



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
[www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



## CAS CLINIQUE

# L'association inhabituelle de deux maladies pulmonaires immunoallergiques : un cas de pneumopathie d'hypersensibilité associée à une aspergillose bronchopulmonaire allergique

*A case of farmer's lung associated with allergic bronchopulmonary aspergillosis*

M. Duprez<sup>a,\*</sup>, T. Soumagne<sup>a</sup>, J. Maitre<sup>b</sup>, G. Reboux<sup>c,d</sup>,  
J.-C. Dalphin<sup>a,d</sup>

<sup>a</sup> Service de pneumologie, oncologie et allergologie respiratoires, Hôpital universitaire de Besançon, CHU de Besançon, CHU Jean-Minjoz, 3, boulevard Fleming, 25000 Besançon, France

<sup>b</sup> Service de pneumologie, hôpital de Haute-Saône, 70000 Vesoul, France

<sup>c</sup> Service de parasitologie et mycologie, hôpital universitaire de Besançon, CHU Jean-Minjoz, 25000 Besançon, France

<sup>d</sup> UMR-CNRS 6249 Chrono-environnement, université de Franche-Comté, 25000 Besançon, France

Reçu le 28 mars 2019 ; accepté le 28 octobre 2019

### MOTS CLÉS

Pneumopathie d'hypersensibilité ;  
Alvéolite allergique extrinsèque ;  
Poumon du fermier ;  
Aspergillose

**Résumé** La pneumopathie d'hypersensibilité (PHS) et l'aspergillose bronchopulmonaire allergique (ABPA) sont deux formes de maladies pulmonaires aux mécanismes immunoallergiques supposés distincts. Nous rapportons l'observation d'un agriculteur de 38 ans qui présentait depuis un mois une dyspnée fébrile résistante à l'antibiothérapie. Les diagnostics de poumon du fermier et d'ABPA ont pu être portés sur un faisceau d'arguments cliniques, biologiques, fonctionnels et radiologiques ainsi que selon les critères établis. L'évolution a été favorable sous éviction antigénique et corticothérapie. Cette observation est, à notre connaissance, le

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [mathilde.duprez@univ-fcomte.fr](mailto:mathilde.duprez@univ-fcomte.fr) (M. Duprez).

<https://doi.org/10.1016/j.rmr.2019.11.642>

0761-8425/© 2019 SPLF. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

bronchopulmonaire  
allergique ;  
Association

cinquième cas décrit d'association entre une PHS et une ABPA. Elle suggère l'existence de facteurs de risque et de mécanismes immunoallergiques communs à ces deux pathologies et fait discuter l'hypothèse que le ou les mêmes antigènes en soient responsables.  
© 2019 SPLF. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## KEYWORDS

Hypersensitivity  
pneumonitis;  
Extrinsic allergic  
alveolitis;  
Farmer's lung;  
Allergic  
bronchopulmonary  
aspergillosis;  
Association

**Summary** Hypersensitivity pneumonitis and allergic bronchopulmonary aspergillosis are two forms of lung disease with presumed distinct immunoallergic mechanisms. We report the observation of a 38-year-old French farmer who, for one month, had fever and dyspnoea resistant to antibiotic therapy. A diagnosis of farmer's lung, and allergic bronchopulmonary aspergillosis was made on clinical, biological, functional and radiological evidence and according to the criteria established. The evolution was favorable with antigenic eviction and corticosteroid therapy. This observation is to our knowledge the 5<sup>th</sup> case that describes the association of hypersensitivity pneumonitis and allergic bronchopulmonary aspergillosis. It suggests the existence of risk factors and immunoallergic mechanisms common to both diseases and discusses the hypothesis that the same antigen(s) is (are) responsible for them.

© 2019 SPLF. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## Introduction

Les *Aspergillus* sont des champignons filamenteux fréquemment rencontrés par l'Homme et sont responsables de diverses pathologies, notamment respiratoires. La réponse de l'hôte à la suite du contact avec ce micro-organisme est l'élément clé qui va déterminer si l'hôte va éliminer ce micro-organisme sans développer de maladie, s'il va être colonisé, infecté ou s'il va développer une hypersensibilité vis-à-vis de celui-ci [1]. Les pathologies respiratoires en lien avec l'*Aspergillus* sont variées et peuvent être classées en trois catégories pouvant occasionnellement coexister [2] : les infections invasives, caractérisées par la croissance d'*Aspergillus* dans les tissus (aspergillose pulmonaire invasive) ; les infections provoquées par la colonisation des surfaces muqueuses sans envahir les tissus (mycetome par exemple) ; et les pathologies d'hypersensibilité, qui sont définies comme des maladies causées par la réponse immunitaire de l'hôte. Ces dernières regroupent des pathologies telles que l'aspergillose bronchopulmonaire allergique (ABPA) et la pneumopathie d'hypersensibilité (PHS). Bien que l'ABPA et la PHS liée à *Aspergillus* présentent des mécanismes physiopathologiques distincts, leur association a été rarement décrite [3–5]. L'association d'une ABPA et d'une PHS liée à un autre antigène n'est décrite à notre connaissance que dans un seul cas (ABPA et PHS aviaire) [6].

## Observation

Un agriculteur Français de 38 ans est vu pour la première fois en hospitalisation en septembre 2018. Il présente depuis un mois une dyspnée d'aggravation progressive, une toux et des poussées de fièvre à prédominance vespérale. Une antibiothérapie par amoxicilline-acide clavulanique n'a pas permis l'amélioration des symptômes.

Il présente comme principaux antécédents un œdème de Quincke aux crustacés, un asthme et une rhinite allergiques aux graminées, symptomatiques uniquement lors de la période des foins où il est traité ponctuellement par corticothérapie inhalée ou systémique. Il est non-fumeur et exploite une ferme de production laitière depuis 15 ans. L'interrogatoire retrouve une exposition à des lots de paille déclassés insalubres depuis cette année.

À l'examen clinique, il est apyrétique, la saturation pulsée en oxygène (SpO<sub>2</sub>) est à 89 % en air ambiant et l'auscultation pulmonaire met en évidence des crépitations et des sibilants diffus.

Les tests cutanés (prick-tests) mettent en évidence une sensibilisation à *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, *Aspergillus* sp. et crevette.

Biologiquement, l'allergène recombinant rDer p10 (tropomyosine) est positif à 53,8 kUA/L et l'allergène recombinant dactyle (pollens de graminées) est faiblement positif à 0,73 kUA/L. Les allergènes recombinants rAsp f1, 2, 3, 4 et 6 (*Aspergillus fumigatus*) sont positifs. La pression partielle artérielle en oxygène est à 46 mmHg en air ambiant. La protéine C réactive est à 62 mg/L. Il n'y a pas d'hyperleucocytose ni d'hyperéosinophilie (polynucléaires éosinophiles à 219/mm<sup>3</sup>) et la valeur de la procalcitonine n'est pas significative. Les immunoglobulines E (IgE) totales sont élevées à 6568 kU/L. Les IgE spécifiques *Aspergillus* sont augmentées à 77,7 kUA/L. Les anticorps sériques anti-*Aspergillus* sont positifs en Elisa (2,02) et en Western blot (présence de bandes spécifiques d'intensité forte). Parmi les 14 antigènes testés par double diffusion puis électrosynérèse, des arcs sont obtenus pour 5 antigènes : *Saccharopolyspora rectivirgula*, *Thermoactinomyces vulgaris*, *Saccharomonospora viridis*, *Mycobacterium avium* et *Mycobacterium phocaicum*. Les arcs obtenus pour *A. fumigatus* et *Lichtheimia corymbifera* sont à la limite du seuil de significativité. La culture microbiologique d'un

échantillon de paille du patient met en évidence *Streptomyces mesophile*, *Saccharomonospora viridis* (Fig. 1), *Scopulariopsis brevicaulis*, *Aspergillus glaucus*, *A. fumigatus*, *Wallemia sebi* et *L. corymbifera* (Tableau 1).

Les explorations fonctionnelles respiratoires mettent en évidence un rapport de Tiffeneau à 77 %, un volume expiratoire maximum seconde (VEMS) à 3,17 L soit 80 % de la théorique pré bronchodilatateur et à 3,40 L soit 86 % de la théorique post bronchodilatateur, une capacité pulmonaire totale (CPT) à 71 % de la théorique, une capacité de diffusion du poumon pour le monoxyde de carbone (DLCO) à 41 % de la théorique, un coefficient de diffusion du monoxyde de carbone (KCO) à 47 % de la théorique. Le patient parcourt, lors du test de marche de 6 minutes, 570 m pour une distance référence de 720 m, avec une SpO<sub>2</sub> minimale à 81 % à la 3<sup>e</sup> minute.

Le scanner thoracique met en évidence un aspect de verre dépoli et des micronodules flous centrolobulaires diffus associés à des bronchocèles centrales lobaires supérieures droites responsables de troubles ventilatoires (Fig. 2A).

L'endoscopie bronchique objective une lésion blanchâtre obstruant la bronche dorsale lobaire supérieure droite (Fig. 3). Le lavage bronchoalvéolaire renferme 1 000 000 éléments/mL dont 70 % de lymphocytes, 25 % de macrophages et 5 % de polynucléaires éosinophiles. L'aspiration bronchique est positive à *A. fumigatus* 10<sup>5</sup> UFC/mL et le matériel muqueux renferme des filaments mycéliens. La bactériologie et la recherche de bacilles acido-alcool-résistants sont



Figure 1. Colonies de *Saccharomonospora viridis* (en bleu).

Tableau 1 Précipitines sériques du patient et culture microbiologique d'un échantillon de sa paille.

| Antigènes                                           | Précipitines sériques du patient |                 | Micro-organismes retrouvés dans la paille (quantité) |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|
|                                                     | Double diffusion                 | Electrosynérèse |                                                      |
| <i>Lichtheimia corymbifera</i>                      | 3 arcs*                          | 1 arc*          | 400 UFC/g                                            |
| <i>Wallemia sebi</i>                                | 1 arc                            | 1 arc           | 5000 UFC/g                                           |
| <i>Eurotium amstelodami</i>                         | 0 arc                            | 1 arc           | —                                                    |
| <i>Saccharopolyspora rectivirgula</i>               | 1 arc                            | 4 arcs          | —                                                    |
| <i>Thermoactinomyces vulgaris</i>                   | 4 arcs                           | 5 arcs          | —                                                    |
| <i>Saccharomonospora viridis</i>                    | 2 arcs                           | 5 arcs          | 40 000 UFC/g                                         |
| <i>Mycobacterium avium</i>                          | 2 arcs                           | 6 arcs          | —                                                    |
| <i>Mycobacterium phocaicum</i>                      | 1 arc                            | 5 arcs          | —                                                    |
| Fientes de pigeon                                   | 0 arc                            | Non testé       | —                                                    |
| Fientes de perruche                                 | 0 arc                            | Non testé       | —                                                    |
| Fientes de poule                                    | 1 arc                            | Non testé       | —                                                    |
| Fientes de canari                                   | 2 arcs                           | 0 arc           | —                                                    |
| Fientes de canard                                   | 3 arcs                           | 0 arc           | —                                                    |
| <i>Aspergillus fumigatus</i> , antigène métabolique | 3 arcs*                          | 1 arc*          | 8000 UFC/g                                           |
| <i>Aspergillus fumigatus</i> , antigène somatique   | 3 arcs                           | 0 arc           | —                                                    |
| <i>Aspergillus glaucus</i>                          | Non testé                        | Non testé       | 10 000 UFC/g                                         |
| <i>Scopulariopsis brevicaulis</i>                   | Non testé                        | Non testé       | 20 000 UFC/g                                         |
| <i>Streptomyces mesophile</i>                       | Non testé                        | Non testé       | 80 000 UFC/g                                         |

Les valeurs des précipitines positives sont en gras. Les valeurs des précipitines à la limite du seuil de significativité sont suivies d'un astérisque.

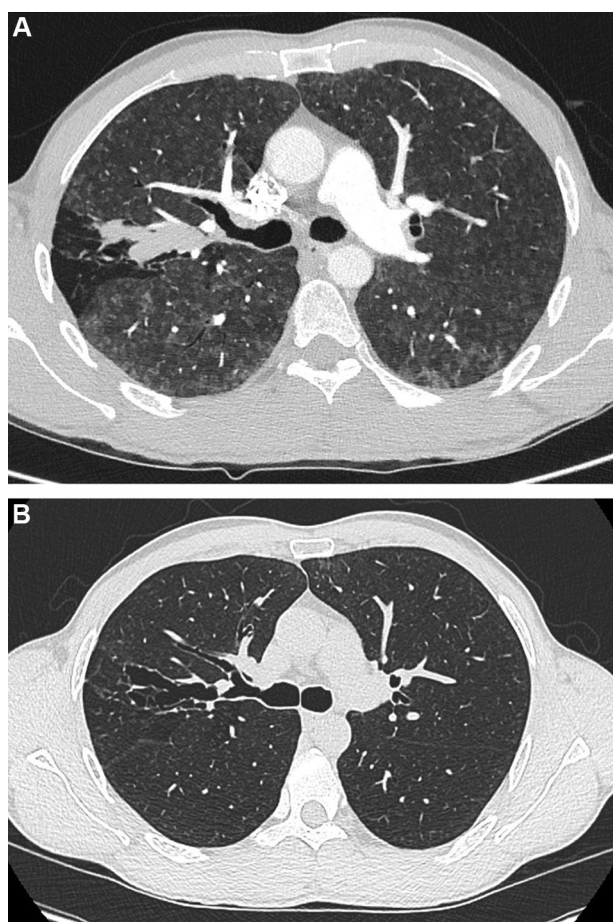


**Figure 2.** A. Coupe tomodensitométrique thoracique axiale au moment du diagnostic. B. Coupe tomodensitométrique thoracique axiale à 3 mois de corticothérapie systémique.

négatives. Il existe une inflammation pariétale avec nombreux polynucléaires éosinophiles, sans filament mycélien sur les biopsies bronchiques.

Le diagnostic d'une forme aiguë de maladie de poumon du fermier (PDF) associée à une ABPA est retenu. Une éviction antigénique est réalisée (port d'un masque double cartouche lors de ses activités professionnelles) et une corticothérapie systémique est introduite à 40 mg/j pendant 1 mois, 30 mg/j pendant 1 mois, puis est diminuée et maintenue à 20 mg/j.

Il existe, trois mois après l'introduction de cette corticothérapie systémique, une nette amélioration : l'examen clinique est parfaitement normal ( $SpO_2$  à 97 %), les IgE totales ont diminué de 66 % (2254 kU/L), les volumes et les débits sont normaux, la DLCO est améliorée, à 65 % de la théorique et le patient parcourt, lors du test de marche de 6 minutes, 750 m avec une  $SpO_2$  minimale à 92 % à la 5<sup>e</sup> minute. Le scanner thoracique de contrôle met en évidence une disparition des bronchocèles laissant place à des bronchectasies sans impaction mucoïde, et une disparition des opacités en verre dépoli (Fig. 2B).

## Discussion

Nous rapportons ici le cas d'un patient présentant une forme aiguë de PDF et une ABPA. Le diagnostic de PDF

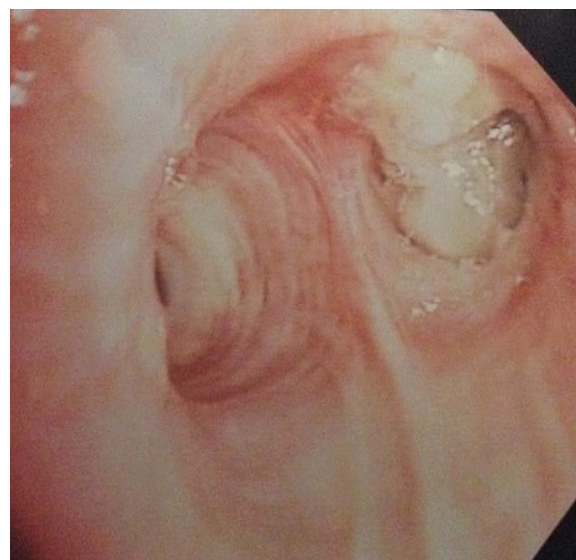


**Figure 3.** Vue perendoscopique de la bronche dorsale lobaire supérieure droite.

est retenu sur l'association d'une exposition antigénique identifiée, d'une alvéolite lymphocytaire, d'une présentation clinique, radiologique et fonctionnelle compatibles et d'une amélioration après éviction antigénique [7]. Le diagnostic d'ABPA a été posé en se reportant aux critères établis par Agarwal [8] : présence d'un asthme, de 2 critères majeurs avec des IgE totales > 1000 UI/mL, des IgE spécifiques *A. fumigatus* augmentées et des tests cutanés positifs à *Aspergillus* ainsi qu'au moins 2 autres critères mineurs, la présence d'anticorps anti-*Aspergillus* et des anomalies radiologiques compatibles. Enfin, la corticothérapie systémique et l'éviction antigénique ont permis une évolution clinique, biologique, fonctionnelle et radiologique favorable. Aucun traitement antifongique n'a été introduit en raison d'une première exacerbation d'ABPA d'évolution rapidement favorable sous corticothérapie systémique seule.

La survenue d'une PHS et d'une ABPA, déjà décrite dans 4 autres cas dans la littérature (Tableau 2), suggère que cette association n'est probablement pas fortuite et pourrait être liée à des facteurs de risque et mécanismes immunoallergiques communs. Cette association pourrait être sous-diagnostiquée du fait de caractéristiques cliniques et fonctionnelles parfois comparables. La PHS et l'ABPA ont en commun la mise en jeu d'une réaction d'hypersensibilité de type III, IgG médiée [9]. Une prédisposition génétique et des formes familiales sont décrites dans ces deux pathologies. Dans le milieu agricole, le risque de PDF est lié à la concentration en micro-organismes [10]. Il est aussi suggéré que des taux importants d'exposition à *Aspergillus* pourraient être associés à des exacerbations d'ABPA. Il existe possiblement une relation de type dose-effet commune à ces deux pathologies. De plus, parmi les 4 cas d'association PHS-ABPA décrits dans la littérature, auxquels s'ajoute le nôtre, 3 sont agriculteurs, soulignant le rôle de l'environnement agricole (Tableau 2). Un même antigène, *Aspergillus*, peut être responsable à la fois de PHS et d'ABPA. Parmi les cas d'association de ces deux pathologies décrits dans la littérature, il s'agit de PHS à *Aspergillus* dans 3 cas (Tableau 2), faisant d'*Aspergillus* un possible antigène commun. Dans

**Tableau 2** Caractéristiques des cas décrits d'association entre une pneumopathie d'hypersensibilité et une aspergillose bronchopulmonaire allergique.

|                                    | Cas de notre patient                                                                                                                                                                                                                                              | Cas de Baur X [3]                                                   | Cas de Allmers H [4]                                                                                                                                             | Cas de Sharma BB [5]                                                                             | Cas de Krasnick J [6]   |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Terrain/exposition                 | Homme, 38 ans, non fumeur, asthme, agriculteur exposé à des lots de paille déclassés où sont retrouvés 7 micro-organismes dont <i>Aspergillus fumigatus</i>                                                                                                       | Femme, 55 ans, asthme, agriculteur exposé au foin                   | Homme, 29 ans, éboueur exposé à un camion à déchets où est retrouvé <i>Aspergillus fumigatus</i>                                                                 | Homme, 23 ans, non fumeur, agriculteur exposé à un puit où est retrouvé <i>Aspergillus niger</i> | Asthme                  |
| Clinique                           | Dyspnée, toux sèche, fièvre, hypoxie, crépitants, sibilants                                                                                                                                                                                                       | Dyspnée, toux productive, hémoptysie, fièvre, crépitants, sibilants | Dyspnée, toux productive, douleur thoracique, fièvre                                                                                                             | Toux, hypoxie, sibilants                                                                         | —                       |
| IgE totales                        | 6568 kU/L                                                                                                                                                                                                                                                         | 2100 kU/L                                                           | 5430 kU/L                                                                                                                                                        | Augmentées                                                                                       | —                       |
| IgE spécifiques <i>Aspergillus</i> | 77,7 kU/L                                                                                                                                                                                                                                                         | 9,5 kU/L                                                            | 90,5 kU/L                                                                                                                                                        | —                                                                                                | —                       |
| Anticorps anti- <i>Aspergillus</i> | Positifs                                                                                                                                                                                                                                                          | Positifs                                                            | Positifs                                                                                                                                                         | —                                                                                                | Positifs                |
| Précipitines positives             | <i>Saccharopolyspora rectivirgula</i> , <i>Thermoactinomyces vulgaris</i> , <i>Saccharomonospora viridis</i> , <i>Mycobacterium avium</i> et <i>Mycobacterium phocaicum</i> <i>Aspergillus fumigatus</i> <sup>a</sup> <i>Lichtheimia corymbifera</i> <sup>a</sup> | <i>Aspergillus fumigatus</i>                                        | <i>Aspergillus fumigatus</i>                                                                                                                                     | —                                                                                                | Oiseaux (bouvreuil)     |
| Hyperéosinophilie                  | Non                                                                                                                                                                                                                                                               | Oui                                                                 | Oui                                                                                                                                                              | Oui                                                                                              | —                       |
| Prick-tests positifs               | <i>Aspergillus</i> sp, <i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> , <i>Dermatophagoides farinae</i> , crevette                                                                                                                                                         | <i>Aspergillus</i> Plumes d'oiseaux                                 | <i>Aspergillus</i> , <i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> , <i>Dermatophagoides farinae</i> , Cafards, <i>Penicillium expansum</i> , <i>Penicillium notatum</i> | <i>Aspergillus niger</i>                                                                         | <i>Aspergillus</i> Chat |
| Allergènes recombinants positifs   | rDer p10, dactyle, rAsp f1,2,3,4,6                                                                                                                                                                                                                                | —                                                                   | —                                                                                                                                                                | —                                                                                                | —                       |
| Test de provocation respiratoire   | —                                                                                                                                                                                                                                                                 | —                                                                   | Positif à <i>Aspergillus fumigatus</i>                                                                                                                           | Positif à <i>Aspergillus niger</i>                                                               | —                       |
| VEMS                               | 86 %                                                                                                                                                                                                                                                              | —                                                                   | 68 %                                                                                                                                                             | —                                                                                                | —                       |
| Volumes pulmonaires                | CPT 71 %                                                                                                                                                                                                                                                          | CV normale                                                          | CPT 78 %                                                                                                                                                         | diminués                                                                                         | —                       |
| DLCO                               | 41 %                                                                                                                                                                                                                                                              | Normale                                                             | 73 %                                                                                                                                                             | —                                                                                                | —                       |

**Tableau 2** (suite)

|                                    | Cas de notre patient                                             | Cas de Baur X [3]             | Cas de Allmers H [4]                        | Cas de Sharma BB [5]  | Cas de Krasnick J [6] |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Imagerie                           | Verre dépoli, micronodules, bronchocèles, troubles ventilatoires | Condensations, bronchectasies | Bronchectasies, infiltrations, atélectasies | Verre dépoli, nodules | -                     |
| Cytologie lavage bronchoalvéolaire | 70 % lymphocytes                                                 | —                             | —                                           | 80 % lymphocytes      | —                     |
| Aspiration bronchique              | <i>Aspergillus fumigatus</i><br>10 <sup>5</sup> UFC/mL           | <i>Aspergillus</i>            | —                                           | —                     | —                     |

IgE : immunoglobulines E, VEMS : volume expiratoire maximum seconde, CPT : capacité pulmonaire totale, CV : capacité vitale, DLCO : capacité de diffusion du poumon pour le monoxyde de carbone.

<sup>a</sup> À la limite du seuil de significativité.

notre cas, parmi les micro-organismes mis en évidence dans la paille du patient, seul *Saccharomonospora viridis*, présent en fortes concentrations, est associé à des précipitines sériques significativement positives. Il s'agit donc probablement de l'antigène responsable de la PHS. *A. fumigatus*, habituellement rare dans les pailles et les foin, est également retrouvé dans la paille et l'obtention d'arcs à la limite du seuil de significativité n'exclut pas sa responsabilité dans la survenue de la PHS. Il aurait été intéressant de pouvoir mesurer les IgE spécifiques vis-à-vis de *S. viridis*, dont la responsabilité dans la mycose bronchopulmonaire allergique de notre patient n'est pas exclue.

D'autre part, *Aspergillus* ne devenant pathogène que lorsque des conditions générales ou locales sont favorables à son développement, comme chez des patients atteints d'asthme ou de mucoviscidose pour l'APBA, l'ABPA pourrait survenir à ce même titre chez des patients atteints de PHS, en causant une altération de l'épithélium bronchique, favorisant alors la colonisation des voies aériennes par *Aspergillus*, suite à l'inhalation de ses spores.

## Conclusion

Nous rapportons un cas d'association de PHS et d'ABPA chez un même patient, suggérant l'existence de facteurs de risque et de mécanismes immunoallergiques communs. Il est possible que le ou les mêmes antigènes soient responsables des deux pathologies.

## Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

## Références

- [1] Park SJ, et al. Innate immunity to *Aspergillus* species. Clin Microbiol Rev 2009;22:535–51.
- [2] Buckingham SJ, et al. *Aspergillus* in the lung: diverse and coincident forms. Eur Radiol 2003;13:1786–800.
- [3] Baur X, et al. Allergische bronchopulmonale aspergillose mit heustaubinduzierter alveolitis und asthma bronchiale. DMW 1998;113 [Jg.,Nr.27].
- [4] Allmers H, et al. Two year follow-up of a garbage collector with allergic bronchopulmonary aspergillosis (ABPA). Am J Ind Med 2000;37:438–42.
- [5] Sharma BB, et al. Hypersensitivity pneumonitis: the dug-well lung. Allergy Asthma Proc 2013;34:e59–64.
- [6] Krasnick J, et al. Multifactorial immunologic lung disease: a case report. Ann Allergy Asthma Immunol 1995;75:239–41.
- [7] Soumagne T, et al. Current and emerging techniques for the diagnosis of hypersensitivity pneumonitis. Expert Rev Respir Med 2018;12:493–507.
- [8] Agarwal R, et al. Allergic bronchopulmonary aspergillosis: review of literature and proposal of new diagnostic and classification criteria. Clin Exp Allergy 2013;43:850–73.
- [9] Trompelt J, et al. Analysis of IgG subclass and IgE response in allergic disease caused by *Aspergillus fumigatus* by immunoblotting techniques. Int Arch Allergy Immunol 1994;104:390–8.
- [10] Roussel S, et al. Farmer's lung disease and microbiological composition of hay: a case-control study. Mycopathologia 2005;160:273–9.