

METHODE D'AIDE A LA PRISE DE DECISION DE TRAITEMENT CONTRE *DERMANYSSUS GALLINAE* (POU ROUGE) EN ELEVAGE DE PONTE

Chiron Geoffrey¹, Varescon Arthur¹, Lubac Sophie¹, Bicout Dominique J. ², Roy Lise³

¹ITAVI – 23 rue Jean Baldassini – 69364 LYON cedex 07,

² Biomathématiques et Epidémiologie, EPSP, Labo TIMC, UMR 5525 CNRS Univ. J. Fourier, VetAgro Sup – Campus Vétérinaire de Lyon, 1 avenue Bourgelat – 69820 MARCY L'ETOILE

³UMR 5175 CEFE - Equipe EcoArth, Université Paul-Valéry Montpellier – 1919 route de Mende – 34293 MONTPELLIER 5

chiron@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

Les infestations en pondeuses par le pou rouge *Dermanyssus gallinae* engendrent des problèmes économiques et sanitaires non négligeables : déclassement des œufs, prurit, réservoir de salmonelles, nervosité des poules...

Les moyens de contrôle existants concernant les infestations restent de nos jours très limités du fait des contraintes imposées par la présence des œufs de consommation et de la tendance thigmotactique du pou. En effet, recherchant naturellement le contact avec des parois, il tend à s'accumuler dans des interstices étroits. Par conséquent, la majeure partie de la population demeure cachée, ce qui rend difficile l'évaluation du niveau d'infestation dans le bâtiment. Les traitements sur le terrain sont donc régulièrement effectués soit trop tard, soit trop fréquemment. De ce fait, optimiser le moment du traitement est un enjeu majeur et nécessite des méthodes permettant d'anticiper les explosions de populations.

Un moyen de monitoring simplifié, le SPT (Simple Passive Trap), a été développé à destination des éleveurs et techniciens. Cette méthode permet de suivre l'évolution de la population de poux rouges dans un bâtiment avicole avec une précision qui dépend du nombre de pièges posés dans l'élevage. Elle a été mise à l'épreuve grâce à des suivis sur plusieurs mois réalisés dans deux élevages de poules pondeuses en cage et un élevage de reproducteurs au sol.

Les résultats montrent qu'un suivi SPT permet de détecter le début de la croissance exponentielle des populations de poux, permettant ainsi d'envisager un seuil à partir duquel démarrer le protocole de traitement pour améliorer son efficacité, tout en réduisant le risque de résistances.

ABSTRACT

A decision-making method to anticipate outbreaks of *Dermanyssus gallinae* populations in layer farms

Infestations of *Dermanyssus gallinae* in layer farms lead to considerable economic and sanitary problems: stress, downgraded eggs and indirect damages as a pathogen vector. The existing means of control for poultry red mite infestations are nowadays very limited by the restrictions due to the presence of eggs in the farm and to the thigmotactic habits of the mite. Indeed, red mites are used to aggregate in narrow interstices and as a result, the major part of the population remains hidden. It is very difficult to get an accurate estimate of the infestation threshold and control treatments are generally applied either too often or too late. Selecting the optimal time point for treatment is a major challenge and requires methods to anticipate population increase.

A simplified monitoring tool, the SPT (Simple Passive Trap) dedicated to farmers' and technicians' use was developed. This method makes it possible to monitor the evolution of the poultry red mite population in a layer farm with some precision depending on the number of traps set up in the building. The method was elaborated and tested through a several-month follow-up in two cage farms and one free range farm.

The results indicate that a SPT follow up enables the detection of the beginning of exponential growth of the poultry red mite populations. As a result, it is possible to assess a stopping threshold above which treatment is to be done. This is expected to increase the treatments' efficacy while limiting the risk of resistance.

INTRODUCTION

La prévalence de *Dermanyssus gallinae*, acarien communément appelé « pou rouge des poules », est très élevée dans les élevages européens de poules pondeuses (56% dans les élevages cage français, Sparagano et al. 2009). Il est responsable de dégâts directs avec une augmentation du stress et de la mortalité chez les volailles, ainsi que du taux d'œufs déclassés et peut entraîner des problèmes d'anémie (Chauve 1998 et Kirkwood 1967). Le pou produit également des dégâts indirects, en tant que réservoir, voire vecteur de micro-organismes pathogènes comme les salmonelles ou le virus de la maladie de Newcastle (Valiente Moro et al. 2007, Arzey 1990, Valiente Moro et al. 2009).

Le pou rouge a des particularités biologiques qui le rendent très persistant dans les bâtiments d'élevage. Il ne vit pas sur son hôte et peut se nourrir de plusieurs hôtes différents (Roy 2009), ce qui en fait un microprédateur plutôt qu'un parasite typique (Lafferty & Kuris 2002). Après son repas de sang, il se loge dans des interstices étroits, ce qui le protège notamment des pulvérisations acaricides. La population visible dans un élevage (en dehors des interstices) ne constitue qu'une infime partie de la population présente dans le bâtiment. Ainsi, l'estimation du niveau d'infestation à un instant *t* dans un bâtiment est très délicate. Par conséquent, les traitements sont régulièrement réalisés soit « en aveugle » (sans connaissance précise de l'état d'infestation), soit lorsque la population de poux est déjà perceptible dans au moins une zone du bâtiment. A ce stade de développement de la population, il devient difficile de contrôler l'infestation de poux rouges et les traitements sont d'une efficacité amoindrie. Cette étude a pour but de mettre au point une méthode pour optimiser le moment du traitement contre le pou rouge en élevage de poules pondeuses.

Plusieurs études ont été réalisées afin d'améliorer la connaissance de la dynamique spatio-temporelle des populations du pou rouge en élevage de poules pondeuses mais toutes se sont heurtées au problème du monitoring : aucun attractif spécifique du pou rouge n'étant disponible aujourd'hui, seuls des pièges passifs ont été utilisés (Nordenfors et al. 2000, Nordenfors et al. 2001, Zenner et al. 2009, Bon 2006, Sokoł et al. 2008). D'une part, les relevés obtenus montrent une faible constance dans le temps (non réguliers). D'autre part, les protocoles développés jusqu'à présent sont trop chronophages pour une utilisation en routine par les éleveurs. Face à ce constat, deux nouveaux moyens de monitoring ont été développés : le premier, semi-attractif, afin de caractériser de façon plus précise la dynamique temporelle des populations de poux, le second, passif mais d'usage fortement simplifié, à destination des éleveurs, pour leur permettre de détecter le moment opportun pour un traitement optimisé contre le pou.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Moyens de monitoring

1.1.1. Semi Attractive Trap (SAT)

Le SAT est un piège semi attractif constitué d'un pot en plastique standard de 40 ml rempli aux deux tiers par de l'eau additionnée d'une petite quantité de tensio-actif (0,01%), le tout couvert d'un bouchon percé de 7 trous d'env. 2 mm de diamètre. Le pou est attiré par l'eau (Roy, résultats non publiés) contenue dans le piège, et le tensio-actif les fait couler au fond du pot. Un morceau de fil de fer d'un diamètre de 2,4 mm est attaché au bouchon afin d'offrir aux acariens un chemin adéquat pour atteindre le liquide tout en permettant une fixation aisée du piège dans l'élevage. Le bouchon permet de limiter l'entrée de poussières ou d'aliment dans le piège.

Le piège est installé dans l'élevage à J0, récupéré et remplacé par un autre toutes les deux semaines à la même place exactement. Le contenu du SAT collecté est ensuite analysé au laboratoire : il est filtré à travers une toile tamis (diamètre : 4 cm, taille de maille : 150 microns) et les poux retenus sur la toile sont comptés à la loupe binoculaire, sur une plaque quadrillée. Ce moyen de monitoring permet d'estimer un **nombre moyen de poux par piège** à une date *t* dans un bâtiment. Ces pièges sont positionnés à l'intérieur des nids collectifs pour les élevages au sol et sur la grille supportant le tapis à œufs au premier étage de cages, pour les élevages en cages aménagées.

1.1.2. Simplified Passive Trap (SPT)

Le SPT, piège passif, consiste à placer dans les élevages des morceaux d'adhésif (scotch de protection) de 25 mm de largeur. Cet adhésif, une fois replié, crée un gîte temporaire pour le pou, qu'il utilise notamment après son repas de sang. Le piège reste en place durant deux semaines. Il est alors retiré, lu immédiatement *in situ* et remplacé par un autre piège. Le relevé repose sur une notation en deux états : négatif (de 0 à 10 poux) et positif (au-delà de 10 poux). Cette notation a été retenue finalement plutôt que la notation présence/absence stricte pour des raisons de faisabilité et après vérification qu'elle n'introduisait pas de bruit (comparaison des deux tout au long de l'étude, voir résultats). Ce moyen de suivi permet d'obtenir un **pourcentage de pièges positifs et de pièges négatifs** à une date *t* dans un bâtiment. La position dans les élevages des SPT est similaire à celle des SAT (distance entre les deux pièges sur chaque point env. 20 cm). Dans les élevages en cages aménagées, le piège peut être positionné à l'étage le plus facilement accessible pour l'utilisateur (Roy et al. 2014).

1.1.3 Snapshots

En complément de ces deux moyens de monitoring, plusieurs relevés exhaustifs de la distribution des agrégats ont été effectués ponctuellement : les

snapshots. Ce type de relevé consiste à observer des zones précises du matériel d'élevage et à noter la présence d'agrégats vivants de grosse taille ($\geq 2\text{-}3\text{ cm}$ de diamètre).

1.2. Elevages suivis et nombre de points de piégeage

Trois bâtiments d'élevages différents ont été suivis au cours de ce projet. Les élevages A et B sont des élevages en cage avec respectivement des capacités de 10 000 et 45 000 poules. Le bâtiment de l'élevage C héberge des poules pondeuses reproductrices au sol sur une surface de 400 m². Des suivis concomitants par SAT et par SPT ont été réalisés sur l'intégralité du bâtiment de l'élevage A (4 travées, 88 SPT et 40 SAT) et du bâtiment de l'élevage C (20 SAT et 20 SPT), sur une seule travée dans l'élevage B (44 SPT et 44 SAT). Les durées des suivis des élevages A, B et C ont été respectivement de 18, 12 et 6 mois.

L'élevage A a également fait l'objet de 5 snapshots au cours de l'année 2013 afin de vérifier la pertinence de l'usage des SPT par rapport à des relevés visuels directs. De manière à détecter d'éventuellement variations significatives dans la distribution spatiale des agrégats, les snapshots étaient réalisés de manière quasi-exhaustive : 224 montants de cage (soit un montant sur deux) ont été observés sur l'ensemble du bâtiment à deux niveaux ce qui correspond à 448 points par relevé. Chacun des 88 SPT se trouvaient à proximité d'un de ces points de snapshots (à une distance d'env. 20 cm), formant 5 fois 88 paires de relevés SPT/snapshots.

1.3. Dynamique des populations et définition d'un seuil d'alerte

La dynamique de population de poux peut être caractérisée par un modèle mathématique de base tel celui développé par Verlhust (i.e. croissance logistique), communément utilisé pour représenter la dynamique temporelle d'accroissement de populations d'animaux ou végétaux. D'une manière générale, la dynamique des populations peut être décomposée en trois grandes phases : la phase de quasi-latence, au cours de laquelle la taille de la population est trop réduite pour donner lieu à un accroissement démographique perceptible, la phase d'accroissement exponentiel, au cours de laquelle la croissance est libre de type Malthusienne, suivie ensuite de la phase d'équilibre stationnaire au cours de laquelle des interactions de compétition dépendant de la capacité d'accueil du milieu apparaissent, ce qui génère un freinage de l'accroissement démographique. Cette courbe sigmoïde est caractérisée par deux paramètres : r , le taux d'accroissement par individu et K , la capacité d'accueil du milieu. Ils peuvent être reliés directement aux paramètres démographique du cycle de *Dermanyssus gallinae* (Hubert et al., 2011). Afin de maintenir l'efficacité à long terme des

traitements (i.e. retarder l'émergence des résistances), il est nécessaire de réaliser les actions de contrôle en fonction d'un seuil d'alerte et non de manière systématique. Ce seuil d'alerte doit être défini de manière à optimiser l'efficacité des traitements ponctuels afin d'adapter le nombre des traitements tout en évitant les pertes de contrôle. Pour définir ce seuil d'alerte, nous partons de l'hypothèse suivante : l'efficacité maximale d'un traitement ponctuel est atteinte lorsque l'éleveur réalise son traitement anti-pou juste avant la phase de croissance exponentielle, c'est-à-dire au point d'accélération maximale (dérivée seconde).

1.4. Traitement des données

Afin de proposer un outil qui permette effectivement aux éleveurs d'identifier le seuil d'alerte, nous avons développé le SPT, d'usage rapide et aisé en élevage. Pour en vérifier la pertinence, nous faisons ici l'hypothèse que le relevé d'agrégats visibles à l'œil nu (snapshots) est un indicateur acceptable de la charge réelle du bâtiment dans le cadre de l'étude. Nous avons mesuré la corrélation entre données SPT et données snapshots. Cette mesure a été effectuée sur les paires de relevés binaires SPT/ snapshots au moyen du test Q de Yule et par calcul du coefficient ϕ au moyen du logiciel R. Les données SAT nous permettent d'établir des dynamiques de population de poux sur la base de données quantitatives discrètes (comptage d'acariens). Pour identifier le point d'accélération maximale, nous avons cherché à capturer plusieurs fois et dans les trois élevages la dynamique des deux premières périodes de la dynamique des populations (latence + accélération). L'idéal aurait été la capture des trois périodes, incluant donc la période d'équilibre. Mais du fait de contraintes d'ordre pratique et économique, des traitements sont systématiquement appliqués en cours de période de croissance dans les élevages suivis, rendant impossible l'acquisition de la courbe complète sur le terrain. Par conséquent, certains paramètres ont été estimés au moyen du solveur d'Excel sur la base des courbes obtenues jusqu'à la perturbation engendrée par les traitements. Ainsi, en particulier, la capacité d'accueil K et la durée totale de la période de croissance exponentielle sont généralement estimées et non observées. Afin d'estimer les paramètres r et K et d'identifier les points d'accélération maximale pour les populations de poux suivies, nous synchronisons pour tous les jeux de données SAT les débuts de période de latence à la fin des vides sanitaires et ajustons sur les courbes ainsi synchronisées les paramètres du modèle logistique de Verlhust aux données SAT par minimisation de l'erreur quadratique grâce au solveur. Nous pouvons ainsi estimer le point d'accélération maximale sur la base du calcul des dérivées secondes. Une fois les paramètres estimés et les points d'accélération maximale identifiés sur la base des

données SAT, l'observation des tendances dans l'évolution des relevés SPT durant la période précédant ce point d'accélération maximale est effectuée en superposant l'évolution des pourcentages de SPT positifs sur celle des moyennes de poux par SAT relevés en parallèle dans les trois élevages (figure 1). Les observations ainsi réalisées serviront de base aux préconisations destinées aux éleveurs pour la prise de décision de traitement sur la base du suivi SPT seul.

2. RESULTATS

2.1. Concordance SPT/ snapshots

L'observation de la distribution spatiale des agrégats suggère fortement une dynamique par contagion (un ou plusieurs foyers, qui se propagent peu à peu). De plus, le test Q de Yule et le calcul du coefficient ϕ ont été effectués sur 5 relevés de l'élevage A, sur les 88 paires de snapshots et STP distants de 20 cm (soit au total 448 données). Les résultats révèlent une corrélation élevée et très significative entre les données binaires présence/absence d'agrégats visibles et négatif/positif dans les SPT considérés par paires ($Q = 0,83$, coef. $\phi = 0,5$ et p du $\chi^2 < 0,001$). Des résultats similaires sont obtenus avec la notation présence/absence stricte et avec la présente notation (0-10 poux / plus de 10 poux). Nous recommandons donc cette dernière échelle, plus aisée à respecter sans erreur par un novice.

2.2. Paramètres de la dynamique de population du pou

En ajustant les paramètres de la fonction logistique de Verhulst aux données SAT synchronisées à compter de la fin du vide sanitaire, nous avons pu calculer les différents paramètres caractérisant la dynamique de population du pou dans les trois élevages suivis (tableau 1). Nous faisons l'hypothèse que chaque travée est indépendante en termes de dynamique de population de poux. Nous identifierons donc chaque travée pour l'élevage A. La durée de la période de latence (à la rentrée des poules après le vide sanitaire jusqu'au point d'accélération maximum) est très variable : elle varie de 90 jours pour l'élevage B à > 300 jours pour les travées 2 et 3 de l'élevage A. La durée de période de croissance exponentielle varie entre 40 jours pour l'élevage B et 160 jours pour la travée 1 de l'élevage A (le taux d'accroissement par individu r s'étend de 0,035 pour la travée 4 de l'élevage A à 0,21 pour l'élevage C). Enfin, aucun lien saison/période de croissance exponentielle n'a été mis en évidence, notamment du fait du faible nombre d'élevage étudié. Le nombre de poux moyen par SAT au moment de l'accélération maximale telle qu'identifiée au moyen du solveur se trouve en revanche être relativement constant (entre 262 et 424 pour toutes les travées et tous les élevages).

Enfin, on peut noter que, dans l'élevage B, la population s'effondre à la suite d'un traitement appliqué par l'éleveur, qui se trouve avoir eu lieu juste avant le point d'accélération maximale estimé ici.

2.3. Mise en parallèle des données SPT et SAT pour l'identification d'un seuil d'alerte opérationnel

Par superposition des données SPT sur les données SAT, la recherche de tendance dans les pourcentages de SPT à l'état 1 (>10 poux) durant la période précédant la croissance exponentielle de la population de poux rouges dans les trois bâtiments d'élevage suivis vise à établir un seuil d'alerte détectable facilement par l'éleveur. La figure 1 représente les suivis bimensuels des populations de poux dans les différents élevages. Dans tous les graphiques obtenus, l'accélération maximale concorde avec un pourcentage de SPT à l'état 1 toujours supérieur à 80%. Quelques semaines avant le point d'accélération maximale (c'est-à-dire vers la fin de la période de latence), des SPT positifs commencent à apparaître mais leurs proportions varient fortement dans le temps et selon les travées. Le pourcentage de SPT des élevages B et C augmente de façon relativement continue contrairement à celui de l'élevage A qui oscille fortement d'un relevé à l'autre (de 20% à 70% puis diminution à 30% et nouvelle augmentation au relevé suivant à 100%). De plus, le point d'accélération maximale a lieu après 10 relevés successifs avec plus de 10% de SPT positifs pour la travée 4 de l'élevage A, 6 pour l'élevage B et uniquement 4 pour l'élevage C.

3. DISCUSSION

Le SAT est un outil de monitoring semi-attractif générant des données quantitatives discrètes relativement constantes dans le temps. Il permet ainsi d'approcher le modèle logistique de la dynamique de populations de poux de manière beaucoup plus régulière qu'avec les données de relevés provenant de pièges passifs. C'est pourquoi nous l'avons utilisé pour caractériser la cinétique d'accroissement des populations à compter du vide sanitaire, et ainsi identifier le point d'accélération maximale, dans la présente étude. Il peut aussi être utilisé dans le cadre d'études scientifiques diverses nécessitant une mesure quantitative de la charge en poux d'une aire donnée.

Le SPT, outil de monitoring passif générant des données qualitatives binaires, est destiné à l'éleveur : lu directement *in situ*, il est simple, pratique et rapide d'utilisation. Les résultats obtenus montrent qu'un suivi SPT seul, malgré sa faible précision, peut permettre à un éleveur de mieux estimer la charge en poux de son bâtiment et, surtout, d'anticiper le point d'accélération maximale. En effet, ce dernier est systématiquement précédé d'au moins trois relevés successifs avec des pourcentages de SPT positifs

supérieurs à 20% (3 pour l'élevage A, 6 pour l'élevage B et 4 pour l'élevage C). Le fait que l'élevage C ait montré une décroissance marquée et maintenue de la population de poux suite au traitement réalisé par hasard juste avant le point d'accélération maximale conforte notre hypothèse d'un traitement efficace si réalisé avant ce point, même s'il est important de conserver à l'esprit qu'il s'agit là d'un cas unique, et que des répliques seraient nécessaires pour statuer. Les SPT ne permettent pas de détecter la semaine juste avant ce point mais plusieurs semaines avant. Ainsi, fixer un seuil d'alerte sur cette base apparaît comme un gage de sécurité pour l'éleveur.

CONCLUSION

Nous avons mis au point deux méthodes de suivi de la dynamique de population des poux : la méthode SAT, utilisable pour des recherches scientifiques ainsi que la méthode SPT, outil simple, pratique d'usage pour les éleveurs. Les données permettent d'apporter des éléments de suivi importants afin d'aider les éleveurs à traiter au moment opportun et un seuil d'alerte est maintenant déterminable en fonction des attentes de l'éleveur, moyennant un suivi allégé mais régulier dans chaque bâtiment. Cela permettra à l'éleveur de cibler le moment du traitement pour le rendre non seulement plus efficace et en limitant les risques d'émergence de résistance.

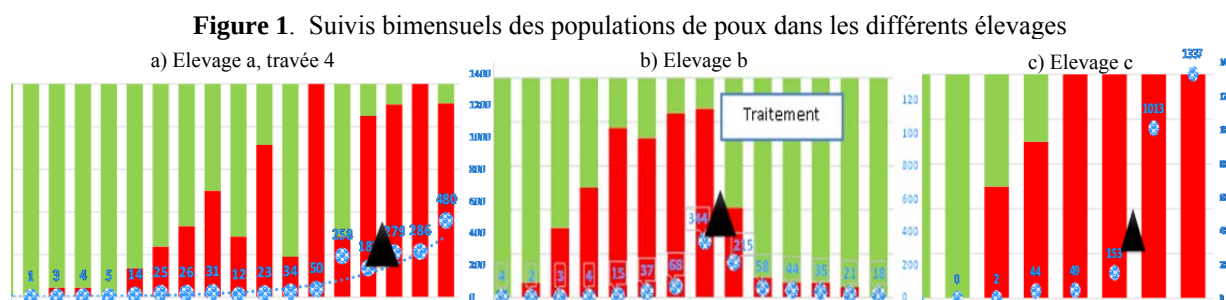
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Arzey G., 1990. Technical Bulletin-New South Wales, Agricul Fish, 42, 12.
2. Bon G. 2006. Lyon : Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Thèse de Doctorat.
3. Chauve C., 1998. Vet. Parasitol. 8, 364–376.
4. Huber K., Zenner L., Bicout DJ., 2011. Veterinary Parasitology 65-73.
5. Kirkwood A.C., 1967. Vet. Rec. 80, 514–516.
6. Lafferty K.D., Kuris A.M. 2002. Trends ecol. evol. 17:507-513
7. Nordenfors H., Hoglund J., 2000. Br. poult. sci. 41(5), 533-540.
8. Nordenfors H., Chirico J., 2001. J. Econ. Entomol. 94 (6), 1617-21.
9. Roy L. 2009. Paris : Agro Paris Tech, Thèse de Doctorat, 307.
10. Roy L., Chiron G., Lubac S., Bicout D., 2014. WPSA 2014.
11. Sparagano O, Pavličević A, Murano T, Camarda A, Sahibi H, Kilpinen O, Mul M, van Emous R, le Bouquin S, Hoel K, Cafiero MA. 2009. Experimental and Applied Acarology, 48(1–2), 3–10.
12. Sokoł R, Szkamelski A, Barski D., 2008. Pol J Vet Sci.;11(1):71-3.
13. Valiente Moro C, Chauve C, Zenner L 2007. Veterinary Microbiology, vol. 146(3), 329-336.
14. Valiente Moro C, De Luna CJ, Tod A, Guy JH, Sparagano OA, Zenner L. 2009. Experimental and Applied Acarology, 48, 93–104.
15. Zenner L., Bon G., Chauve C., Nemoz C., Lubac S., 2009. Exp. Appl. Acarol. 48:157–166

Tableau 1. Caractéristiques de la dynamique de population du pou rouge dans les élevages A, B et C

Elevage	K (nombre de pou moyen/SAT à l'équilibre)	R (taux d'accroissement par individu)	Accélération max (nombre de pou moyen/SAT)	Durée de la période de latence (jours)	Durée de la période de croissance exponentielle (jours)	Période de l'année de la croissance exponentielle
A (travée 2)	1200	0,0581	391	346*	160	Juillet-Août
A (travée 3)	2000	0,0429	424	320*	120	
A (travée 4)	1200	0,0349	262	300*	104	
B	3680*	0,1347	430	91*	40	Décembre- Janvier
C	1350	0,2095	308	128*	55*	Mars-Avril

Légende : Valeurs estimées ou * valeurs observée



Légende : L'abscisse représente les relevés bimensuels des SAT et SPT. Les points correspondent au nombre de poux moyen par SAT relevés à chaque date dans le bâtiment. Les barres verticales représentent le pourcentage de SPT à l'état 0 en clair et à l'état 1 en foncé. Le triangle noir situe le point d'accélération maximum (déterminé en calculant la dérivée seconde sur la base du modèle ajusté par le solveur d'Excel aux relevés SAT).