

Rédacteur : Alain Ferre
Version 1, 16/10/20

Critère d'évaluation des populations de ravageurs

Mots clés : population, ravageur, échantillonnage binomial, dynamique de population, transformation des données.

Applications : évaluer finement les populations de ravageurs au sein d'une parcelle pour suivre leur dynamique au cours du temps ou pour comparer deux modalités à un instant donné.

Critère à privilégier : fréquence de présence du ravageur sur son organe préféré

Avantages : temps de notation réduit par rapport au comptage, évite les erreurs d'interprétation

Test statistique : paramétrique (Anova, Fisher, Student), χ^2

Ravageurs	Organes à observer	Critère	Nombre d'organes à noter par parcelle
Tetranyques	Feuilles ou folioles	0/1 de larve ou adulte	160 feuilles ou folioles
Psylle de l' <i>Elaeagnus</i>	Pourcentage de feuilles par tige (de haut en bas)	0/1 de larve	30 tiges
Aleurodes	Feuilles	0/1 de larve	60 feuilles
Thrips <i>Frankliniella</i>	Feuilles ou folioles	<6/>5 de larve ou adulte	200 feuilles
<i>Thrips setosus</i>	Feuilles ou folioles	<6/>5 de larve	150 feuilles
<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>	Pourcentage de feuilles par tige (de haut en bas)	<6/>5 de larve ou adulte	30 tiges
<i>Cochenilles farineuses</i>	Nœuds	0/1 de larve ou adulte	60 nœuds
Puceron sur plante-hôte primaire (<i>Myzus cerasi</i> sur cerisier, <i>Aphis pomi</i> sur pommier, <i>Cryptomyzus ribis</i> sur groseillier etc.)	Apex	0/1 de larve ou adulte	60 apex

Justification

1 Dynamique des populations d'insecte et conséquences sur les méthodes d'interprétation

1.1 *Critères de notation et conservation des différences dans le temps*

Les insectes ont des dynamiques de population de type logistique.

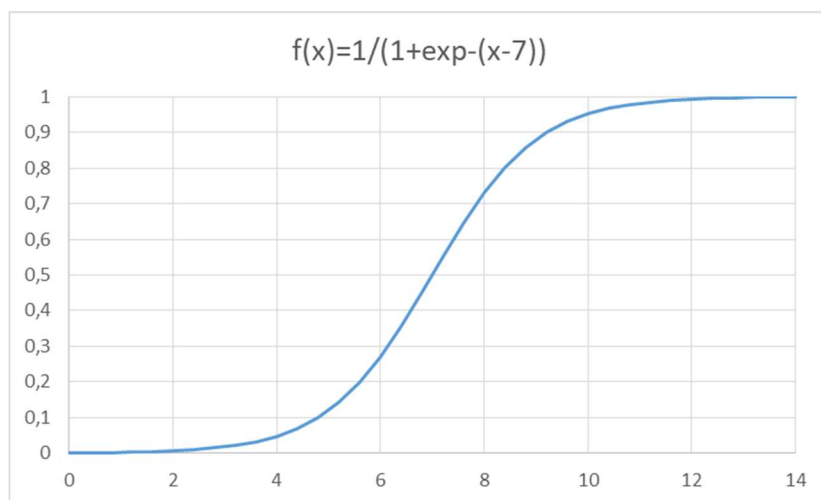


Figure 1 : exemple de fonction logistique

Dans une première approche nous pouvons considérer que la dynamique en début d'attaque est exponentielle. Dans ce cas cela signifie qu'une légère différence entre deux populations entraînera rapidement de grandes différences. La différence n'est pas conservée dans le temps. Or, nous ne pouvons interpréter (en descriptif ou en faisant des tests statistiques) des données d'évolution de population que si et seulement si la différence entre les modalités est conservée dans le temps (critère linéaire). C'est pourquoi, il est indispensable de s'assurer que le critère utilisé est linéaire. Si ce n'est pas le cas, il faut lui appliquer une transformation mathématique pour qu'il le devienne.

Parcelle 1 et 2 appartiennent à la même modalité			
Nb notation = 80			
Loi : +20% par jour			
Jours	Parcelle 1	Parcelle 2	Test deux proportions
1	2	4	NS
2	2	5	NS
3	3	6	NS
4	3	7	NS
5	4	8	NS
6	5	10	NS
7	6	12	NS
8	7	14	NS
9	9	17	NS
10	10	21	S
11	12	25	S
12	15	30	S
13	18	36	S
14	21	43	S
15	26	51	S
16	31	62	S
17	37	74	S

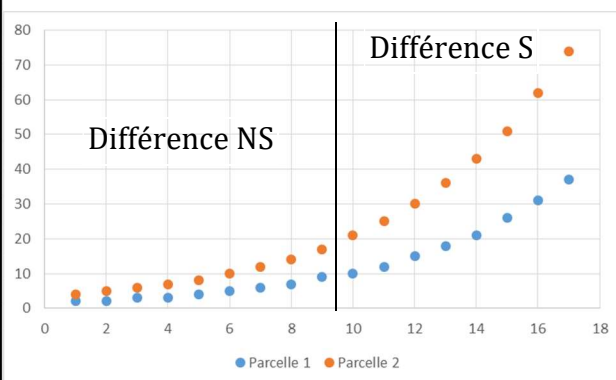


Figure 2 : exemple d'évolution de deux populations d'insectes

La figure 2 donne un exemple théorique d'évolution de deux populations d'insectes. La seule différence entre les deux parcelles est l'effectif initial. Elles subissent ensuite exactement les mêmes conditions (équivalent à deux répétitions d'une modalité). On peut constater que la différence est de plus en plus grande avec le temps qui passe. Ainsi, un test statistique donnera avant le 10^{ème} jour un résultat non significatif alors qu'à partir du 10^{ème} jour il dira que les deux populations sont différentes ce qui est faux. Les tests statistiques ne sont fiables que si le critère de notation est linéaire dans le temps, que si les différences sont conservées.

1.2 Transformation des critères non-linéaires en données linéaires

De manière général, il faut déterminer le type de fonction (f) qui décrit le mieux l'évolution du critère dans le temps (faire des notations à intervalles réguliers d'une parcelle sans intervention). Ensuite on applique la fonction inverse (g) aux données recueillies en veillant que $g(f(t_0))=0$.

Pour les insectes, l'évolution est d'abord de type exponentielle on appliquera donc la fonction $\ln$ aux données. Cependant $\ln(0)=-\infty$ or faut que l'on obtienne 0 en résultat. On transforme donc la données en utilisant la fonction $\ln(x+1)$. Ainsi $\ln(0+1)=\ln(1)=0$.

Cette transformation appliquée aux données précédentes donne le résultat illustré en figure 3. Nous constatons aisément que la conservation des différences est rétablie. Les tests statistiques peuvent être réalisés.

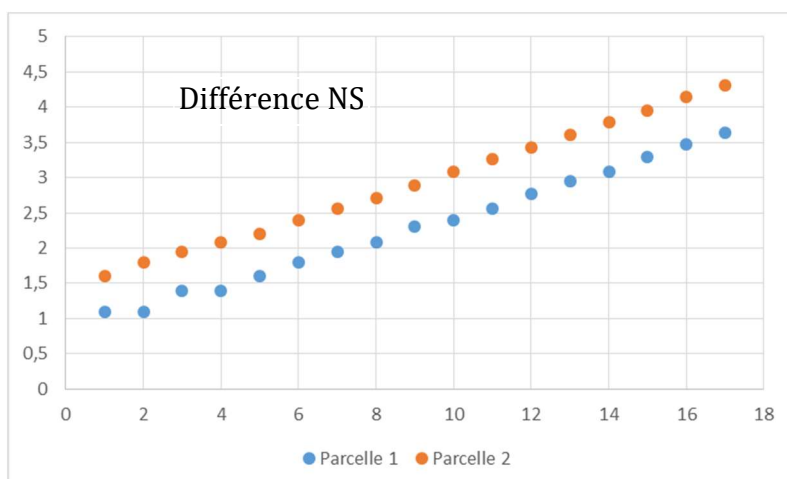


Figure 3 : même données que pour la figure 2 ou la transformation $\ln(x+1)$ a été appliquée

Cette transformation ne fonctionne que pour le démarrage des pullulations. Ensuite, à fort effectif, la fonction décrivant la population est asymptotique (forme comme $\ln$ ou racine carrée mais avec un maximum fini, elle ne dépasse jamais une certaine valeur). Dans ce cas la transformation sera la fonction exponentielle.

1.3 L'astuce de la fréquence

Les insectes ont le bon goût d'avoir une corrélation entre leur densité (nombre d'individus) et leur fréquence (pourcentage d'organes avec insecte). En plus, cette corrélation est de type asymptotique. La figure 4 présente un exemple réel avec *Thrips setosus* (données BPE Arexhor PL, 2018).

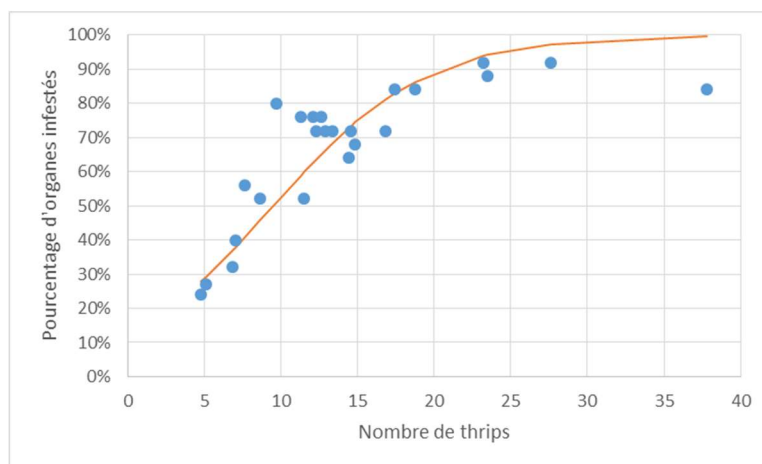


Figure 4: pourcentage de tiges avec plus de 5 thrips en fonction du nombre de thrips par tige. La courbe orange est l'asymptote de fonction $y = 1 / (1 + \exp(-(x+9,5)/5))$

Ainsi le pourcentage d'infestation est linéaire dans le temps. En simplifiant on a :

$$\text{Nb thrips} = \exp(a \cdot \text{temps})$$

$$\% \text{age infestation} = \ln(\text{nb de thrips}) = \ln(\exp(a \cdot \text{temps})) = a \cdot \text{temps}$$

$$\% \text{age d'infestation} = a \cdot \text{temps}$$

Le pourcentage d'infestation en faible densité est donc une fonction affine du temps. Les différences sont donc conservées dans le temps. Aucune transformation n'est nécessaire avant de faire les tests statistiques.

En forte infestation ce n'est plus vrai car le pourcentage d'infestation n'évolue plus alors que le nombre d'insectes continue à augmenter. En général, le pourcentage d'infestation devient peu sensible à partir de 80%. Dans ce cas, pour récupérer de la sensibilité donc de la fiabilité, le critère est modifié. Ce n'est plus absence/présence mais inférieur à x individus / supérieur à x individus. Notre cerveau comptant intuitivement (sans dénombrement) jusqu'à 5 on utilise le critère inférieur ou égale à 5 / supérieur à 5. La figure ci-dessus montre la récupération de sensibilité pour une population de *Thrips setosus*.

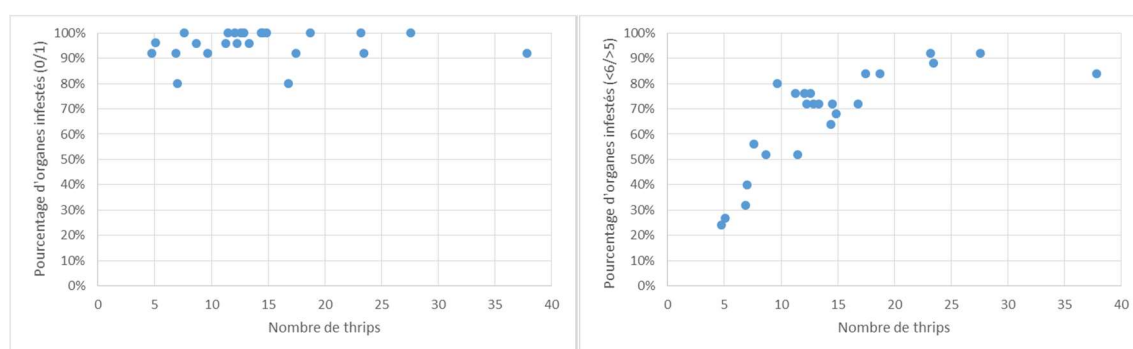


Figure 5: relation densité / fréquence pour le critère 0/1 (gauche) et le critère « jusque 5 / 6 ou plus » (droite) »

Le critère à privilégier, qui optimise temps et fiabilité, est donc le pourcentage de présence du ravageur sur son organe préféré (apex pour *Myzus persicae*, feuille pour aleurode, nœud pour les cochenilles farineuses etc.).

1.4 Taille de échantillonnage

Pour réaliser le pourcentage de présence il faut noter par échantillonnage aléatoire et pas en parcelle fixe. Le nombre à noter n'est pas lié à la taille des parcelles mais à l'hétérogénéité intrinsèque du critère. On observera au moins 60 organes par parcelle. Pour réduire au maximum le risque d'avoir une marge d'erreur trop forte, on notera au moins 150 organes par parcelle.

Si une feuille présente des folioles, alors chaque foliole sera considérée comme un organe.