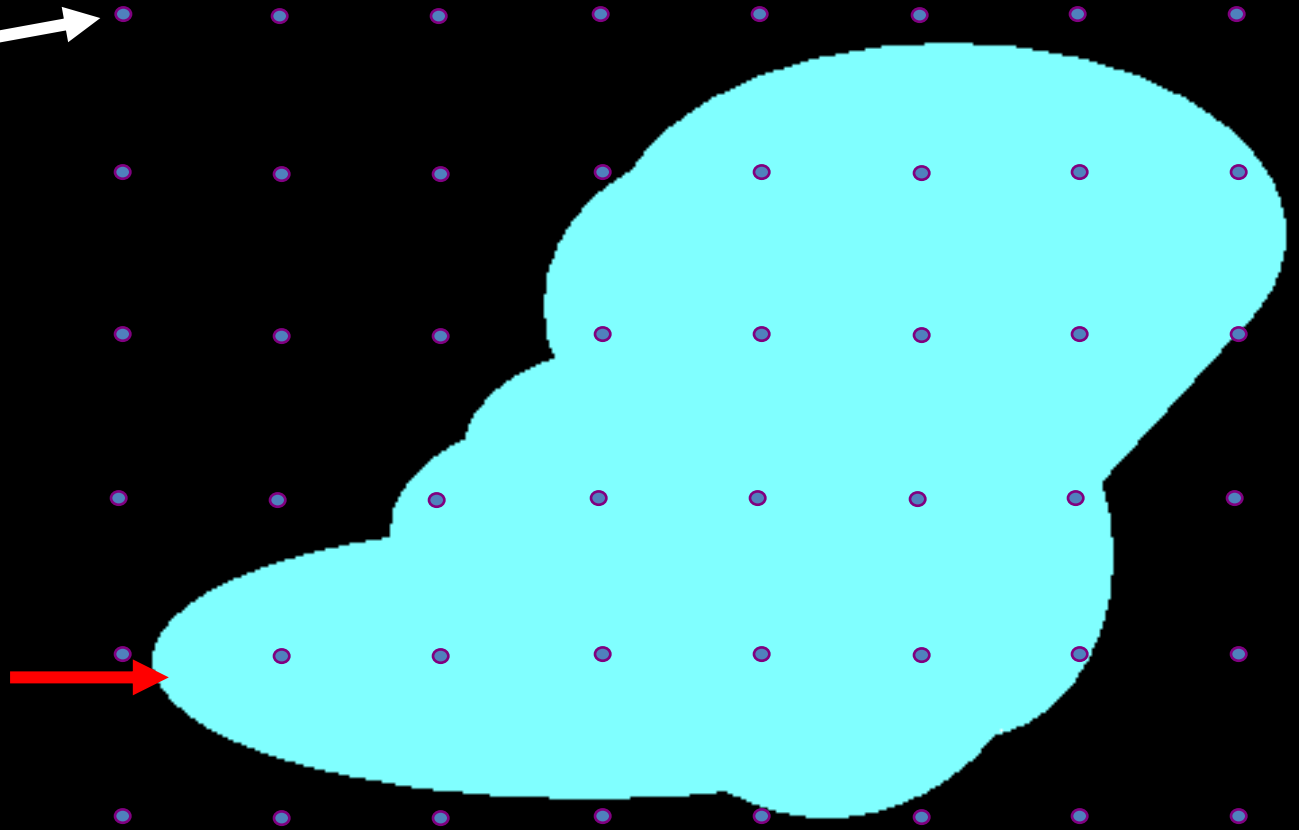
- **Désavantages**

1. Les sites peuvent être agglutinés
2. Il n'est pas garanti que la couverture spatiale soit bonne

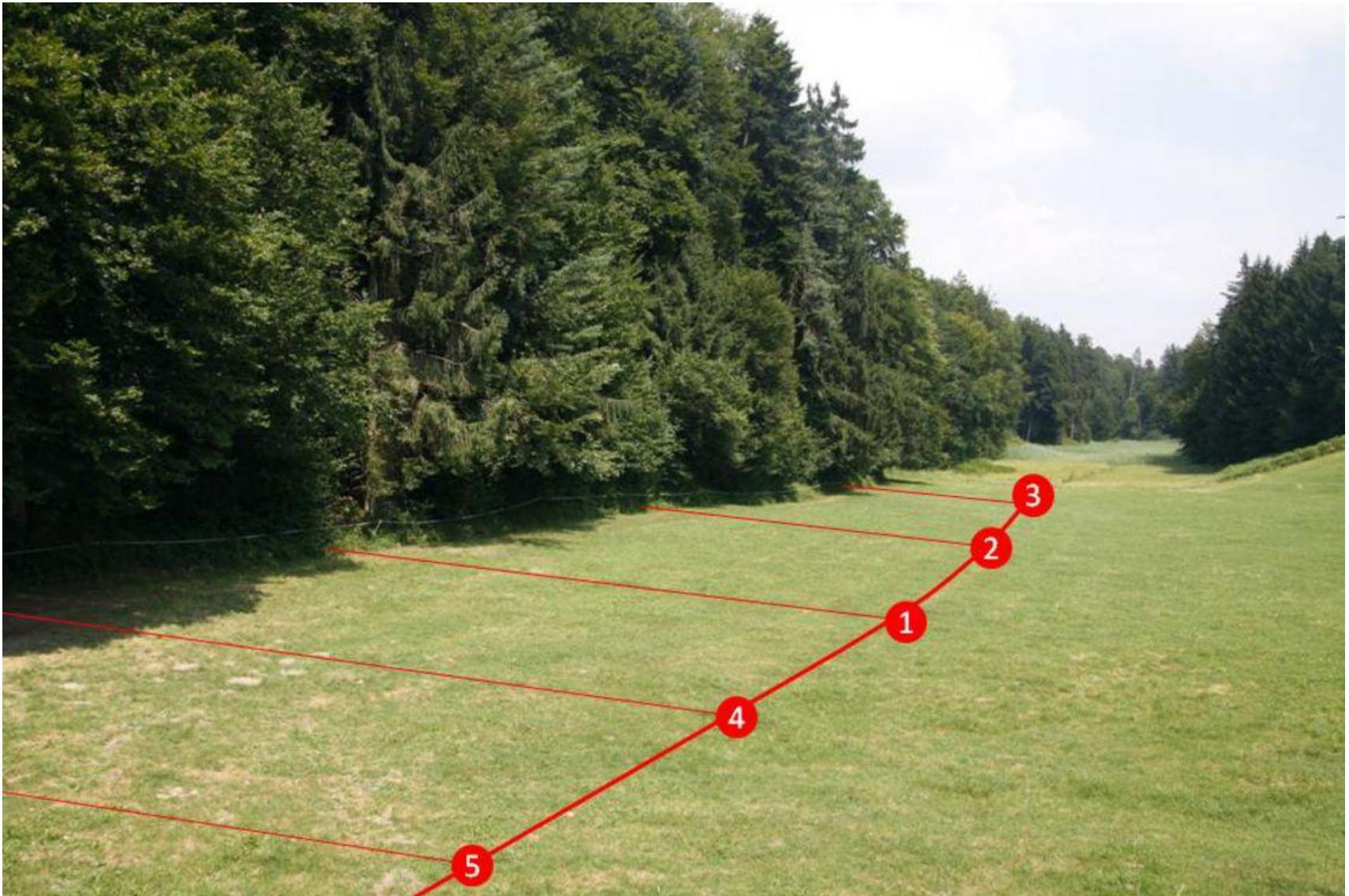
Échantillonnage systématique

Choisir au hasard
un point de
départ, qui
constituera le
coin de la grille

zone d'intérêt



Échantillonnage systématique



Échantillonnage systématique

- **Avantages**

1. Bonne couverture spatiale
2. Permet d'éviter l'agglutination des points (de suréchantillonner certaines zones)

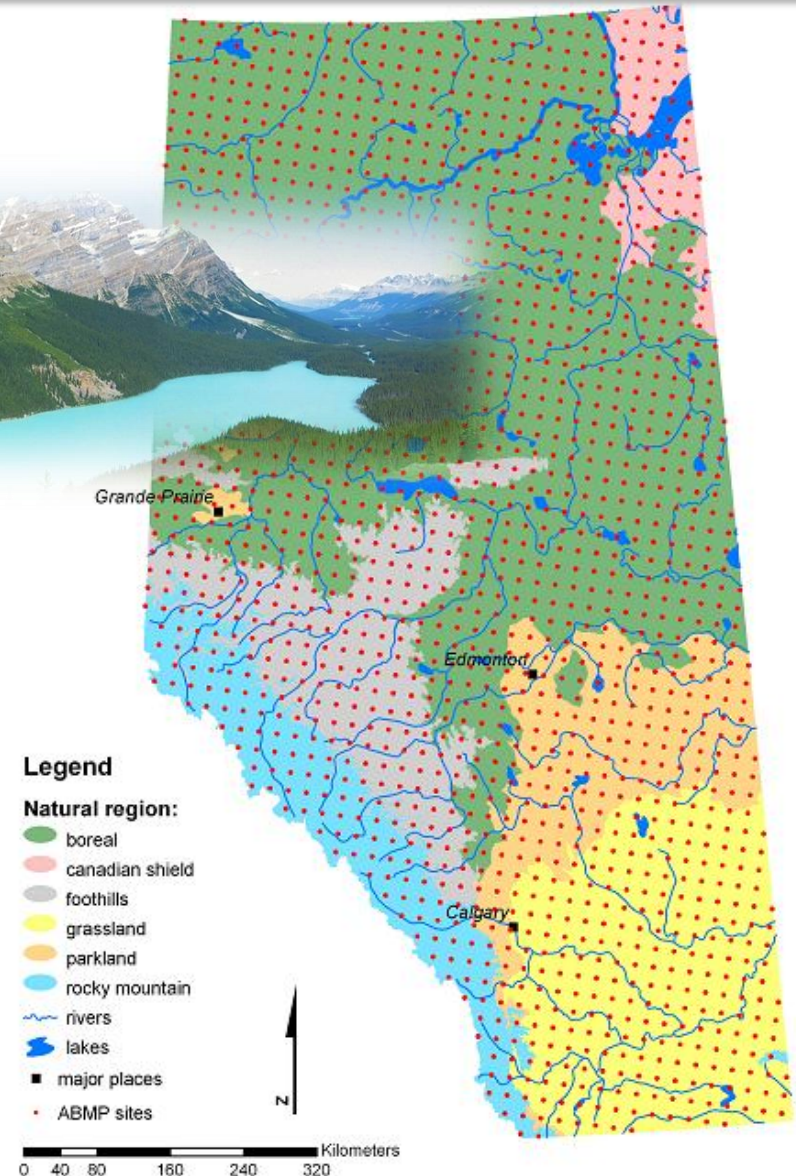
- **Désavantages**

1. Difficile d'ajouter ou de remplacer des sites
2. Ne permet pas l'échantillonnage proportionnel
3. Pas réellement aléatoire

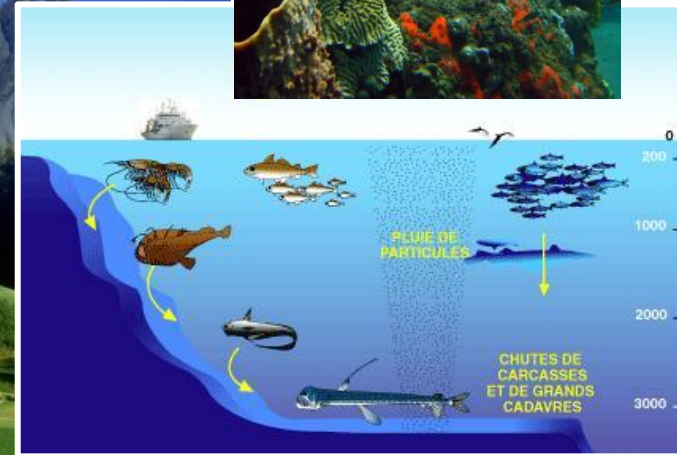
Échantillonnage systématique

Exemple

*Programme de surveillance
de la biodiversité de
l'Alberta (canada)*

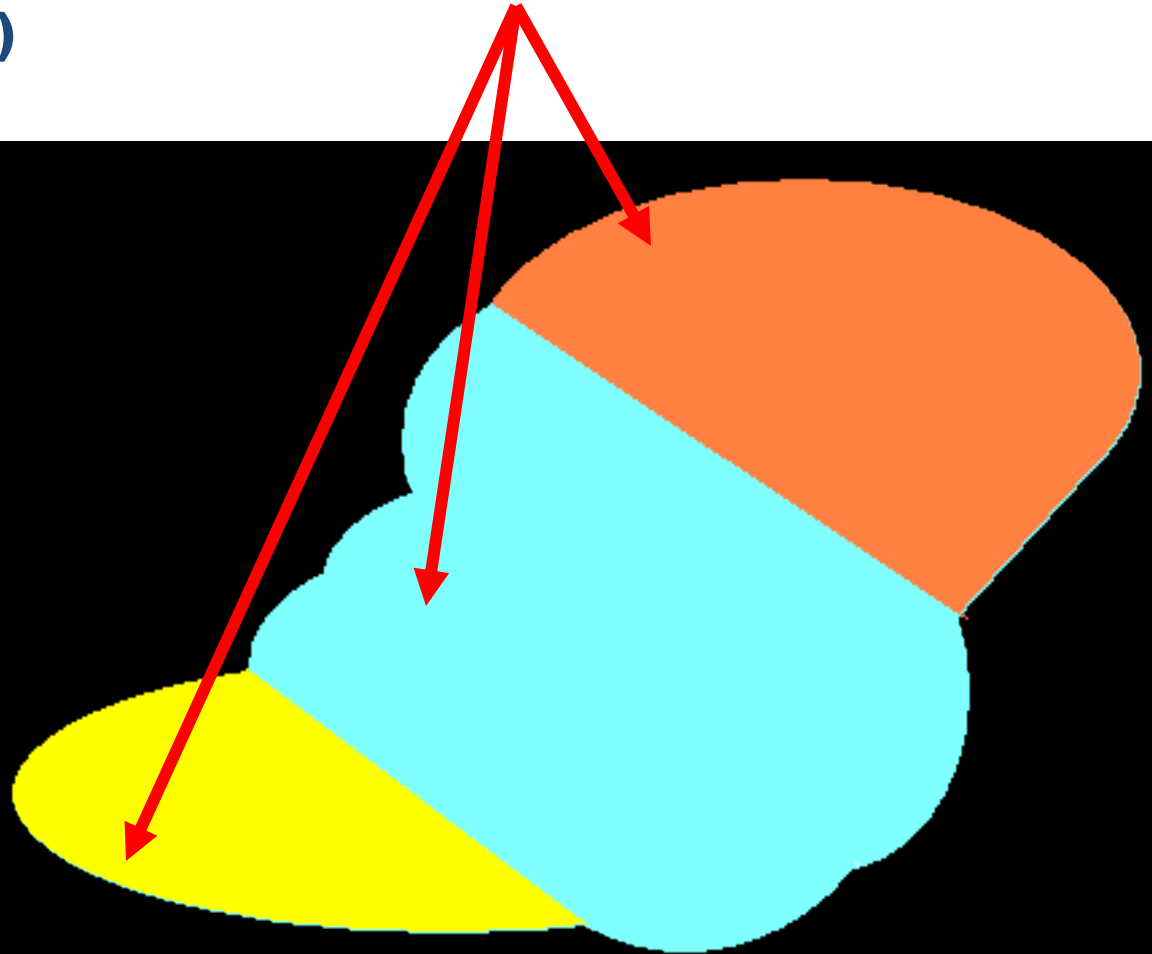


Échantillonnage stratifié



Échantillonnage stratifié

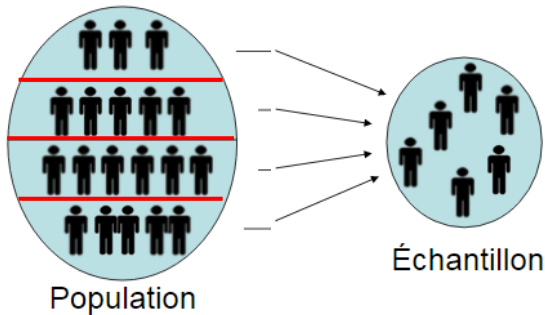
Zone non homogène (3strates)
(zone Hétérogènes)



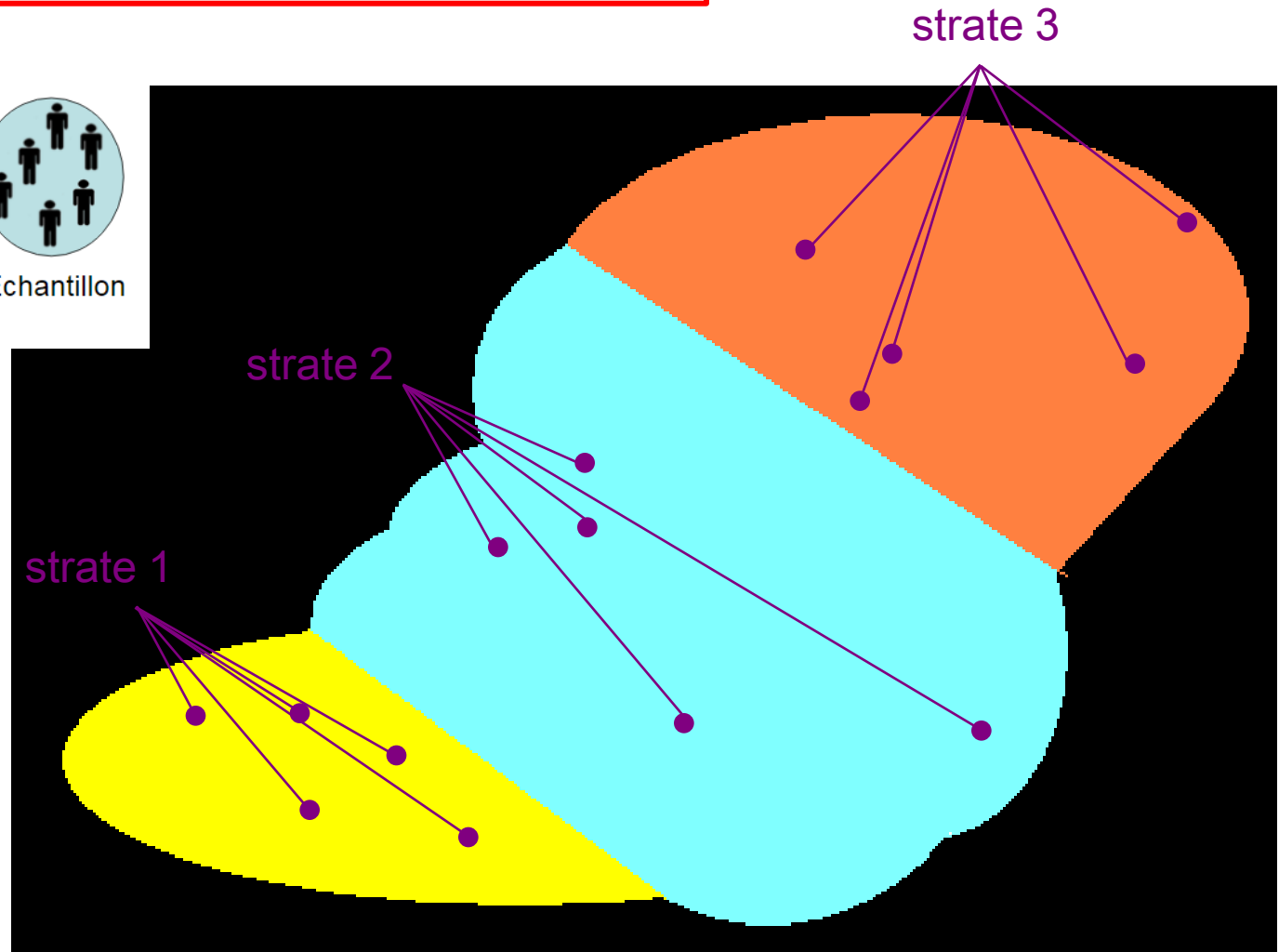
Échantillonnage stratifié

Solution ;

Échantillonnage aléatoire simple ou systématique par strate

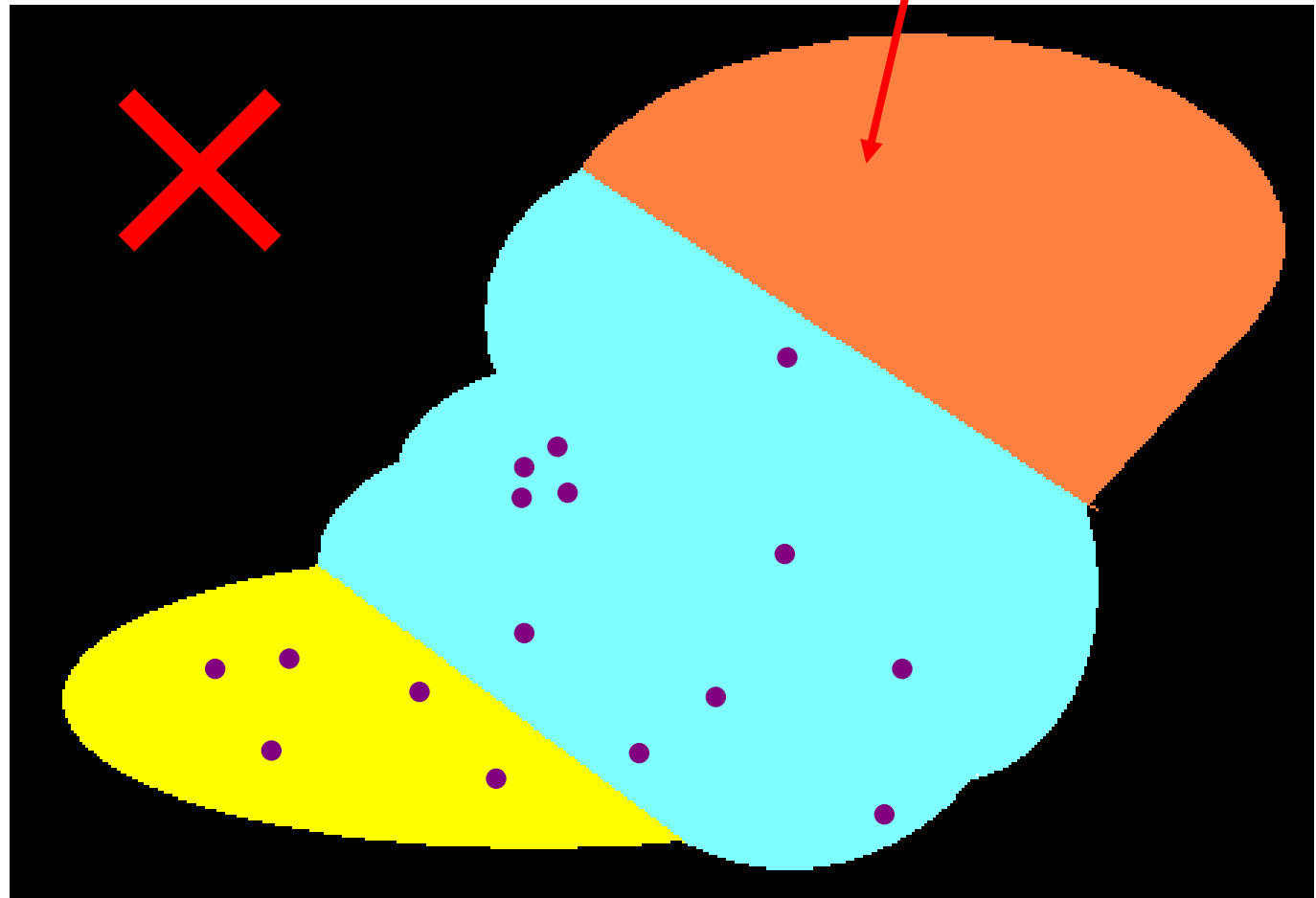


- 5 sites d'échantillonnage par strate
- meilleure couverture spatiale



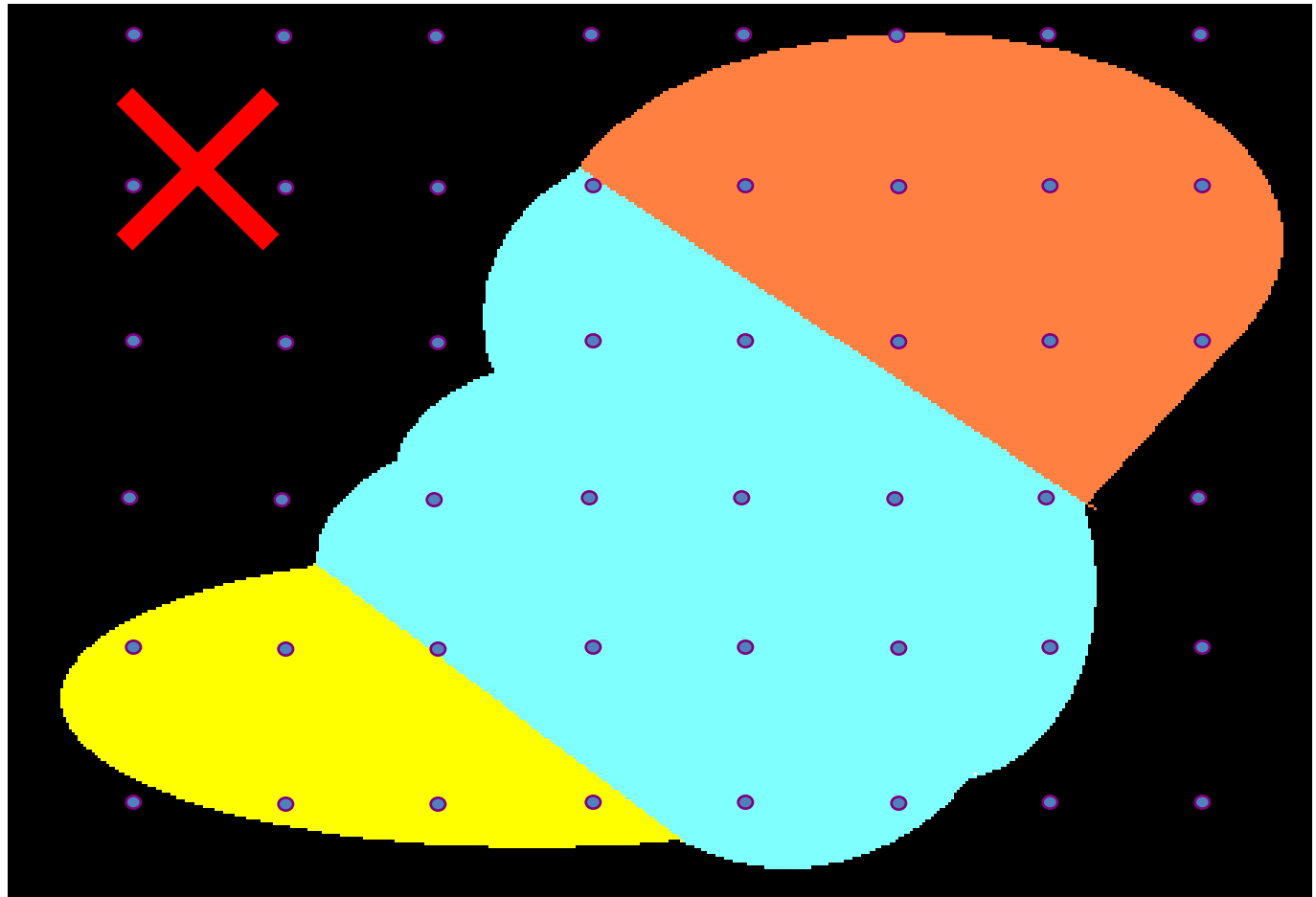
Échantillonnage stratifié

L'échantillonnage aléatoire simple
peut être inadéquat



Échantillonnage stratifié

L'échantillonnage systématique
peut être limité



Échantillonnage stratifié

- **Avantages**

1. L'échantillonnage est équilibré en fonction des principales strates
2. Il est facile d'ajouter de nouveaux points

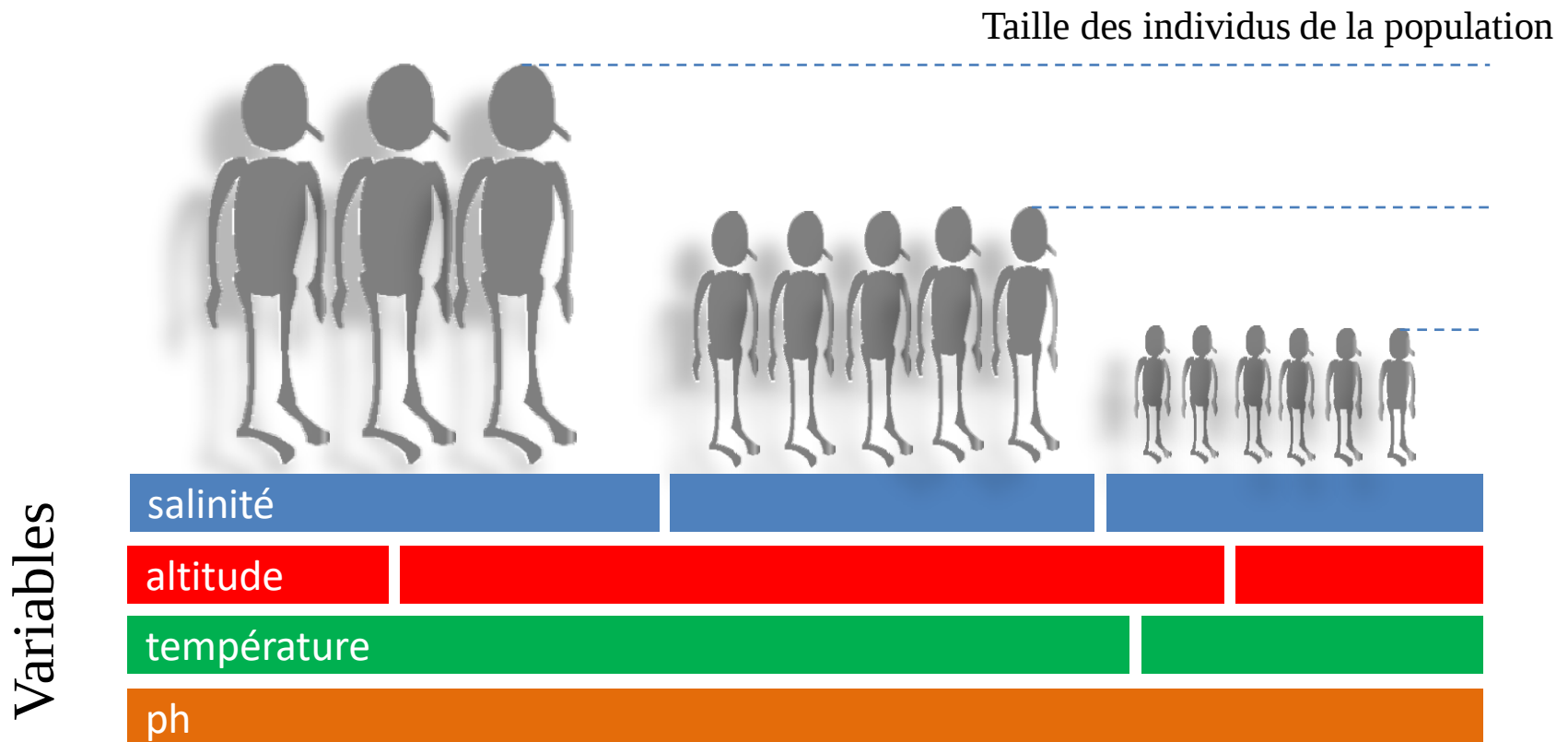
- **Désavantages**

1. Souvent, plus il y a de strates, plus il faut d'échantillons
2. Il n'est pas garanti que c'est la « bonne » strate qui soit utilisée.

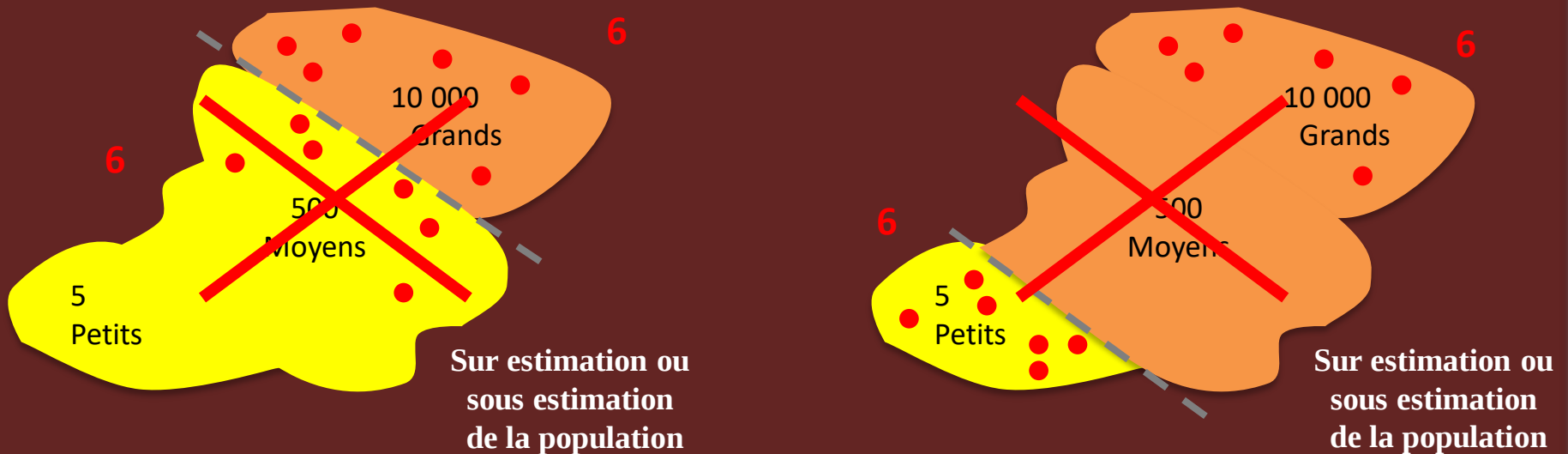
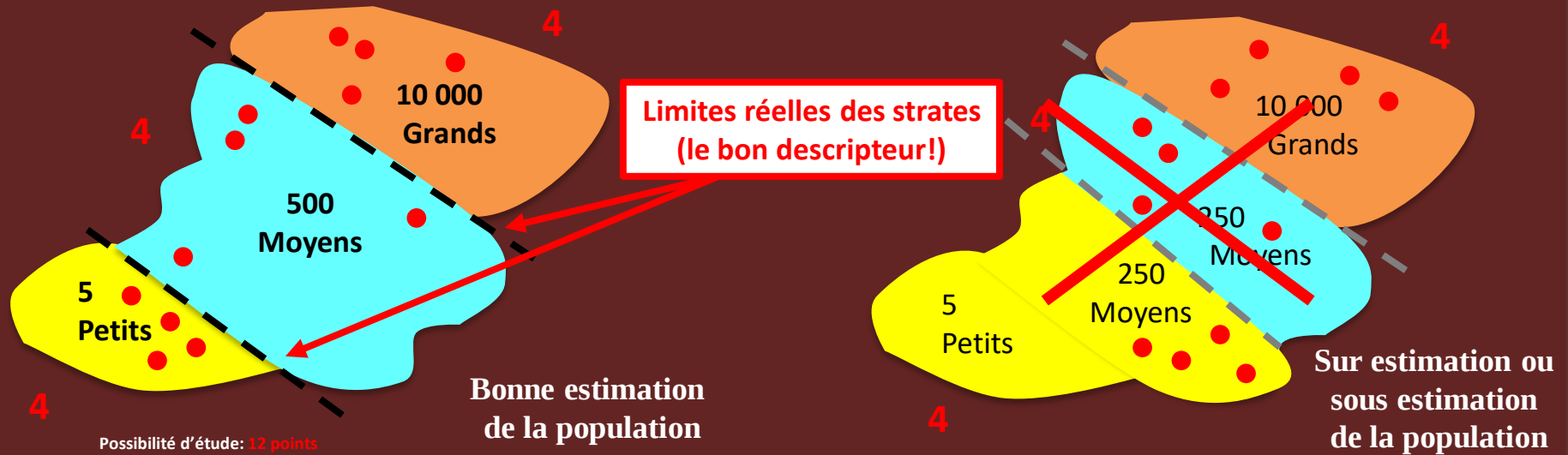
Échantillonnage stratifié

Mise en garde :

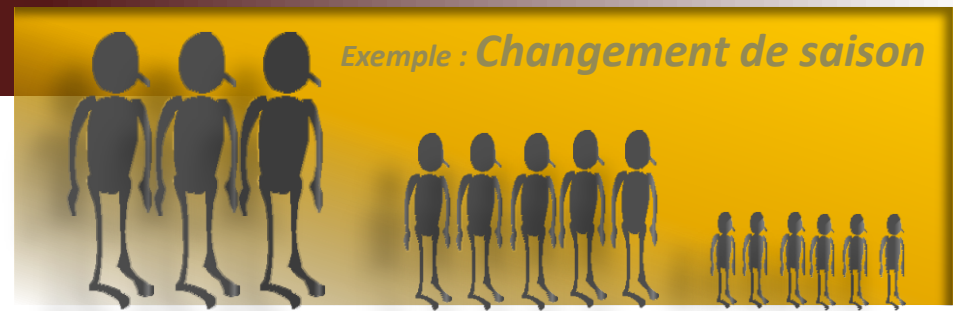
Il ne faut stratifier qu'en fonction des variables qui, selon vous, exercent une grande incidence sur les éléments faisant l'objet de votre surveillance



Bonnes variables → bonnes strates



Choix des variables



Valide, malgré le changement

Le Ph n'explique pas la taille (hasard)

Même réponse que la salinité

Salinité

Ph

Altitude

➤ **Complétude:** choix d'un ensemble de variables qui permet de décrire toutes les situations

➤ **Pertinence:** si l'information apportée répond aux objectifs et est conforme au prémodèle

➤ **Indépendance:** absence de redondance entre les variables

➤ **Validité:** dans quelle mesure la variable correspond au concept étudié (ex. hétérogénéité paysagère ...)

➤ **Manque à gagner:** au détriment de quelle partie de l'étude se fait l'ajout d'une nouvelle variable?

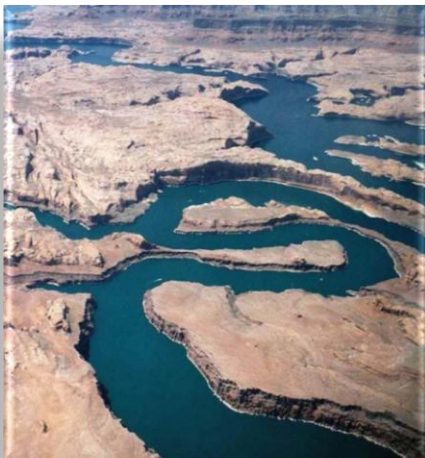
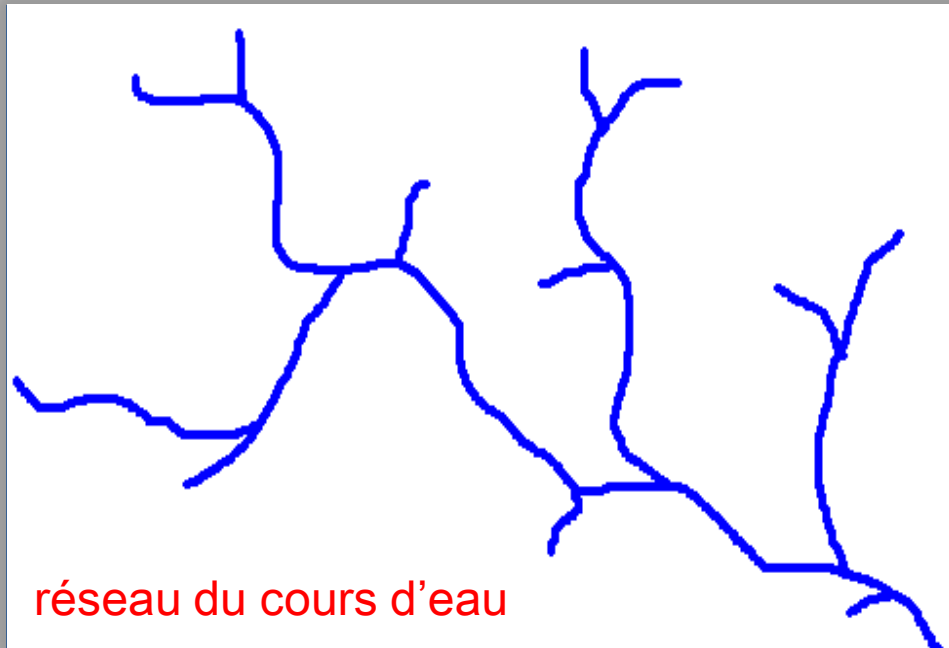
Choix des dispositifs de mesure

- **Fidélité:** la multiplication des mesures du même élément dans des conditions semblables fournit des résultats identiques
- **Justesse:** absence d'erreur systématique (biais)
- **Sensibilité:** pouvoir de résolution = plus petite différence détectable



Précision = fidélité + justesse + sensibilité

Exemple d'un échantillonnage en milieu aquatique



L'habitat est linéaire :

- **Systematique**

- échantillonnage tous les 50 mètres

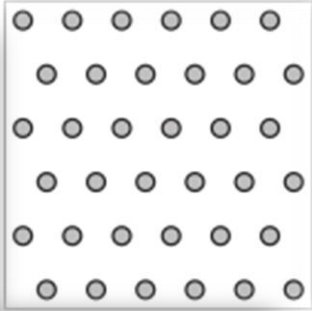
- **Aléatoire simple**

- transformer le réseau en ligne droite, puis choisir des endroits aléatoires le long de la ligne

- **Stratifié**

- Ordres du cours d'eau : 1^{er}, 2^e, 3^e
- Habitats du cours d'eau : fosses et rapides

La distribution spatiale des individus



La répartition régulière ou uniforme

On a une répartition régulière ou uniforme lorsque les individus sont situés à égale distance les uns des autres

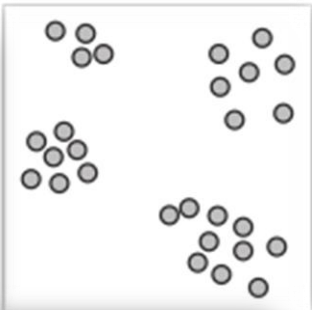
cette répartition est rare car la répartition est souvent perturbée par l'hétérogénéité du milieu. Ce type de répartition ne se rencontre à l'état naturel que lorsqu'il existe une compétition intense entre les individus



La répartition au hasard

La répartition au hasard correspond comme son nom l'indique à une distribution au hasard des individus.

Comme la répartition régulière, elle est plutôt rare et se trouve chez les populations qui n'ont aucune tendance au regroupement et qui vivent dans des milieux homogènes.



La répartition en agrégats (ou contagieuse)

Il y a répartition en agrégats lorsque les individus sont regroupés. C'est la répartition la plus fréquente. Elle peut être due:

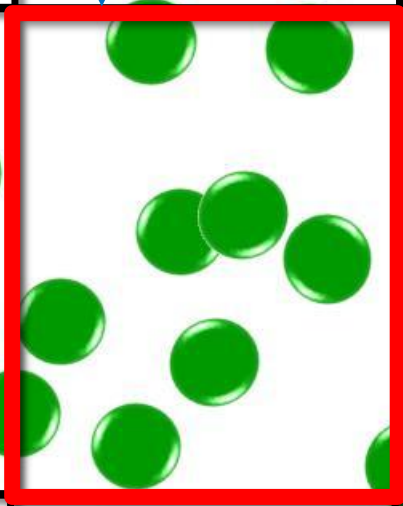
- Au comportement des adultes qui recherchent le voisinage de leurs semblables.
- à des variations dans les caractéristiques du milieu qui amènent les individus à se regrouper dans les zones les plus favorables



POPULATION ?

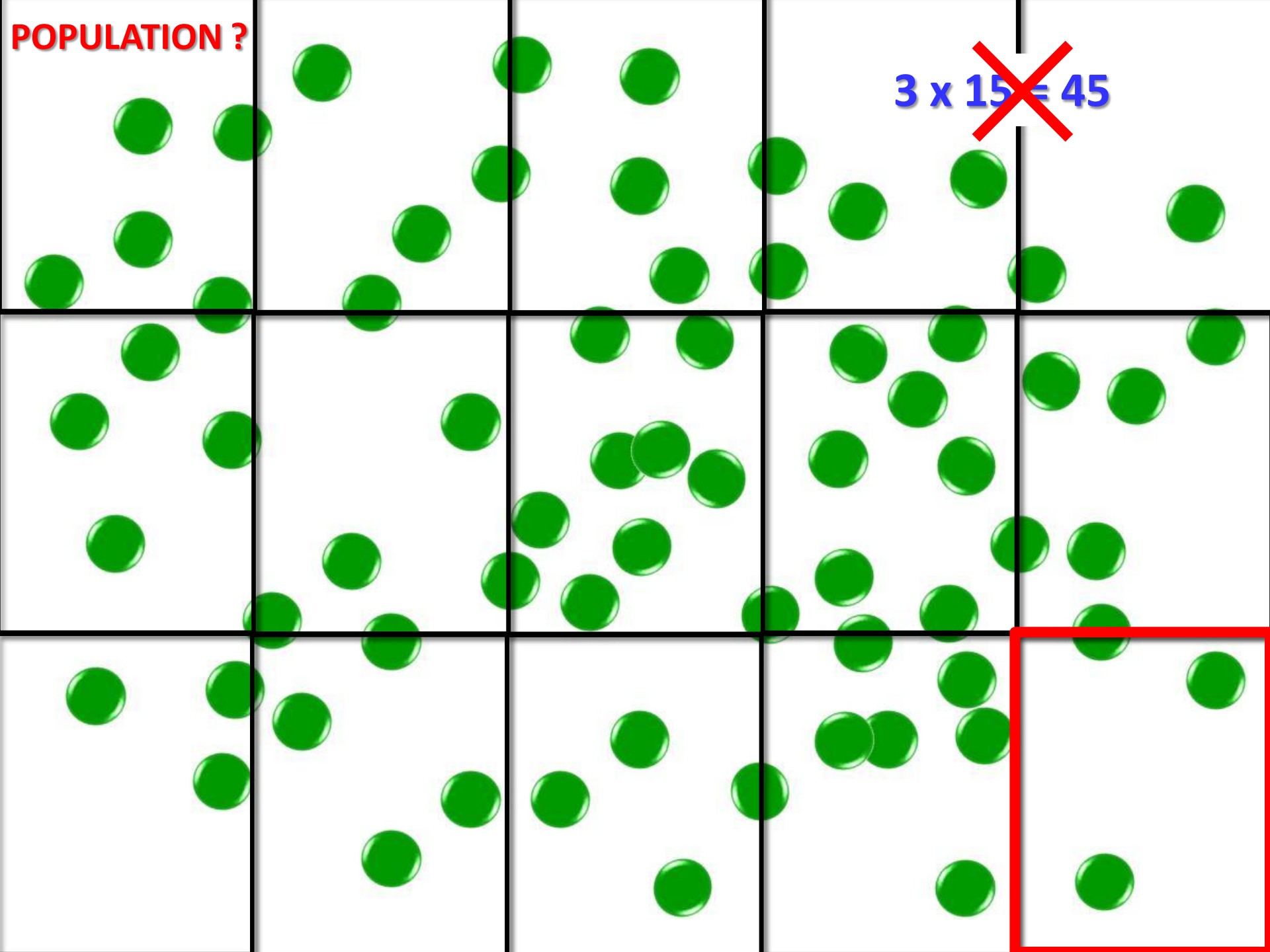
~~$10 \times 15 = 150$~~

relevé



POPULATION ?

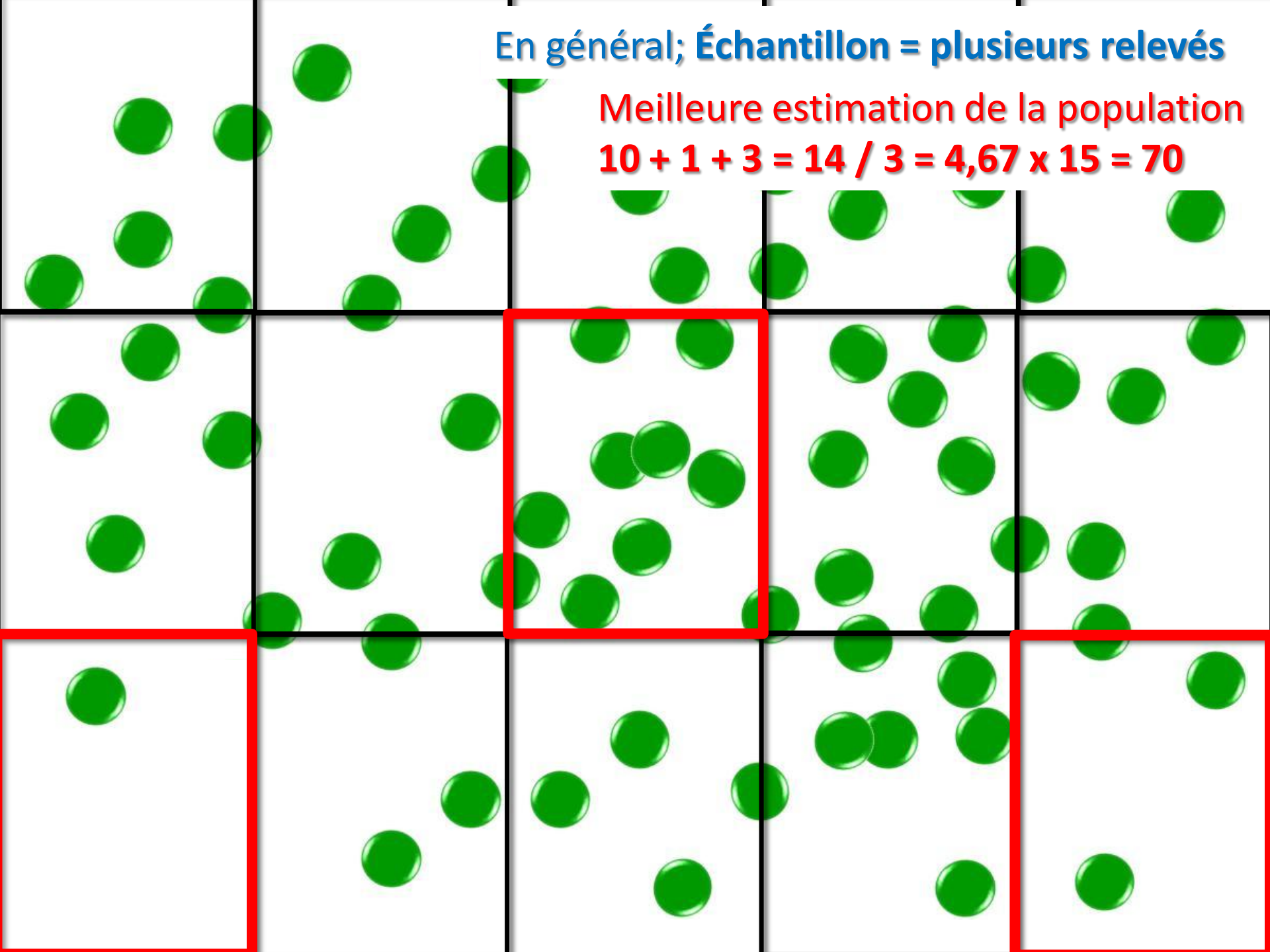
~~$3 \times 15 = 45$~~



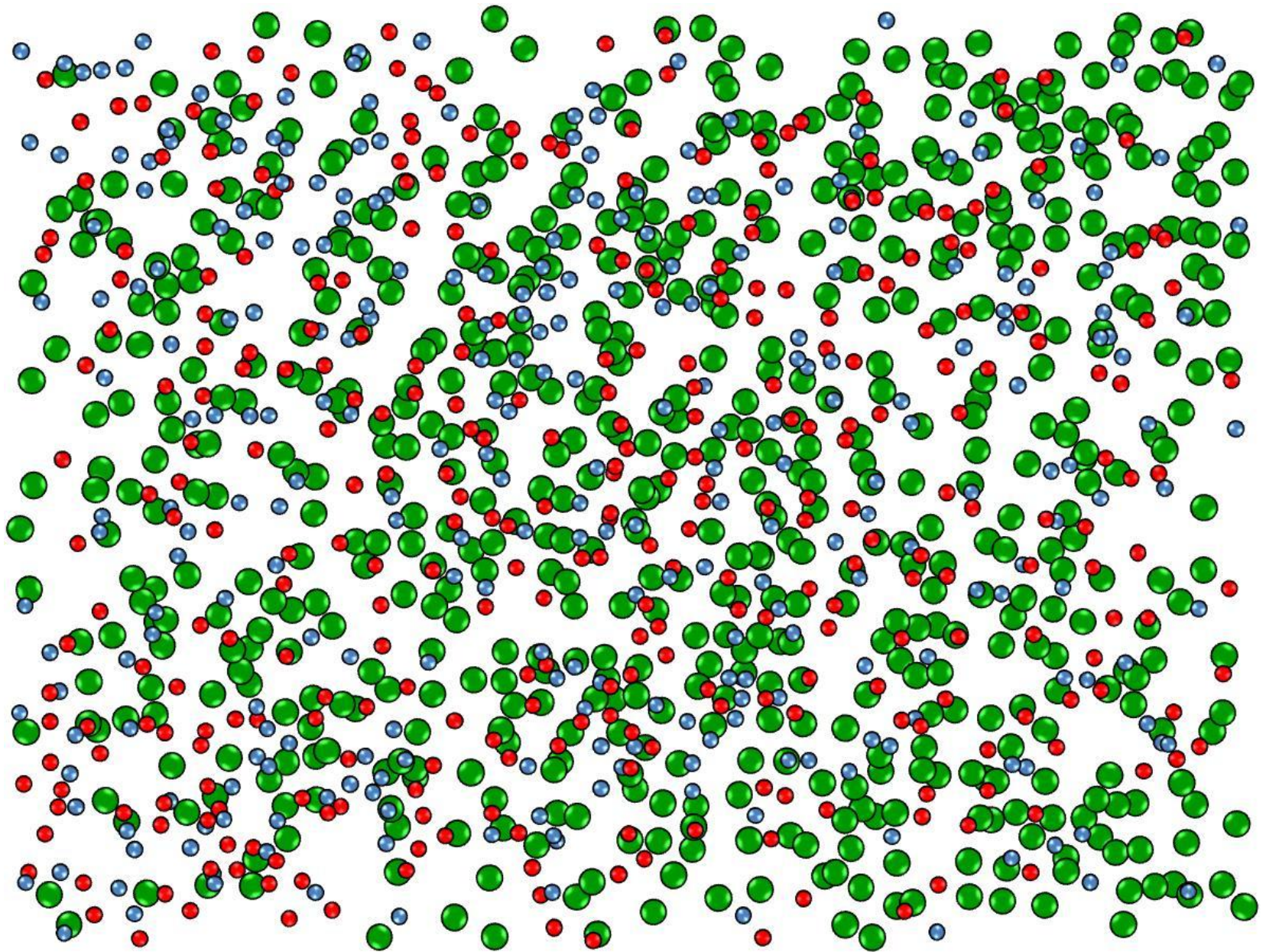
En général; Échantillon = plusieurs relevés

Meilleure estimation de la population

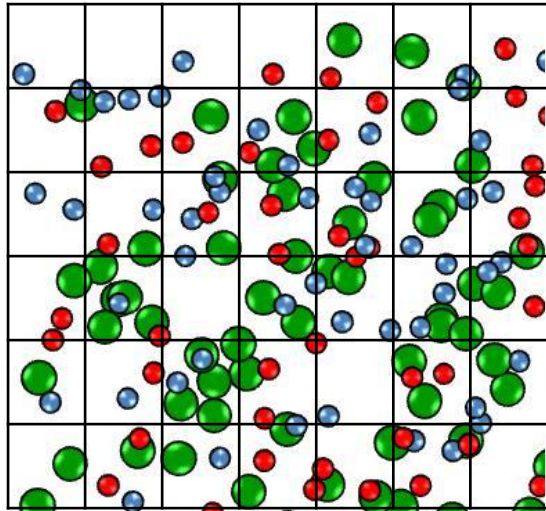
$$10 + 1 + 3 = 14 / 3 = 4,67 \times 15 = 70$$



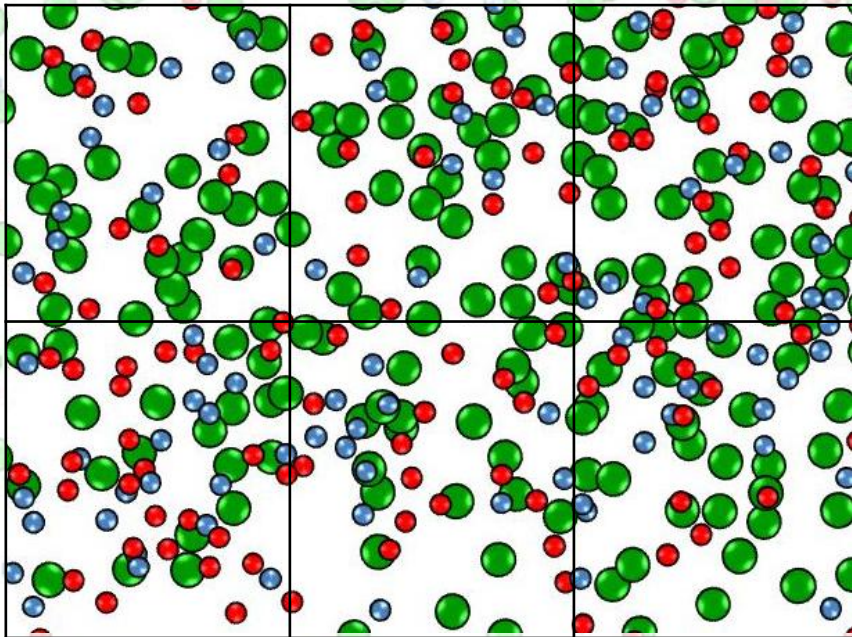
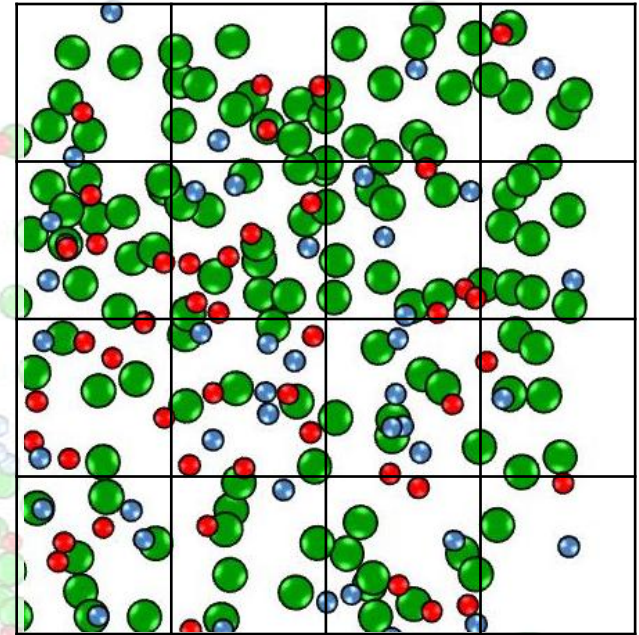
Echelle de perception et taille des relevés



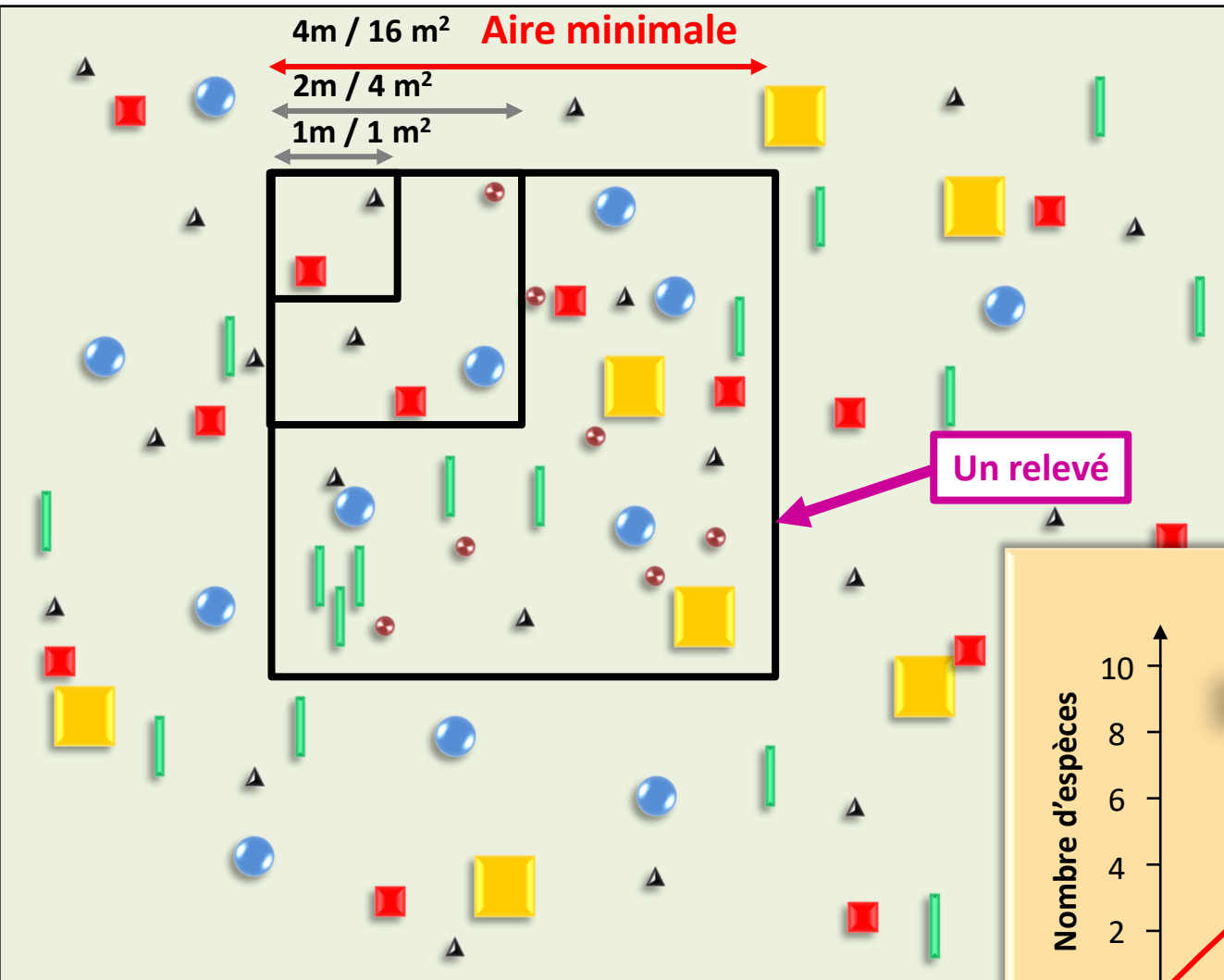
Echelle de perception et taille des relevés



?



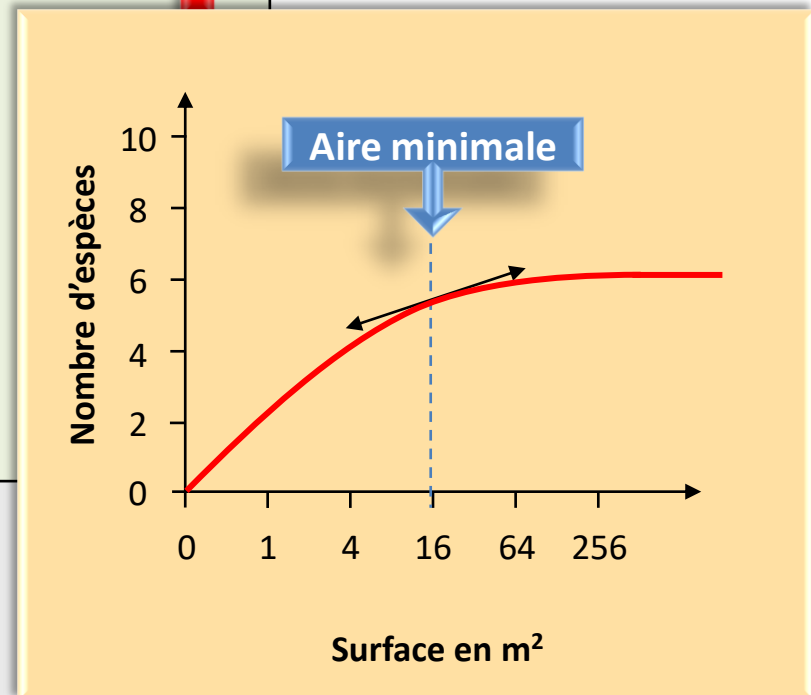
Echelle de perception et taille des relevés



La plus petite aire sur laquelle la quasi totalité des espèces d'une **communauté végétales** sont représentées.



Pelouse : 1 à 4 m²
Forêt de chêne liège : 100 m²
Steppe : 32 m²
Désert : 100 m² et plus.



Echelle de perception → TEMPS

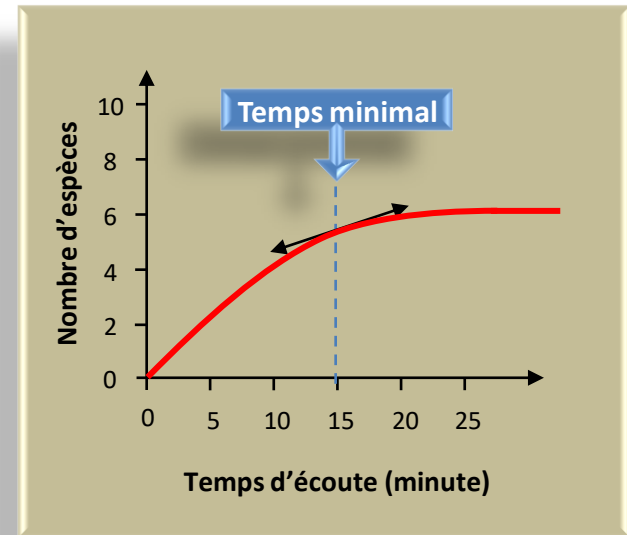
pour les **animaux**, on parle d'**effort d'échantillonnage**

Ex:

Temps minimal d'écoute

I.P.A. (indice ponctuel d'abondance)

- mise au point par **Ferry et Frochot (1958)**
- position fixe pendant 20 mn



Echelle de perception → ESPACE

pour les **animaux**, on parle d'**effort d'échantillonnage**

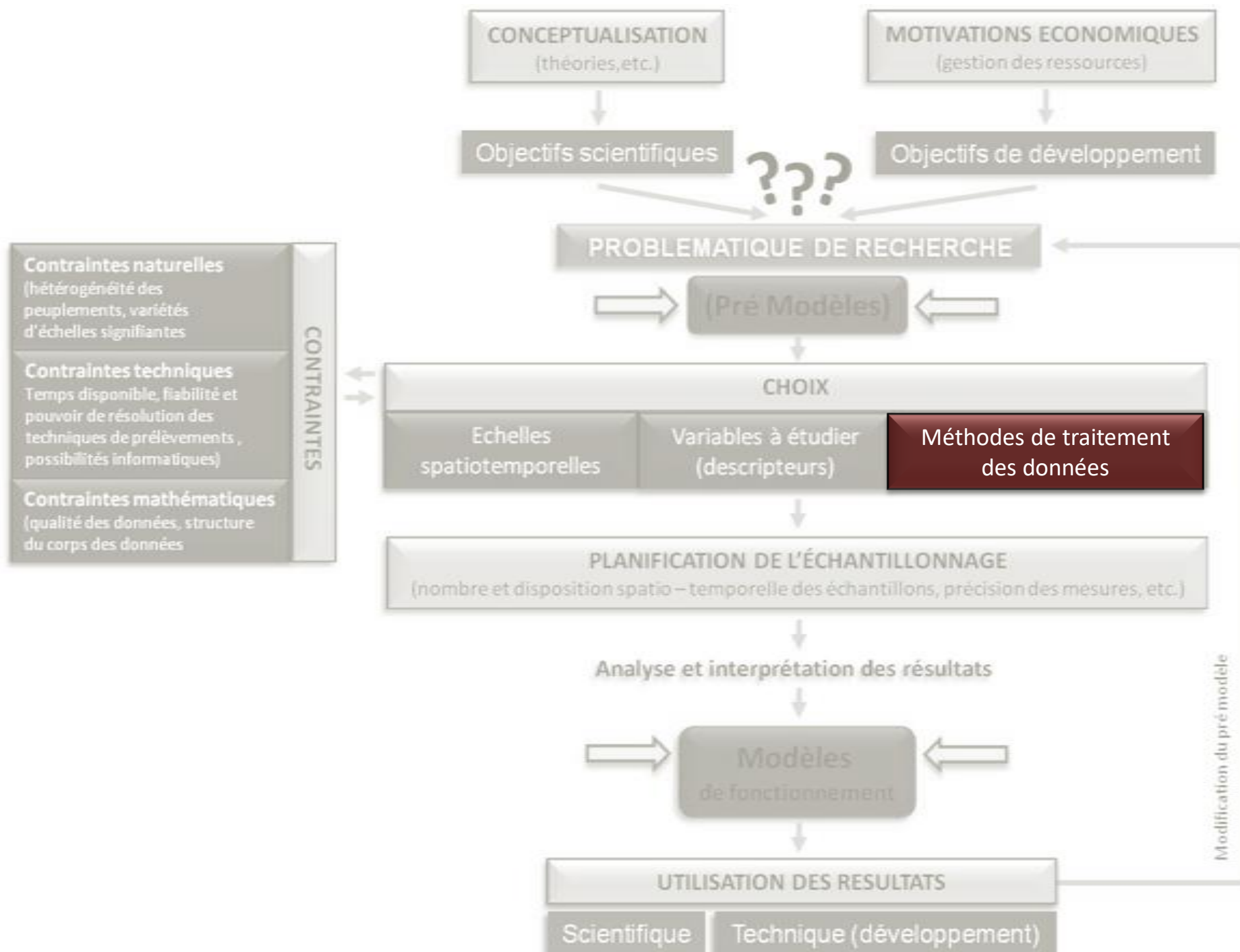
Ex:

Distance minimale de rencontre

I.K.A. (indice kilométrique d'abondance)

- mise au point par **Blondel, Ferry et Frochot (1970)**
- itinéraire rectiligne (de 500 à 1000 mètres).







Paramètres de structure des peuplements

Richesse totale

Richesse moyenne

Homogénéité des peuplements

Nombre d'apparition

Fréquence d'occurrence ou Indice de présence

Abondance

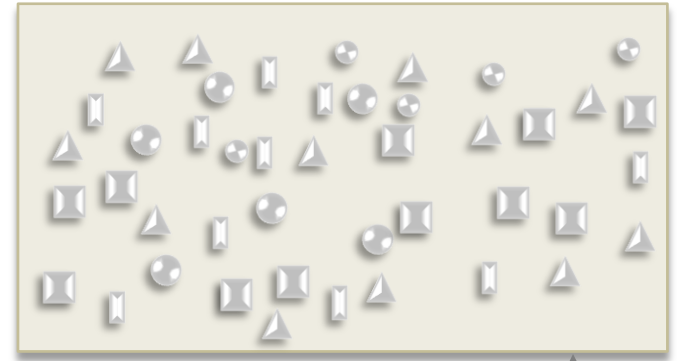
Fréquence relative ou (Abondance relative)

Biomasse

Indice de diversité de Shannon

Equirépartition ou Equitabilité

Paramètres de structure des peuplements



↑
Peuplement

Paramètres de structure des peuplements

Richesse totale « S » (ici = 5)

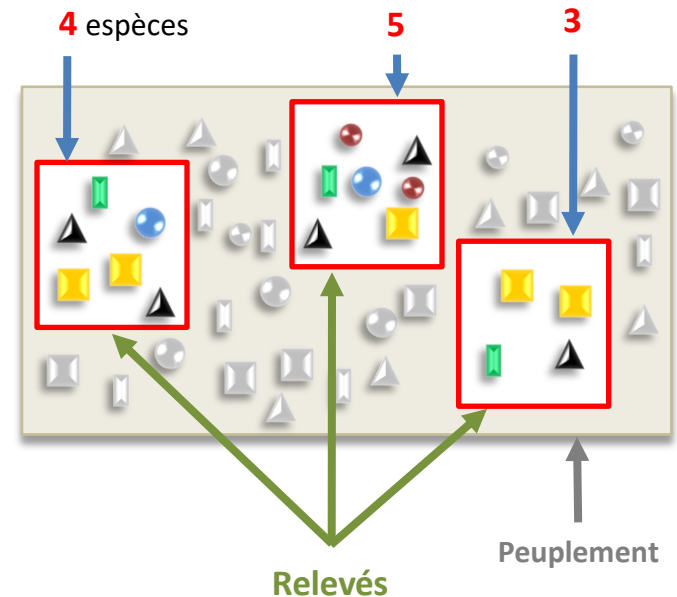
La richesse totale d'un peuplement est le nombre total d'espèces de ce peuplement. C'est le nombre total d'espèces contactées au cours d'une série de n relevés réalisés dans un milieu.

Richesse moyenne « s » $((4+5+3)/3 = 4)$

La richesse moyenne d'un peuplement est la moyenne des richesses par relevé. Ce paramètre n'accorde qu'un faible poids aux espèces rares et n'exprime, par conséquent, que le nombre d'espèces que l'on peut considérer comme représentatives d'un milieu donné.

Homogénéité des peuplements « T »

Le degré d'homogénéité globale intra-biotope d'un peuplement est mesuré à partir de l'écart de la richesse moyenne par rapport à la richesse totale. Plus cet écart est important et plus le peuplement est hétérogène ; cet hétérogénéité étant surtout conditionnée par le nombre d'espèces rares présentes dans le biotope échantillonné. $T=100 \text{ s/S}$. T augmente avec le degrés d'homogénéité du peuplement. $(T = 100 (4 / 5) = 80 \%)$



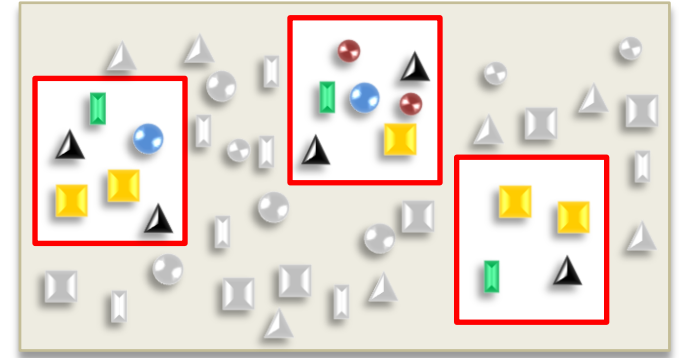
Nombre d'apparition (N.A)

Il se définit comme étant le nombre de fois qu'on rencontre une espèce dans l'ensembles de la population .

$$\text{N.A } \text{■} = 3$$

$$\text{N.A } \text{●} = 2$$

$$\text{N.A } \text{●} = 1$$



Fréquence d'occurrence ou Indice de présence (I.P en %)

L'indice de présence exprime le nombre d'apparition d'une espèce sur le nombre total des relevés :

$$\text{I. P} = \frac{\text{N. A}}{\text{N}_t} \times 100$$

ou : N. A : Nombre d'apparition
N_t : Nombre total des relevés

$$\text{I.P } \text{■} \quad 3 / 3 = 1 \times 100 = 100 \%$$

$$\text{I.P } \text{●} \quad 2 / 3 = 0,67 \times 100 = 67 \%$$

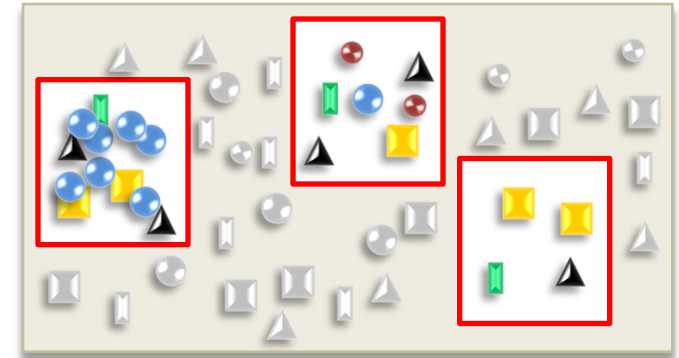
Abondance (Ab)

L'Abondance se définit comme étant l'effectif total d'une espèce i (nombre d'individus)

Ab ▲ = 5

Ab ● = 8

Ab ■ = 3



Fréquence relative ou (Abondance relative)

C'est l'Abondance d'une espèce i par rapport à l'Abondance totale de toutes les espèces du peuplement. Elle est exprimée en pourcentage.

$$P_i = \frac{Ab}{Ab_t} \times 100 \quad \text{ou :} \quad \begin{array}{l} Ab : \text{Abondance de l'espèce } i \\ Ab_t : \text{Abondance totale du peuplement.} \end{array}$$

F.R ● 8 / 23 = 0.34 x 100 = 34 %

Biomasse :

poids des organismes vivants exprimé soit en poids frais, soit en poids sec, soit en carbone organique. La biomasse peut être évaluée pour une superficie déterminée, pour une espèce ou un groupe d'organismes déterminé.

Indice de diversité de Shannon (H'):

L'indice de diversité permet d'exprimer la structure d'un peuplement et la façon dont les individus sont répartis entre diverses espèces.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad \text{ou :} \quad p_i : \text{la fréquence relative de l'espèce } i \text{ (proportion de l'espèce } i)$$

Cette diversité est encore appelée : diversité intra – biotope ; elle mesure le niveau de complexité du peuplement . Plus les espèces sont nombreuses, plus leur abondances sont voisines et plus la diversité du peuplement est élevée.

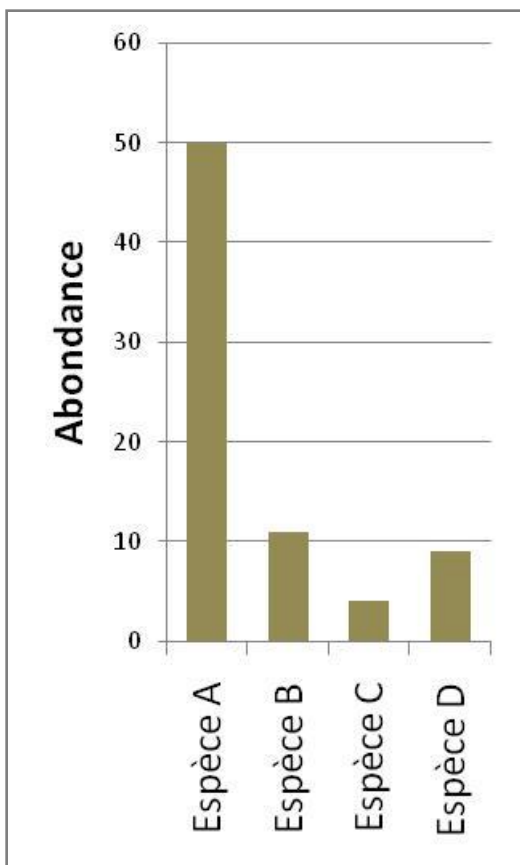
La diversité maximale $H'_{\max}$ est fonction du nombre total des espèces du peuplement

$$H_{\max} = \log_2 S \quad \text{ou :} \quad S : \text{Nombre total des espèces du peuplement.}$$

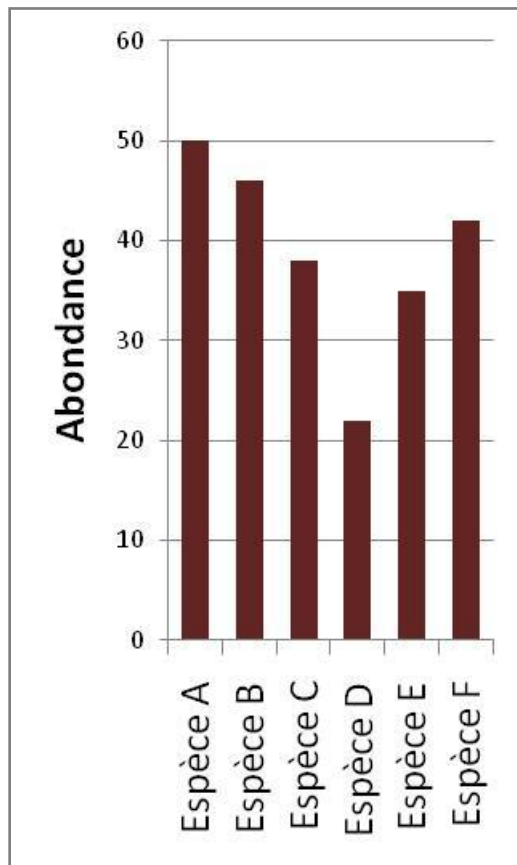
Equirépartition ou Equitabilité (E) :

Le calcul de l'équitabilité nous permet de distinguer dans quelle mesure les diversités (H') se rapproche de la diversité maximale ($H_{\max}$), laquelle correspond à l'équilibre stable compatible avec le milieu. L'indice d'équitabilité est donné par la formule suivante:

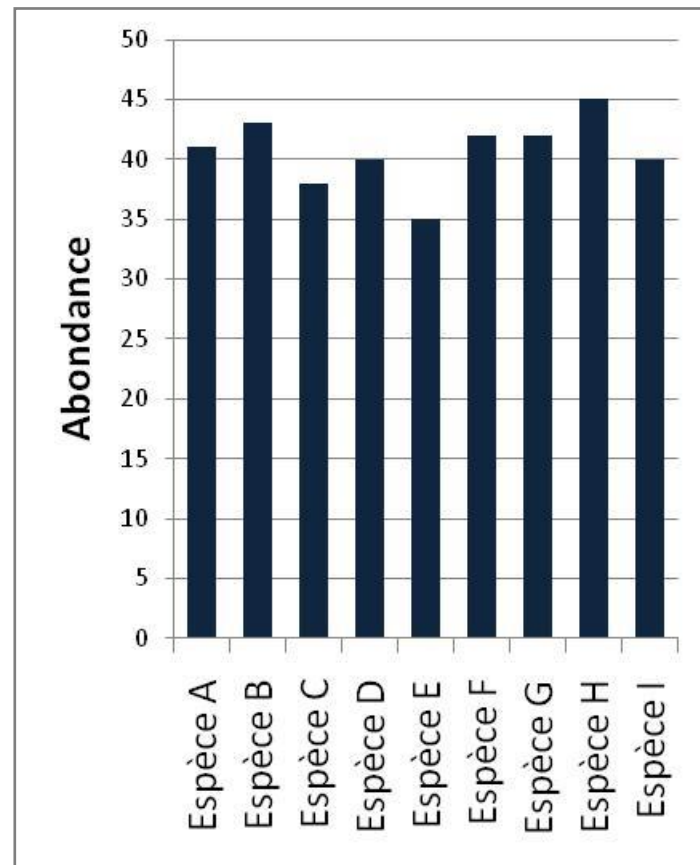
$$E = \frac{H'}{H_{\max}} \times 100 \quad \text{ou :} \quad \begin{array}{l} H' : \text{diversité de SHANNON} \\ H_{\max} : \text{diversité maximale} \end{array}$$



H'



H'



H'

Milieu de bonne qualité

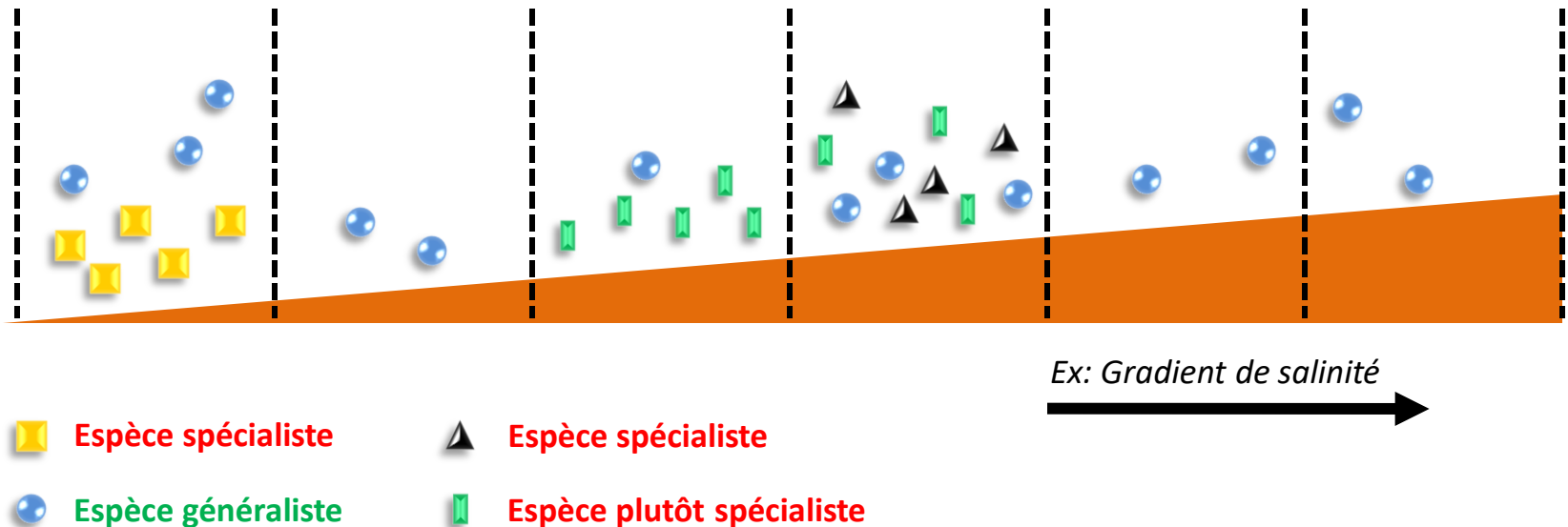
Amplitude d'habitat « AH »

L'amplitude d'habitat d'une espèce est une mesure de la plasticité écologique d'une espèce vis à vis d'un descripteur du milieu.

$$AH = e^{H'}$$

avec $H' = - \sum P_i \ln P_i$ P_i étant la proportion de l'espèce « i » dans le milieu.

AH est bornée par la valeur « **1** » lorsque l'espèce n'est présente que dans un seul milieu (auquel cas elle sera qualifiée de **spécialiste**), à « **n** » (nombre total de milieux / auquel cas elle sera qualifiée de **généraliste**).



Il n'existe pas de recette applicable en toute circonstance. Une bonne stratégie d'échantillonnage représente un compromis optimisé entre une hypothèse bien posée et un ensemble de contraintes

COMMENT MONTER UN BON PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE ?

- Déterminer la méthode de collecte des données et d'analyse qui seront utilisées en connaissance de l'espèce et du milieu
- Déterminer combien de données seront nécessaires pour obtenir des estimations fiables avec ces méthodes
- Définir l'espace dans lequel échantillonner
- Choisir un protocole d'échantillonnage en connaissance de l'espèce
- Réfléchir à la balance entre nombre d'échantillons et effort sur chaque échantillon pour un budget/temps fixé
- Une fois la taille de l'échantillon choisie, effectuer le tirage aléatoire dans la zone

Fin...