



---

Année Universitaire 2021-2022

Master 2 : Santé Publique et Risques liés à l'Environnement Professionnel  
(SPREP) – Parcours Recherche

Mémoire

Présenté et soutenu publiquement en septembre 2022

**Utilisation du Test de Provocation Nasale  
pour le Diagnostic des Allergies  
Respiratoires Professionnelles  
(Analyse d'une Base de Données)**

Début du stage : 19 janvier 2022

Fin du stage : 27 septembre 2022

(Arrêt temporaire : 13 mars – 6 juin 2022)

Encadré par : Dr. Hervé LABORDE-CASTÉROT

Réalisé par : Ferdaous CHAKIRI

## **Remerciements**

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, il n'apparaît plus opportun de commencer ce rapport de mon stage de Fin d'Etudes sans avoir une pensée pour tous ceux qui ont contribué à le rendre possible.

En premier lieu, je tiens à remercier profondément mon encadrant Dr. Hervé Laborde-Castérot, médecin de travail au centre Antipoison de Paris, pour son accueil chaleureux, sa disponibilité et l'effort qui a fourni pour faire réussir ce travail. Ainsi, ses suggestions et ses conseils ont rendu ce travail plus complet et plus riche.

Un grand merci à Laurine LEVISAGE pour sa disponibilité, son aide et ses conseils tout au long de ce stage. Merci pour l'encadrement supplémentaire.

D'autre part, je m'intéresse également à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements au cadre administratif de la Faculté de Pharmacie de Paris qui nous a assuré les conditions favorables pour produire un bon travail. Et ma reconnaissance va également à tous les enseignants de la filière de la Santé Publique et Risques liés à l'Environnement Professionnel (SPREP), qui n'ont jamais cessé à nous donner les bons conseils, et nous donner un coup de pouce en cas de besoin.

Enfin, toute ma gratitude s'adresse aussi au jury qui m'a fait l'honneur d'examiner ce rapport et de participer à la soutenance de ce stage. Et ma famille pour leur soutien inconditionnel malgré les kilomètres qui nous séparent. Merci pour la force que vous m'aviez donnée tout au long de ce parcours.

## Résumé

**Contexte :** La rhinite allergique est une affection définie par la présence des symptômes, tels que la rhinorrhée (antérieure ou postérieure), le prurit nasal, les éternuements et l'obstruction nasale, qui résultent d'une réaction inflammatoire au niveau de la muqueuse nasale. Elle concerne près de 30 % de la population adulte et affecte la vie sociale, les performances scolaires et la productivité au travail, entraînant des répercussions économiques indirectes. [21]

L'asthme allergique est une maladie inflammatoire des bronches, liée à l'inhalation des allergènes caractérisé par des symptômes : une dyspnée à l'expiration (gêne respiratoire), une respiration sifflante ; une toux sèche, une douleur ou sensation de pesanteur dans la, une respiration plus lente chez l'adulte et plus rapide chez l'enfant. Il concerne 50% des asthmes chez l'adulte.

La rhinite allergique est fortement liée à l'asthme dont elle précède souvent l'apparition. Sur le plan épidémiologique, un sujet ayant une rhinite a un risque d'asthme environ trois fois supérieur à la population contrôle. Et dans environ 75 % des cas, l'asthme est associé à une rhinite[21].

Le test de provocation nasale (TPN) est un test d'exposition utilisé pour le diagnostic étiologique de la rhinite et de l'asthme allergique. Il permet une Identification précise du rôle de l'allergène dans la survenue de la rhinite chez l'être humain, notamment lorsque l'évolution de la maladie n'apporte pas de preuves convaincantes de la pertinence clinique de l'allergène.

**Objectif :** Décrire les méthodes de test de provocation nasale pour le diagnostic de l'asthme et/ou de la rhinite professionnelle. Et évaluer la rhino manométrie sur les données des patients inclus.

**Méthodes :** sur les données des patients ayant la rhinite et/ou l'asthme, complié entre 2002 et 2020 au sein du centre de la consultation de pathologie professionnelle (hôpital Lariboisière – Fernand Widal AP-HP) on a effectué :

Des Analyses descriptives à partir des tableaux de contingence, pour les différents symptômes cliniques et les agents testés en fonction du résultat du test et la variation de la résistance nasale.

Des Analyses d'associations ont été réalisées par un modèle linéaire (ML) entre la variation de la résistance nasale, l'âge, le sexe, les symptômes cliniques et les agents testés, et par un modèle linéaire généralisé (GLM) entre le résultat du test, l'âge, le sexe, les symptômes cliniques et les agents testés.

**Résultats :** les statistiques descriptives des données ont montré une liaison entre les résultats positifs d'une part, et l'apparition des symptômes cliniques et les agents testés d'autre parts. Ainsi les symptômes cliniques et les agents testés sont présents au cours de l'augmentation de la variation de la résistance nasale. L'application des deux modèles : linéaire et linéaire généralisé nous a conduit à conclure une association significative entre les symptômes cliniques, et la plupart des agents testés pour le premier modèle linéaire, et une association significative seulement avec l'apparition des symptômes cliniques pour le modèle linéaire généralisé.

**Conclusion :** des associations significatives ont été constatées entre le résultat du test ; la variation de la résistance nasale et les symptômes cliniques. Et entre la variation de la résistance nasale et les agents testés

**Mots clés :** test de provocation nasal, rhinite professionnelle et asthme professionnel.

## Abstract

**Background:** Allergic rhinitis is a condition defined by the presence of symptoms, such as rhinorrhea (anterior or posterior), nasal pruritus, sneezing, and nasal obstruction, resulting from an inflammatory reaction in the nasal mucosa. It affects nearly 30% of the adult population and affects social life, school performance, and work productivity, with indirect economic repercussions. [21] Allergic asthma is an inflammatory disease of the bronchial tubes, linked to the inhalation of allergens, characterized by symptoms: dyspnea on exhalation (respiratory discomfort), wheezing, a dry cough, pain or a feeling of heaviness in the lungs, slower breathing in adults and faster breathing in children.

Allergic rhinitis is strongly linked to asthma and often precedes its onset. Epidemiologically, a person with rhinitis has a risk of asthma that is about three times higher than in the control population. And in about 75% of cases, asthma is associated with rhinitis [21].

The nasal provocation test (NPT) is an exposure test used for the etiological diagnosis of rhinitis and allergic asthma and allows a precise identification of the role of the allergen in the occurrence of rhinitis in humans, especially when the course of the disease does not provide convincing evidence for the clinical relevance of the allergen.

**Objective:** describe the methods of nasal provocation testing for the diagnosis of asthma and/or occupational rhinitis. And evaluate rhino manometry on data from included patients.

**Methods:** on the data of the patients with rhinitis and/or asthma, completed between 2002 and 2020 within the occupational pathology consultation center (hospital Lariboisière - Fernand Widal AP-HP) one carried out:

Descriptive analyses from contingency tables, for the different clinical symptoms and agents tested according to the test result and the nasal resistance variation.

Association analyses were performed by a linear model (ML) between the variation of nasal resistance, age, sex, clinical symptoms and tested agents, and by a generalized linear model (GLM) between the test result, age, sex, clinical symptoms and tested agents.

**Results:** Descriptive statistics of the data showed a relationship between positive results and the occurrence of clinical symptoms, and the agents tested. Thus, the clinical symptoms and the tested agents are present during the increase of the variation of the nasal resistance. The application of the two models: linear and generalized linear led us to conclude:

A significant association between clinical symptoms and most of the agents tested for the first linear model. A significant association only with the appearance of clinical signs for the generalized linear model.

**Conclusion:** significant associations were found between test results, variation in nasal resistance and clinical symptoms. And between the variation in nasal resistance and the agents tested

**Key words:** nasal challenge test, occupational rhinitis and occupational asthma.

## Table des matières

Remerciements .....	i
Résumé .....	ii
Abstract.....	iii
Liste des tableaux .....	vi
Liste des figures .....	vi
Liste des abréviations .....	vii
Introduction.....	1
I Synthèse des connaissances .....	3
I.1 Méthodes de la revue bibliographique .....	3
I.2 Résultats de la revue de littérature .....	4
I.2.1 Définition des concepts .....	4
I.2.1.1 Test de provocation nasale.....	4
I.2.1.2 Allergie respiratoire.....	5
I.2.1.3 Rhinite professionnelle.....	5
I.2.1.4 Asthme professionnel .....	6
I.2.1.5 Relation entre l’asthme et la rhinite professionnels .....	6
I.2.2 Différentes méthodes de test de provocation nasale .....	6
I.2.2.1 PNIF ou débit inspiratoire nasal maximal .....	6
I.2.2.2 Rhinomanométrie.....	7
I.2.2.3 Rhinométrie acoustique .....	8
II Matériel et Méthodes de l’étude .....	9
II.1 Matériel.....	9
II.2 Présentation des variables.....	10
II.3 Analyse statistique.....	10
II.3.1 Analyse descriptive .....	10
II.3.2 Analyse par Régression des variables en fonction du critère de jugement .....	11
III Résultats .....	11
III.1 Résultats de la statistique descriptive .....	11
III.1.1 Description de la base de données .....	11
III.2 Description des symptômes cliniques, familles et sous familles des agents en fonction du résultat de test de provocation nasale .....	12
III.2.1 Distribution des symptômes cliniques en fonction du résultat de provocation nasale	

III.2.2	Distribution des familles d'agents en fonction des résultats de test de provocation nasale.	14
III.3	Description des symptômes cliniques, famille et sous familles des agents en fonction de la variation de la résistance nasale .....	15
III.3.1	Répartition du résultat du test en fonction de la variation de la résistance nasale ...	15
III.3.2	Répartition des symptômes cliniques en fonction de la variation de la résistance nasale	16
III.3.3	Répartition des sous familles d'agents en fonction de la variation de la résistance nasale	17
III.4	Etude Association entre les variables d'expositions et démographiques en fonction des variables sanitaire .....	17
III.4.1	Etude d'association entre les variables démographiques et d'exposition en fonction du résultat du TPN .....	18
III.4.2	Etude d'association entre les variables démographique et d'exposition en fonction de la variation de la résistance nasale .....	19
IV	Discussion .....	20
	Conclusion .....	22
	Annexe .....	23
	References.....	38

## Liste des tableaux

Tableau III.1: caractéristiques des patients et des tests .....	12
Tableau III.2: Distribution des symptômes cliniques en fonction des résultats du TPN .....	13
Tableau III.3: Calcul de la sensibilité et la spécificité des symptômes cliniques et des scores cliniques .....	13
Tableau III.4: Nombre de test positif par patient .....	14
Tableau III.5: Distribution des familles et sous familles des agents testés en fonction des résultats du TPN.....	15
Tableau III.6: Distribution du résultat du test en fonction de la variation de la résistance nasale .	16
Tableau III.7: Distribution des symptômes cliniques positifs en fonction de la variation de la résistance nasale .....	16
Tableau III.8: Distribution des familles et sous familles des agents en fonction de la variation de la résistance nasale .....	17
Tableau III.9: Association entre les variables démographiques et d'exposition en fonction du résultat du TPN .....	18
Tableau III.10: Association entre le sexe, l'âge et expositions en fonction du la variation de la résistance nasale .....	19
Tableau A.1: caractéristiques de 51 études sélectionnées .....	23
Tableau A.2: Autres symptômes .....	36

## Liste des figures

Figure I.1: Diagramme de flux PRISMA de la revue de littérature .....	4
Figure I.2: PNIF ou débit inspiratoire nasal maximal [25].....	7
Figure I.3: Rhinomanométrie.....	8
Figure I.4: Rhinométrie acoustique[33].....	9
Figure A.1: 1Boxplot des familles des agents testés en fonction de la variation de RN.....	37
Figure A.2: variation de la résistance nasale en fonction des résultats du test .....	37

## Liste des abréviations

ACM:	minimum cross-sectional area (la section transversal minimale).
Amm-Quat :	Ammonium Quaternaire.
AP :	Asthme Professionnel
BCMBA :	L'acide 3-(bromométhyl)-2-chloro-4-(méthylsulfonyl)-benzoïque
BHR :	hyper réactivité bronchique
BPM :	Bas Poids moléculaire.
TPN :	Test de Provocation Nasale.
EDTA :	Ethylène Diamine Tétra Acétique.
ELISA:	Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay
Glm :	Generalized Linear Models (modèle linéaire généralisé).
HPM :	Haute Poids Moléculaire.
IC :	Intervalle de Confiance.
IgE :	L'immunoglobuline E.
LAR :	Rhinite Allergique Locale
LTD4 :	leucotriènes D4
ML :	Modèle Linéaire
OR:	Odd Ratio.
PNIF:	Peak Nasal Inspiratory Flow.
PRISMA:	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses.
RN:	Résistance Nasale.
RO :	Rhinite Professionnelle
RP :	Rhinite Professionnelle.
RM :	Rhinomanométrie
RAST	Radioallergosorbant test
TPN :	Test de Provocation Nasale.
VEMS :	Volume Expiratoire Maximal par Second.



## Introduction

La rhinite est une affection définie par la présence de symptômes tels que la rhinorrhée (écoulement de nez), le prurit nasal (irritation de la muqueuse du nez), les éternuements et l'obstruction nasale qui résultent d'une réaction inflammatoire au niveau de la muqueuse nasale [21]. Elle concerne près de 30 % de la population adulte et affecte la vie sociale, les performances scolaires et la productivité au travail, entraînant des répercussions économiques indirectes[4], [3]. La rhinite allergique est fortement liée à l'asthme dont elle précède souvent l'apparition[4], [3] Sur le plan épidémiologique, un sujet ayant une rhinite a un risque d'asthme environ trois fois supérieur à la population contrôle. Dans environ 75 % des cas, l'asthme est associé à une rhinite[21].

L'asthme allergique est une maladie inflammatoire des bronches, liée à l'inhalation des allergènes caractérisé par des symptômes une dyspnée à l'expiration (gêne respiratoire), une respiration sifflante, une toux sèche, une douleur ou sensation de pesanteur dans la, une respiration plus lente chez l'adulte et plus rapide chez l'enfant, il concerne 50% des asthme chez l'adulte.

Le test de provocation nasale (TPN) a été largement utilisé dans les recherches scientifiques portant sur les mécanismes physiopathologiques de la rhinite allergique et non allergique. En raison des similitudes connues entre ces mécanismes dans des voies respiratoires supérieures et inférieures, certaines de ces études ont pu dévoiler des aspects de l'hyper-réactivité des voies respiratoires inférieures.

En pratique, le TPN reproduit les réactions pathologiques de la muqueuse nasale hyperactive ou allergique à certaines conditions normalisées et contrôlées. Bien que le TPN ait été établi comme une procédure standardisée d'évaluation clinique dans la plupart des pays européens, son acceptation aux États-Unis, où elle est principalement utilisée pour des enquêtes scientifiques, est encore limitée. La principale cible de diagnostic du TPN est l'allergie aux substances inhalées qui peut être sous forme d'agents de haut poids moléculaire (HPM) tels que les protéines d'origine végétale ou animale, ou d'agents de bas poids moléculaire (BPM) tels que les produits chimiques réactifs, métaux et poussières de bois [21]. Le TPN est également applicable à d'autres domaines tels que les questions pharmacologiques ainsi que les questions concernant les effets irritants des substances utilisées dans le cadre professionnel. Les premières descriptions sont de Blackley en 1873 et l'expérience consistait à appliquer des grains de pollens au niveau de la muqueuse nasale afin d'évaluer les réactions cliniques induites[4], [3].

Les TPN permettent d'étudier la muqueuse nasale de manière sûre et non invasive en simulant des réactions allergiques et irritatives. La surveillance et la mesure objective du résultat peuvent être effectuées en utilisant des méthodes recommandées qui donnent au test une meilleure crédibilité et reproductibilité. C'est dans le cadre de la diversité de ces méthodes que s'inscrit l'objectif de ce travail qui vise, à décrire les différentes méthodes de TPN pour le diagnostic des allergies respiratoires professionnelles, et à évaluer la rhino manométrie dans une base de données de pathologies professionnelles à l'unité Consultation de pathologie professionnelle du centre antipoison (hôpital Lariboisière – Fernand Widal AP-HP) de Paris

**Objectif :**

L'objectif de cette étude est de décrire les différentes méthodes de test de provocation nasale pour le diagnostic des allergies respiratoires professionnelles et ce pour faire une étude descriptive des résultats de rhino manométrie et réaliser des analyses d'association entre les résultats du test et la variation de la résistance nasale en fonctions des différentes caractéristiques des patients.

## **I Synthèse des connaissances**

### **I.1 Méthodes de la revue bibliographique**

Pour résumer les connaissances scientifiques existantes dans la littérature sur le TPN, l'équation de recherche ("nasal provocation test" OR "nasal provocation tests" AND ("occupational" OR "occupation" OR "work" OR "occupationalasthma")) a été utilisées pour interroger plusieurs bases de données de recherche dont *PubMed*, *Web of science*, *Scopus* et *Google Scholar*. Dans le but d'identifier des articles pertinents pour synthétiser les différentes méthodes de test de provocation nasale, pour le diagnostic des allergies respiratoires professionnelles.

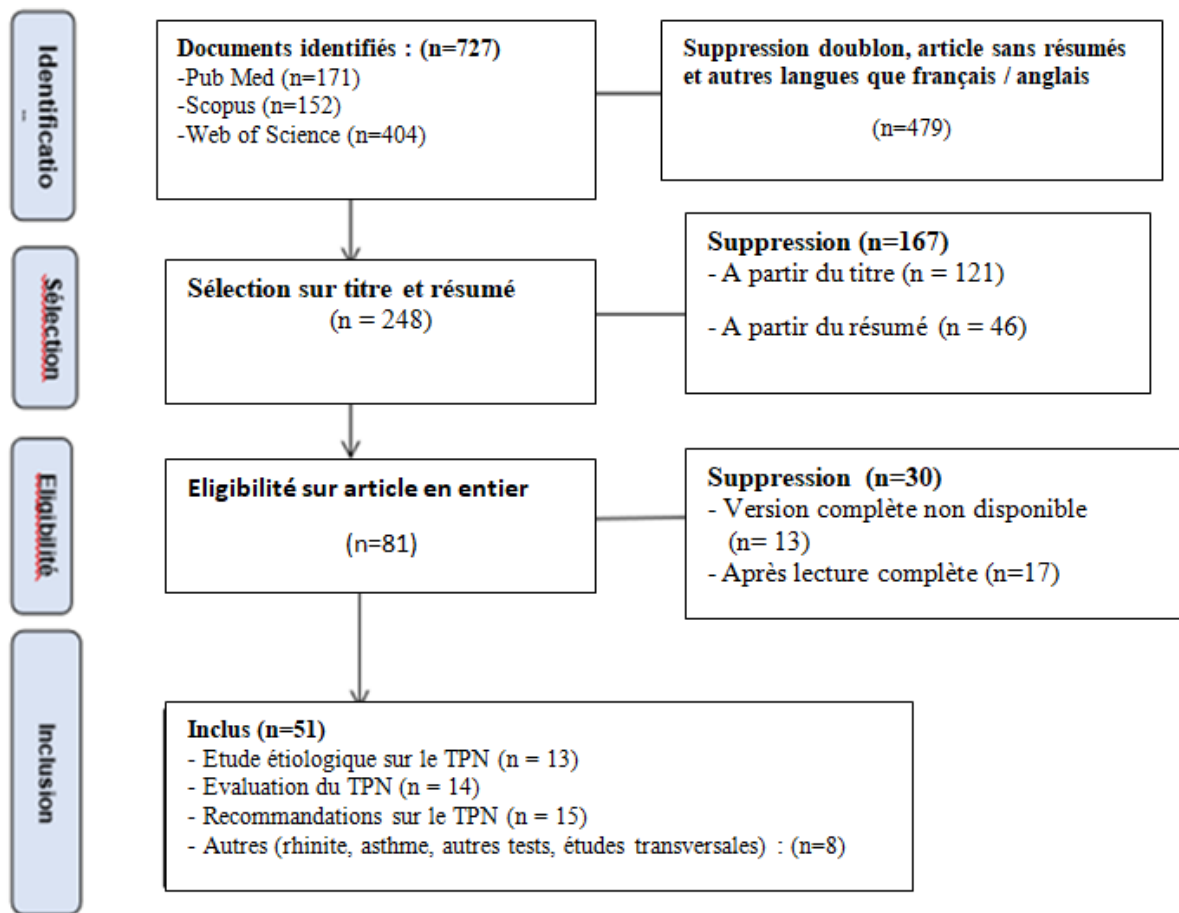
Une démarche méthodologique de revue bibliographique a été adoptée selon les recommandations PRISMA [1] dont les quatre étapes sont détaillées ci-dessous.

**(1) l'identification des articles** : une équation de recherche a été formulée pour les bases de données utilisées (PubMed, Scopus et Web of science). Les résultats observés ont été exportés dans le logiciel de gestion bibliographique Zotéro. Ensuite, une suppression des doublons a été faite, les articles sans résumé et en langue autre que le français et l'anglais ont été supprimés.

**(2) La sélection** : à cette étape, une suppression des articles moins pertinents sur la description des différentes méthodes de test de provocation nasale pour le diagnostic des allergies respiratoires professionnelles a été réalisée, en se basant sur le titre et le résumé des articles. La sélection des articles a été réalisée par deux lecteurs.

**(3) L'éligibilité** : les articles ont été évaluée après lecture intégrale des versions complètes disponibles et sur critère de pertinence de l'article sur la description des différentes méthodes de test de provocation nasale pour le diagnostic des allergies respiratoires professionnelles.

**(4) l'inclusion** : inclusion de 51 articles abordant l'utilisation du test de provocation nasale pour le diagnostic des allergies respiratoires professionnelles.



**Figure I.1:** Diagramme de flux PRISMA de la revue de littérature

La revue de la littérature a permis de distinguer quatre groupes d'articles (Figure 1.1) dont 13 sont des études de type étiologique, 14 traitent les évaluations du TPN, 15 traitent les recommandations sur le TPN et 8 autres types,

**NB :** les études sélectionnées sont bien détaillées dans l'annexe (Tableau A.1).

## I.2 Résultats de la revue de littérature

### I.2.1 Définition des concepts

#### I.2.1.1 Test de provocation nasale

C'est un test fonctionnel pratiqué dans le but de déclencher une réaction nasale syndromique par l'administration contrôlée d'une substance au niveau de la muqueuse. Les premières descriptions sont de Blackley en 1873 et l'expérience consistait à appliquer des grains de pollens au niveau de la muqueuse nasale afin d'évaluer les réactions cliniques induites. La réalisation passe par

l'instillation d'une ou de plusieurs concentrations d'agents capables de provoquer une réponse locale et d'induire des symptômes et/ou des modifications du flux d'air nasal [2],[6].

**Indications :** Une procédure médicale indiquée pour aider au diagnostic des maladies respiratoires allergiques comme la rhinite et l'asthme, pour évaluer une immunothérapie allergénique, une polysensibilisation, des mécanismes physiopathologiques sous-jacents, évaluer l'efficacité de nouveaux traitements ou identifier les doses seuils déclenchant une réponse. Il est utilisé également pour mesurer directement les changements anatomiques et physiologiques de la cavité nasale [4], [6], [7].

**Contre-indications :** Le TPN présente des contre-indications locales (polypose nasale, chirurgie nasale récente, infection respiratoire dans les deux semaines précédant l'examen...), générales (grossesse, affection cardio-pulmonaire sévère contre-indiquant l'utilisation d'adrénaline, trouble ventilatoire obstructif sévère...) et la médication (antihistaminiques, corticoïdes nasaux, corticothérapie systémique, décongestionnants nasaux de type vasoconstricteurs locaux ou généraux) [4], [8],[42].

**Raisons des résultats faux positifs ou faux négatifs :** Dans la mesure de la perméabilité nasale, on constate parfois des résultats faussement positif ou l'inverse (faussement négative), la cause la plus usitée pour justifier ça, est l'hyper-réactivité globale de la muqueuse nasale avant l'exposition aux agents irritant des saisons de rhino sinusite ou l'exposition à des allergènes non spécifiques[36] Pour les résultats faussement négatifs du NPT, peuvent survenir après l'utilisation ou l'échec du retrait des médicaments indiqués causés par des solutions d'allergènes non standardisées et obsolètes ou par un débit d'air nasal très faible avant la provocation nasale. Une chirurgie nasosinusienne antérieure avec un manque consécutif de tissu muqueux réactif peut également entraîner un NPT faux négatif. [36]

### **I.2.1.2 Allergie respiratoire**

L'allergie respiratoire correspond à la réponse immunitaire liée à la présence de substances aéro-allergènes au contact de la muqueuse nasale. En milieu professionnel, on distingue deux catégories d'allergènes. Les allergènes à haut poids moléculaire qui sont des substances biologiques dérivées de plantes ou d'animaux, ainsi que des enzymes provenant de diverses sources et les allergènes à bas poids moléculaire comprenant principalement des produits chimiques réactifs, des métaux et des poussières de bois. Les allergènes les plus connues, déclenchant la majorité des difficultés respiratoires sont les pollens et les acariens [9],[11].

### **I.2.1.3 Rhinite professionnelle**

La rhinite est une inflammation de la muqueuse nasale. Elle peut être d'origine allergique ou non. La rhinite allergique professionnelle est caractérisée par le développement d'une hyper-réactivité nasale spécifique à l'égard d'une substance présente sur le lieu du travail. Les tests de provocation nasale (TPN) permettent de déterminer précisément le rôle de l'allergène dans le déclenchement des symptômes de rhinite, en particulier lorsque l'anamnèse n'apporte pas d'éléments convaincants sur la pertinence clinique de l'allergène [12],[17]. Elle se caractérise par la présence de symptômes

discontinus ou continus tels que les éternuements, les démangeaisons, la congestion nasale ou les rhinorrhées et peut être causée aussi par la variation limitée du débit d'air nasal, due à l'environnement de travail et non par des stimuli externes de travail.

#### **I.2.1.4 Asthme professionnel**

L'asthme est une maladie inflammatoire des voies aériennes. On parle d'asthme professionnel quand l'un ou les facteurs qui déclenchent ou aggravent l'asthme sont présents sur le lieu de travail. Il est le plus souvent d'origine allergique, induit par une exposition à des substances d'origine végétale ou animale, des produits chimiques ou des métaux [18].

#### **I.2.1.5 Relation entre l'asthme et la rhinite professionnels**

La plupart des patients souffrant d'asthme professionnel souffrent également de rhinite professionnelle, bien que la rhinite soit 2 à 3 fois plus fréquente que l'asthme professionnel. La documentation d'une sensibilisation médiée par les IgE à un agent du lieu de travail via des tests cutanés ou des IgE spécifiques sériques confirme un diagnostic de rhinite allergique probable, tandis que les tests de provocation nasale spécifique en laboratoire restent une méthode de référence pour établir un diagnostic définitif. Une étude d'Ameille *et al.* a examiné la relation entre la rhinite professionnelle et l'asthme professionnel. La fréquence d'association était plus élevée pour les allergènes à haut poids moléculaire que pour les allergènes à bas poids moléculaire, et les symptômes de la rhinite professionnelle sont également apparus plus tôt que l'asthme professionnel pour les allergènes à haut poids moléculaire [12], [19],[23].

### **I.2.2 Différentes méthodes de test de provocation nasale**

Il existe trois méthodes de test de provocation nasale. Ces méthodes relèvent de la mesure objective de l'obstruction nasale après l'administration du stimulus. Il s'agit du (PNIF) ou débit inspiratoire nasal maximal, de la rhinomanométrie et de la rhinométrie acoustique. L'évaluation de la réponse nasale se base également sur des paramètres cliniques tels que le score de Lebel, de Linder et l'échelle visuelle analogique [2],[4],[24].

#### **I.2.2.1 PNIF ou débit inspiratoire nasal maximal**

Le débit inspiratoire nasal maximal permet d'évaluer la perméabilité des voies respiratoires nasales en utilisant un spiromètre et un masque bucco nasal. Le masque est fixé au spiromètre et placé sans compression sur le visage du patient. La mesure est prise en demandant au patient de faire une inspiration nasale maximale à bouche fermée après une expiration normale. Deux mesures sont prises à 30 secondes d'intervalle puis elles ont été comparées entre elles (PNIF1 et PNIF2 exprimées en l/min). Les sujets devaient inspirer le plus rapidement et le plus fortement possible. La remise à « zéro » de l'appareil avant chaque mesure est obtenue en le mettant en position verticale [25], [26]. Le résultat est considéré comme positif lorsque qu'il y a une chute de PNIF de 40% après le TPN [36]-[50].

**Avantages :** c'est une méthode facile à appliquer et à interpréter. Elle est fréquemment employée dans les études scientifiques et peu coûteuse [25], [26].

**Limites :** difficile à utiliser des appareils disponibles et non-reproductibles [25], [26].



**Figure I.2:** PNIF ou débit inspiratoire nasal maximal [25]

#### **I.2.2.2 Rhinomanométrie**

La rhinomanométrie mesure la pression des voies respiratoires nasales et le débit d'air. Elle peut être antérieure ou postérieure, active ou passive, selon si le sujet respire activement ou que le flux d'air est envoyé artificiellement dans la narine [27].

La rhinomanométrie active antérieure : le patient respire activement par une narine, tandis que la différence de pression narinchoanale est évaluée dans la partie antérieure de la narine controlatérale. C'est la méthode la plus couramment utilisée, car elle est plus facile à réaliser. Dans la rhinomanométrie antérieure, un masque est attaché à l'appareil qui mesure la pression et le débit transnasal s'interface avec un ordinateur. Avant de prendre des mesures, l'appareil doit être calibré avec la précision recommandée par le fabricant. Le tube de détection de pression est placé dans une narine avec une étanchéité totale en collant la narine pour éviter la distorsion des structures nasales antérieures [24], [27], [28],[51].

Dans la rhinomanométrie postérieure, l'emplacement du détecteur de pression est placé de manière transorale dans ou à proximité de l'oropharynx postérieur [24], [27], [28].

Le résultat le plus couramment rapporté dans la RM est la résistance des voies respiratoires nasales (NAR), qui est le rapport de la pression au débit, rapporté en  $\text{Pa}/\text{cm}^3/\text{sec}$  ( $0.1 \text{ Pa}/\text{cm}^3/\text{s} = 1 \text{ cm H}_2\text{O}/\text{L}/\text{s}$ ). Le plus souvent, dans le RM classique, les valeurs obtenues à partir de l'inspiration

sont rapportées [29], le résultat est considéré positif lorsque qu'il y a une augmentation de 100% du ratio des résistances nasale avant et après l'exposition aux agents [36],[42].

**Avantages :** c'est une procédure facile et relativement rapide, pas d'exclusion de patient et peut s'effectuer chez les enfants. Le gradient de pression et le flux peuvent être enregistrés simultanément au même temps sur un enregistreur à deux canaux, ou reportés sur un graphique directement à l'aide d'un enregistreur à haut débit [24], [27], [28].

**Limites :** Une limitation de la méthode antérieure est qu'elle ne peut pas être utilisée pour mesurer les voies respiratoires nasales chez les patients qui ont une perforation septale nasale. En revanche, pour la méthode postérieure, le patient doit être entraîné dans le bon positionnement de la langue et du palais pour maintenir à la fois l'oropharynx et le nasopharynx ouverts afin que la technique puisse être réalisée. La rhinomanométrie postérieure peut être trop gênante pour de nombreux patients en raison du cathéter placé dans le pharynx postérieur. Il doit être perméable pour permettre des mesures de pression, et parfois des problèmes techniques de mesures répétées, sont rencontrés dans l'étanchéité de la narine et dans la mise en place du masque facial. La coopération du patient est nécessaire, ce qui peut se compliquer à certains âges[24], [27], [28].

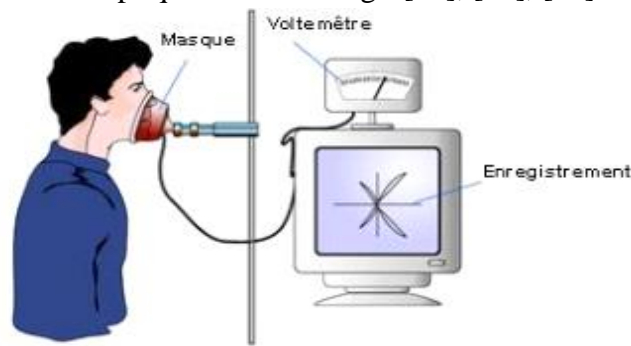


Figure I.3:Rhinomanométrie

### I.2.2.3 Rhinométrie acoustique

C'est une technique qui évalue objectivement la perméabilité nasale en déterminant le volume intra-nasal entre des segments sélectionnés et la section transversale de la cavité nasale. C'est l'une des méthodes les plus récentes pour mesurer statiquement les différents segments de la cavité nasale, des narines aux choanes, de manière rapide et non invasive, et nécessitant peu de coopération du patient. La technique est basée sur l'analyse du son réfléchi par la cavité nasale à partir d'ondes sonores incidentes, en tenant compte des propriétés de ce son en relation avec l'intensité et le temps d'arrivée de l'écho. Par conséquent, cette technique permet de mesurer les distances correspondant aux zones transversales, généralement de la zone de la valve nasale et des zones avant et arrière des choanes, et le calcul des volumes nasaux, permettant l'identification des lieux de constriction qui contribuent à la résistance nasale fournissant ainsi des informations topographiques sur le profil individuel des voies respiratoires nasales et nasopharyngées[30]–[32], le résultat est considéré positif lorsque l'ACM et le volume de la cavité nasale de 2 cm à 6 cm de la narine changent de 25 à 30 % [36]





**Figure I.4:**Rhinométrie acoustique[33]

Avantages : La rhinométrie acoustique nécessite une coopération minimale du patient et peut être utilisée chez les adultes, les enfants et les nourrissons. Il est utilisé par les praticiens médicaux pour diagnostiquer et évaluer les réponses thérapeutiques dans des conditions telles que la rhinite et pour mesurer les dimensions nasales lors des tests de provocation allergénique. Sa reproductibilité et sa précision ont été confirmées par plusieurs auteurs, les procédures sont standardisées et se sont avérées fiables. Sa valeur clinique réside dans sa capacité à mesurer la géométrie nasale, étant ainsi un outil important pour le suivi clinique rhinologique, permettant de discriminer entre les effets fonctionnels muqueux et les modifications structurelles liées à l'obstruction nasale [22], [24], [34], [35],[41].

Limites :la rhinométrie ne fournit pas un diagnostic étiologique de l'obstruction nasale, elle quantifie que l'ampleur du symptôme obstructif à un moment donné, et est donc considérée comme un test complémentaire à l'examen clinique [22], [24], [34], [35].

## **II Matériel et Méthodes de l'étude**

### **II.1 Matériel**

Cette étude s'est portée sur les patients reçus entre 2002 et 2020 pour la rhinite et/ou l'asthme professionnel dans l'unité consultation de pathologie professionnelle du centre antipoison (hôpital Lariboisière – Fernand Widal AP-HP) de Paris. Cette unité constitue une structure experte de recours pour la prise en charge de pathologie professionnelle complexe et de pathologie en lien supposé ou avéré avec l'environnement.

Le centre antipoison de Paris fournit des informations sur les risques toxiques de tous les produits existants, médicamenteux, industriels et naturels. Les patients sont exposés à des allergènes de tout genre par un test de provocation nasale. La technique de mesure de l'allergène appliquée est la rhino-manométrie. Les informations sur ces patients sont collectées par un questionnaire et par l'interprétation du médecin au test de provocation nasale, et ils sont enregistrés dans une base de données qui fait l'objet de cette étude.

Critères d'inclusion : on a inclus 928 tests sur des patients qui ont été exposés à un ou plusieurs agents testés et ayant de la rhinite et/ou l'asthme.

Critères d'exclusion : on a exclu 45 tests dont les patients ont signalé une obstruction nasale après leurs expositions aux agents testés (test à refaire).

## **II.2 Présentation des variables**

### **Deux variables sanitaires sont considérées dans cette étude :**

- Le résultat du test (variable binaire codée positif – négatif) déterminé par le médecin d'après le calcul du rapport entre la résistance nasale avant et après l'exposition aux agents testés.
- La variation de la résistance nasale (variable continue), calculée comme le rapport des deux résistances d'exposition nasale (Après/avant)

### **Les variables démographiques :**

- Sexe : variable binaire codée Femme ou Homme
- Age : variable quantitative discrète en année
- Poids : variable quantitative continue en Kg

### **Les variables d'exposition**

- Résistance nasale avant exposition nasale (variable continue en Pa/cc/s), mesurée par la rhinomanométrie avant l'exposition aux agents testés
- Résistance nasale après exposition nasale (variable continue en Pa/cc/s), mesurée par la rhinomanométrie après l'exposition aux agents testés
- Les agents testés (variable quantitative multiple), classés en 12 catégories
- Familles des agents allergiques (variable quantitative multiple), classées en trois catégories, BPM, HPM et autres
- Type de test : (variable binaire) codée postérieur ou antérieur
- Symptômes cliniques (3 variables binaire codées présent – absent), 3 types : prurit nasale et oculaire, rhinorrhée et éternuement
- Score clinique (variable quantitatif multiple), codé 0 si le patient ne présente aucun symptôme clinique, 1 si le patient a au moins un symptôme clinique et 2 si le patient a deux symptôme clinique et 3 si le patient a plus de trois symptômes cliniques.

## **II.3 Analyse statistique**

Au total, 503 patients et 883 tests de provocation nasale ont été inclus dans l'étude. Quarante-cinq TPN ont été exclus car ils n'étaient pas interprétables (souvent en raison d'une obstruction nasale importante déjà présente au début du test). Les données manquantes représentent moins de 5% des données complètes. Ce qui implique l'application de la méthode des cas-complets pour la gestion de ces données manquantes.

### **II.3.1 Analyse descriptive**

- Les variables incluses dans la base de données ont été décrites en fonction de leurs natures, catégorielles (effectif, fréquence) et continues (moyenne, écart-type).
- La description des résultats de test et de la variation de la résistance nasale en fonction des symptômes, les scores cliniques, des familles et sous familles des agents testés sera réalisée par la construction des tableaux de contingence (n, %).

### **II.3.2 Analyse par Régression des variables en fonction du critère de jugement**

Pour mieux expliquer l'influence des variables d'exposition sur les deux variables sanitaires considérées (résultats du test et la variation de la résistance nasale), une analyse par les modèles de régressions linéaire et linéaire généralisée a été faite avec les fonctions des modèles LM et GLM du langage R.

- La variable « Résultats du test » étant binaire, une régression logistique a permis d'étudier l'association entre les résultats du test et les familles d'agent testés, avec un ajustement sur le sexe, l'âge et les symptômes cliniques.
- La variation de (RN) est une variable continue, son association avec les familles d'agents a été étudiée par une régression linéaire multiple ajustée sur le sexe, l'âge et les symptômes cliniques.

## **III Résultats**

### **III.1 Résultats de la statistique descriptive**

#### **III.1.1 Description de la base de données**

La base de données inclut un total de patients égale à 503, dont deux-tiers sont des femmes, chaque patient a les caractéristiques démographiques suivantes : l'âge, le poids et la taille. Le tableau III.1 présente les moyennes et les écart-types des caractéristiques démographiques de la base de données : âge 40 (11.3), poids 69 (13.9) et taille 166(8.4).

Les patients ont été exposés à 293 agents différents. Ces derniers ont été classés dans un premier temps selon leurs types (substance=66%, produit=28% et exposition réaliste=6%), puis classés en familles et sous familles (BPM, HPM, non classable) en se basant sur leurs tailles et leurs compositions chimiques, après ils ont été testés par deux méthodes de test de la rhinomanométrie, rhinomanométrie antérieure (chez 112 patients avec un pourcentage de 13%) et rhinomanométrie postérieure (chez 771 des patients avec un pourcentage de 87%). Sachant que : 40% des patients ont fait qu'un seul test, 24% ont fait 2 tests, 18% ont fait 3 tests, 8.2% ont fait 4 tests, et 9.5% ont fait 5 tests ou plus.

Parfois, l'exposition aux agents proposés est suivie par la présence de quatre types de symptômes, on cite : le prurit nasal et oculaire, la Rhinorrhée, les éternuements, et d'autres symptômes (Annexe) avec les pourcentages correspondants suivants (chez les positives) : 9% ; 8% ; 7% et 10%.

**Tableau III.1:** caractéristiques des patients et des tests

<b>Caractéristique</b>	<b>N, Fréquence (%) ou Moyenne (écart-type)</b>
<b>Sexe, n (%)</b>	
Femme	327 (65)
Homme	176 (35)
<b>Age (ans), moyenne (SD)</b>	40 (11.3)
<b>Poids (Kg), moyenne (SD)</b>	69 (13.9)
<b>Taille (cm), moyenne (SD)</b>	166 (8.4)
<b>Nombre de test par patient, n (%)</b>	
1	203 (40.3)
2	120 (24)
3	90 (18)
4	42 (8.2)
≥5	48 (9.5)
<b>Résistances nasales (P/ss/s), moyenne (SD)</b>	
Résistance nasale avant l'exposition	0.3 (0.2)
Résistance nasale après l'exposition	0.4 (1.1)
<b>Type d'expositions testées, n (%)</b>	
Substance	580 (66)
Produit	251 (28)
Exposition réaliste	53 (6)
<b>Type d'agents testés, n (%)</b>	
BPM	599 (68)
HPM	168 (19)
Non classable	116 (13)
<b>Type de rhinomanométries, n (%)</b>	
Antérieure	112 (13)
Postérieure	771 (87)
<b>Symptômes cliniques, n (%)</b>	
Prurit nasal et oculaire	78 (9)
Rhinorrhée	67 (8)
Eternuements	64 (7)
Autre	88 (10)
<b>Résultats du test, n (%)</b>	
Positif	204 (23)

### III.2 Description des symptômes cliniques, familles et sous familles des agents en fonction du résultat de test de provocation nasale

### III.2.1 Distribution des symptômes cliniques en fonction du résultat de provocation nasale

Le Tableau III.2 présente les signes cliniques selon le résultat du TPN réalisé par la rhinomanométrie, dont on constate qu'un résultat que ce soit positif ou négatif est accompagné de la présence de : prurit nasal et oculaire, rhinorrhée, éternuements et autres symptômes (Annexe Tableau 2) avec les pourcentages suivants pour les résultats positifs : 29.4%, 28.9%, 23% et 17.9%. Et pour les résultats négatifs ; 2.7%, 1.2%, 2.5% et 2.7%. Pour les scores cliniques on remarque que 76.5% des tests positifs, ayant au moins un symptôme clinique, 84.8% ayant au moins deux de symptômes et 100% ayant trois symptômes.

**Tableau III.2:** Distribution des symptômes cliniques en fonction des résultats du TPN

	TPN positif	TPN négatif
<b>Symptômes cliniques n(%)</b>		
Prurit nasale et oculaire	60(29.4)	18 (2.7)
Rhinorrhée	59 (28.9)	8 (1.2)
Eternuement	47 (23)	17 (2.5)
Autre	34 (17.9)	54 (7.5)
<b>Score n(%)</b>		
0	70 (9.8)	642 (90.2)
1	104 (76.5)	32 (23.5)
2	28 (84.8)	5 (15.2)
3	2 (100)	0 (0)

La sensibilité des signes cliniques pris isolément est faible (entre 23 et 29%), alors que leur spécificité est très bonne (supérieure à 90%) (Tableau III.3). La prise en compte des signes cliniques sous forme d'un score améliore au prix d'une petite diminution de la spécificité.

**Tableau III.3:** Calcul de la sensibilité et la spécificité des symptômes cliniques et des scores cliniques

Symptômes et scores cliniques	Sensibilité	Spécificité
<b>Symptôme :</b>		
Prurit nasale et oculaire	29.4%	37.3%
Rhinorrhée	29%	97.5%
Eternuement	23%	97.4%
<b>Score :</b>		
≥1 vs 0	78.4%	90.2%
≥2 vs <2	83.3%	79.4%
≥3 vs <2	1%	77.1%

Pour confirmer la sensibilité des patients contre les allergènes, on a fait plusieurs tests avec différents agents, les résultats sont représentés dans le Tableau III.4. Dont on constate que le fait de faire plusieurs tests pour un même patient n'augmente pas forcément l'obtention de résultats positifs.

**Tableau III.4:** Nombre de test positif par patient

Nombre de test par patient, n (%)	Résultat Positif du test
1	105 (30.3)
2	45 (20.5)
3	26 (19.7)
Plus que 4	28 (11.49)

### **III.2.2 Distribution des familles d'agents en fonction des résultats de test de provocation nasale.**

- dans la famille des agents BPM, 42,2% des tests qui ont été effectués, ont enregistré un résultat positif après une exposition des patients à l'aldéhyde, et 33.3% des tests qui ont été effectués, ont enregistré un résultat positif après une exposition des patients à l'aldéhyde
- dans la famille des agents HPM, 50% des tests qui ont été effectués, ont enregistré un résultat positif après une exposition des patients agent d'origine animale, et 45.5% des tests qui ont été effectués, ont enregistré un résultat positif après une exposition des patients au farine d'origine végétale
- dans la famille non classable, 26% des tests qui ont été effectués, ont enregistré un résultat positif après une exposition des patients agent d'origine cosmétique.

**Tableau III.5:** Distribution des familles et sous familles des agents testés en fonction des résultats du TPN

	<b>TPN négatif</b>	<b>TPN positif</b>
<b>Agents bas PM (n, %)</b>	<b>449 (77.4)</b>	<b>131 (22.6)</b>
Chimie	419 (79.2)	110 (20.8)
Aldéhyde	37 (69.8)	16 (30.2)
Amine	56 (88.9)	7 (11.1)
Amm-Quat	68 (71.6)	27 (28.4)
Persulfate	187 (82)	41 (18)
Métaux	4 (66.7)	2 (33.3)
EDTA	26 (57.8)	19 (42.2)
Divers agents	113 (71.5)	45 (28.5)
<b>Agents haut PM (n, %)</b>	<b>118 (73.8)</b>	<b>42 (26.2)</b>
Animale	7 (50)	7 (50)
Enzyme	6 (100)	0 (0)
Poussière	60 (83.3)	12 (16.7)
Végétale	45 (66.2)	23 (33.8)
Farine	18 (54.5)	15 (45.5)
Autre végétale	27 (77.1)	8 (22.9)
Divers agents	75 (78.9)	20 (21.1)
<b>Non classable (n, %)</b>	<b>112 (78.3)</b>	<b>31 (21.7)</b>
Médicament	3(100)	0 (0)
Cosmétique	14(73.7)	5 (26.3)
Produit	34 (77.3)	10 (22.7)
Nettoyant	14 (82.4)	12 (22.2)
Bois	42 (80.8)	10 (19.2)
Autre	19 (83.3)	6 (16.7)
Divers agents	84 (79.2)	22 (20.8)

Abréviation : Amm-Quat= ammonium quaternaire, EDTA: éthylène diamine tétra acétique, BPM=bas poids moléculaire, HPM= Haut poids moléculaire.

### **III.3 Description des symptômes cliniques, famille et sous familles des agents en fonction de la variation de la résistance nasale**

Pour étudier l'association entre les symptômes cliniques, les familles et sous famille des agents testés et la variation de RN, cette dernière a été divisée en 7 classes avec une amplitude égale à 0.6, adaptée à la distribution de la variable

#### **III.3.1 Répartition du résultat du test en fonction de la variation de la résistance nasale**

Le tableau III.6 montres qu'aucun cas positif n'a été détecté en dessous de la variation  $RN < 2$ , et qu'aucun cas négatif n'a été détecté en dessus de la variation  $RN \geq 2$ .

**Tableau III.6:** Distribution du résultat du test en fonction de la variation de la résistance nasale

Résultats du test (n,%)	[0.8-1.4[	[1.4 - 2[	[2 – 2.6 [	[2.6– 3.2[	[3.2-3.8 [	≥3.8
Négatif	582(85.7)	97 (14.3)	0 (0)	0 (0)	0(0)	0 (0)
Positif	0 (0)	0 (0)	74 (36.3)	35 (17.2)	38 (18.6)	57 (27.9)

### III.3.2 Répartition des symptômes cliniques en fonction de la variation de la résistance nasale

Le tableau III.7 montre que la variation nasale dans les 2 premières classes c'est-à-dire une variation RN borné entre 0.8 et 2, présente une absence importante de symptômes cliniques chez les patients (environ 75%) par rapport aux classes où la variation RN est supérieure ou égale à 2.

Une légère augmentation de présence de symptômes cliniques a été constatée à partir de la troisième classe.

Dans le cas de la présence d'un symptôme clinique ou deux en même temps, on remarque qu'à partir d'une variation de  $RN \geq 2$  la détection des cas positifs est plus importante par rapport à  $RN < 2$ .

**Tableau III.7:** Distribution des symptômes cliniques positifs en fonction de la variation de la résistance nasale

Symptôme et score clinique	[0.8 – 1.4[	[1.4 - 2[	[2 – 2.6[	[2.6 – 3.2[	[3.2 – 3.8[	≥3.8
<b>Symptôme, (n, %)</b>						
Prurit nasale et oculaire						
Absent	570 (64.6)	91 (10.3)	59 (6.7)	21 (2.4)	26 (2.9)	38 (4.3)
Présent	12 (1.4)	6 (0.7)	15 (1.7)	14 (1.6)	12 (1.4)	19 (2.2)
Rhinorrhée						
Absent	575 (65.1)	96 (10.9)	58 (6.6)	26 (2.9)	28 (3.2)	33 (3.7)
Présent	7 (0.8)	1 (0.1)	16 (1.8)	9 (1)	10 (1.1)	24 (2.7)
Eternuement						
Absent	566 (64.1)	96(10.9)	58 (6.6)	21 (3.2)	29 (3.3)	42 (4.8)
Présent	16(1.8)	1(0.1)	16(1.8)	14 (0.8)	9 (1)	15 (1.7)
<b>Score, (n, %)</b>						
Score=0	556(63)	91 (10.3)	39 (4.4)	11 (1.2)	17 (1.9)	33 (3.7)
Score=1	26(2.9)	6(0.7)	35 (4)	24(2.7)	21 (2.4)	24 (2.7)
Score=0	578 (65.5)	96 (10.9)	71(8)	32(3.6)	33 (3.7)	40 (4.5)
Score=1	4 (0.5)	1 (0.1)	3 (0.3)	3(0.3)	5 (0.6)	17(1.9)
Score=0	582 (65.9)	97 (11)	72 (8.2)	35 (4)	38 (4.3)	57 (6.5)
Score=1	0 (0)	0 (0)	2 (0.2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)



### III.3.3 Répartition des sous familles d'agents en fonction de la variation de la résistance nasale

Le tableau III.8, montre que pour les familles d'agents testé BPM, les sous familles de chimie tel que les aldéhydes, et Amm Quat ainsi que la famille EDTA sont présentés au cours de toutes les classes de variation RN.

**Tableau III.8:** Distribution des familles et sous familles des agents en fonction de la variation de la résistance nasale

	[0.8 – 1.4[	[1.4 - 2[	[2 – 2.6[	[2.6 – 3.2[	[3.2 – 3.8[	>3.8
<b>Agents de bas PM (n, %)</b>	<b>379 (65,3)</b>	<b>70 (12,1)</b>	<b>44 (7,6)</b>	<b>29 (5)</b>	<b>22 (3,8)</b>	<b>36 (6,2)</b>
Chimie	265 (6.9)	65 (12.3)	36 (6.8)	27 (5.1)	16 (3)	31 (5.9)
Aldéhyde	33 (62.3)	4 (7.5)	5 (9.4)	7 (13.2)	1 (1.9)	3 (5.7)
Amine	47 (74,6)	9 (14.3)	5 (7.9)	0 (0.0)	1 (1.6)	1 (1.6)
Amm-Quat	61 (43.2)	7 (7.4)	9 (9.5)	6 (6.3)	4 (4.2)	8 (8.4)
Persulfate	4 (68.9)	4 (13.2)	4 (4.8)	4 (3.9)	4 (2.6)	4 (6.6)
Métaux	4 (66,7)	0(0)	1 (16,7)	0 (0)	0 (0)	1 (16.7)
EDTA	21 (46.5)	5 (11.1)	7 (15.6)	2 (4.4)	6 (13.3)	4 (8.9)
Divers agents	93 (58.9)	20 (12.7)	15 (9.5)	7 (4.4)	13 (8.2)	10(6.3)
<b>Agents de haut PM (n, %)</b>	<b>104 (65)</b>	<b>14 (8,8)</b>	<b>15 (9,4)</b>	<b>4 (2,5)</b>	<b>8 (5)</b>	<b>15 (9,4)</b>
Animale	5 (35.7)	0 (0)	3 (21.4)	0 (0)	1 (7,1)	3 (21.4)
Enzyme	2(33.3)	1 (16,7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Poussière	29(40.3)	9 (12,5)	5 (6.9)	1 (1.4)	2 (2.8)	4 (5.6)
Végétale	32 (47.1)	4 (5,9)	7 (10,1)	3 (4.4)	5 (7.4)	8 (11.8)
Farine	16 (33.3)	2 (6,1)	4 (9.1)	3 (9.1)	4 (12.1)	5(15.2)
Autre végétale	25 (60)	2 (5.7)	4 (11.4)	0 (0)	14 (2.9)	3 (8.6)
Divers agents	65 (68.4)	10 (10.5)	8(8.4)	1 (1.1)	3(3,2)	8 (8.4)
<b>Non classable (n, %)</b>	<b>99 (69)</b>	<b>13 (9,1)</b>	<b>15 (10,5)</b>	<b>2 (1,4)</b>	<b>8 (5,6)</b>	<b>6 (4,2)</b>
Cosmétique	13 (68.4)	1 (5.3)	3 (15.8)	1 (5.3)	0 (0)	1 (5.3)
Bois	38 (73.1)	4 (7.7)	5 (9.6)	0 (0)	3 (5.8)	2 (3.8)
Produit	29 (65.9)	5 (11.4)	5 (11.4)	1 (2.3)	2 (4.5)	2 (4.5)
Médicaments	1 (33.3)	2 (66.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Autre	18 (72)	1 (4)	2 (8)	0 (0)	3 (12)	1 (4)
Divers agents	53 (50)	12 (11.3)	12 (11.3)	2 (1.9)	4 (3.8)	4 (3.8)

Abréviation : Amm-Quat= ammonium quaternaire, EDTA=: éthylène diamine tétra acétique, PM= poids moléculaire.

### III.4 Etude Association entre les variables d'expositions et démographiques en fonction des variables sanitaire

### III.4.1 Etude d'association entre les variables démographiques et d'exposition en fonction du résultat du TPN

Le tableau III.9 montre que :

- Pour les symptômes cliniques, on a une P-value < 0.05 et un OR > 1, ce qui signifie que la présence du prurit nasale et oculaire, rhinorrhée et l'éternuement, augmente significativement le risque d'avoir un résultat du TPN positif.
- Pour les scores cliniques 1 et 2, on a une P-value < 0.05 et un OR > 1, ce qui signifie que la présence d'un ou deux symptômes cliniques en même temps, augmente significativement le risque d'avoir un résultat du TPN positif.
- Pour, l'âge, le sexe, score = 3 et les familles des agents testés, La p-value n'étant pas significative, et donc moins de risque d'avoir un résultat du TPN positif.

**Tableau III.9:** Association entre les variables démographiques et d'exposition en fonction du résultat du TPN

Caractéristique	OR	95% IC	P-value
<b>Sexe</b>	2.4	0.4 - 5.5	0.3
<b>Age</b>	3.9	0.8 - 4.9	0.2
<b>Symptômes cliniques</b>			
Prurit nasale et oculaire	3.1	2.4 - 5.5	<0.001
Rhinorrhée	3.5	2.1 - 4.3	<0.001
Eternuement	2.3	2.4 - 3.7	<0.001
<b>Scores cliniques</b>			
Un seul symptôme	3.3	2.7 - 5.9	<0.001
Deux symptômes	3.9	2.8 - 4.9	<0.001
Trois symptômes	16.7	1.5 - 3.4	0.79
<b>Famille des agents bas PM</b>			
Chimie	-1.0	0.4 - 2.7	0.1
Métaux	0.2	0.1 - 1.1	0.8
EDTA	0.1	0.2 - 3.4	0.8
<b>Famille des agents haut PM</b>			
Animale	-16.3	0.6 - 2.7	0.9
Enzyme	-15.2	0.4 - 3.1	0.9
Poussière	-1.0	0.8 - 4.4	0.2
Végétale	-0.3	0.8 - 7.4	0.6
<b>Famille Autre</b>			
Bois	0.2	0.9 - 3.4	0.4
Médicament	-16.9	0.5 - 1.7	0.9
Cosmétique	-0.3	0.4 - 6.1	0.7
Produit	-0.2	0.7 - 6.4	0.7
Autres	0.2	0.4 - 11.4	0.8

Abréviation : OR= odd-ratio, IC= Intervalle de confiance, p-value= la valeur de significativité à 5%  
Ajustement sur le sexe, l'âge, les signes et les symptômes cliniques.

### III.4.2 Etude d'association entre les variables démographique et d'exposition en fonction de la variation de la résistance nasale

Le tableau III.10 montre que

- Pour les symptômes cliniques, on a une P-value < 0.05 et un OR > 1, ce qui signifie que la présence du prurit nasale et oculaire, rhinorrhée et l'éternuement, augmente significativement, le taux de la variation de la RN.
- Pour les scores cliniques égale 1 et 2, on a une P-value < 0.05 et un OR > 1, ce qui signifie que la présence d'un ou deux symptômes cliniques en même temps, augmente significativement le taux de la variation de la résistance nasale.
- Pour les familles des agents testés, on a une p-value >0.05 et un OR>1, donc l'exposition à ces agents augmente significativement le taux de la variation de RN, sauf pour les agents d'origine végétale et autre qui ne sont pas lié significativement au taux de la variation de RN.
- Pour, l'âge, le sexe, score = 3, Là p-value n'est pas significative et donc moins de risque à avoir un résultat du TPN positif.

**Tableau III.10:** Association entre le sexe, l'âge et expositions en fonction du la variation de la résistance nasale

<b>Caractéristiques</b>	<b>OR</b>	<b>95% IC</b>	<b>P-value</b>
<b>Sexe</b>	4.5	0.5 - 2.11	0.9
<b>Age</b>	1.9	1.3 - 1.87	1.4
<b>Symptômes cliniques</b>			
Prurit nasale et oculaire	1.45	1.3 - 1.8	<b>&lt;0.001</b>
Rhinorrhée	1.71	1.2 - 5.4	<b>&lt;0.001</b>
Eternuement	1.08	1.55 - 3.4	<b>&lt;0.001</b>
<b>Scores cliniques</b>			
Un seul symptôme	1.39	2.6 - 2.7	<b>&lt;0.001</b>
Deux symptômes	1.93	1.8 - 2.	<b>&lt;0.001</b>
Trois symptômes	16.78	0.8 - 2.1	0.8
<b>Agents de bas PM</b>			
Chimie	1.28	1.92 - 2.9	<b>&lt;0.001</b>
Métaux	1.21	1.9 - 3.9	<b>0.01</b>
EDTA	1.37	4.64 - 5.5	<b>0.01</b>
<b>Agents de haut PM</b>			
Animale	2.1	0.5- 1.8	<b>0.07</b>
Enzyme	1.20	1.4 - 3.8	0.1
Poussière	1.51	1.3 - 2	<b>&lt;0.001</b>
Végétale	1.41	1 - 2.5	0.05
<b>Non classable</b>			
Bois	1.27	1.15 - 2.5	<b>0.001</b>
Médicament	1.24	1.14 - 2.3	<b>0.09</b>
Cosmétique	1.24	1.15 - 4.7	<b>0.002</b>

Produit	1.26	1.12 - 4.2	<b>0.004</b>
Autre	1.30	0.2 - 7.8	0.1

Abréviation : OR=odd ratio, IC= Intervalle de confiance, p-value= la valeur de significativité à 5%

Ajustement sur le sexe, l'âge, les signes et les symptômes cliniques. :

## IV Discussion

Cette étude est un extrait du registre médical des pathologies professionnelles, elle inclut des patients ayant la rhinite et / ou l'asthme et a pour objectif de décrire et d'examiner l'effet du sexe, de l'âge, des agents testés, des symptômes et des scores cliniques sur le résultat du test et sur la variation de la résistance nasale. C'est la première étude évaluant le TPN pour le diagnostic des pathologies professionnelles à l'unité de la consultation des pathologies professionnelles dans centre antipoison de Paris.

En effet, il en ressort de cette étude, une faible distribution des symptômes cliniques chez les patients dont le résultat final du test à la rhinomanométrie est positif, soit 29,4%. Il en ressort également que la présence de symptômes n'explique pas l'issue du résultat final. Une hypothèse qui peut justifier la présence de symptômes chez les cas négatifs serait l'exposition à certains agents irritants.

D'autre part, l'augmentation du score clinique augmenterait le risque d'avoir un résultat positif. De ce fait, le score clinique pourrait servir d'indice pour mesurer la sensibilité allergique [36]. En effet les résultats du calcul de la sensibilité et la spécificité des symptômes et des scores cliniques montrent une sensibilité quasi faible des signes cliniques, (entre 23% et 29%), une spécificité très bonne (supérieure à 90%), par contre la prise en compte des signes cliniques sous forme d'un score améliore au prix d'une petite diminution de la spécificité [46]. Donc ces résultats montrent que le test devient plus sensible et spécifié, si on se base sur le calcul du score. Nos résultats sont en phase avec ceux de l'étude de la recommandation du TPN [36] et de l'étude de l'évaluation du TPN [46], qui prennent la mesure du score des symptômes et les variations de RN, comme évaluation de la rhinite et/ou AP.

La distribution des familles et sous familles des agents testés en fonction des résultats de la rhinomanométrie, montre que la famille des agents BPM a enregistré un nombre élevé (>42%) de patients qui sont sensibles aux agents d'origine EDTA, suivi par les métaux (> 33%) et ensuite les chimies (>21%).

Pour la famille HPM, on constate une sensibilité importante des patients aux agents de d'origine animale (50%) suivie par les agents de la farine (45.5%), et que 26.3% des patients sont sensibles aux agents de type cosmétique dans la famille non classable. Donc on peut déduire que la rhinomanométrie est capable de détecter la sensibilité aux différents agents testés, classés selon leurs tailles et leurs natures chimiques [37]-[38]-[39]. Cela Signifie également que ces agents ont été considérés comme des allergènes pour ceux qui ont des résultats positifs, et une exposition à ces agents conduit à provoquer une RP et /ou AP.

Par ailleurs, les résultats de la distribution du résultat du test en fonction de la variation de la résistance nasale, montrent qu'il y a aucun cas positif détecté en dessous d'une variation RN < 2 et

aucun cas négatif détecté au-dessus d'une variation  $RN \geq 2$ , ce qui indique que les patients deviennent sensibles aux agents testés quand la variation de la RN augmente de 100 %. Ce qui est confirmé est considéré par la plupart des auteurs dans la littérature [49].

L'apparition des symptômes et des scores cliniques au cours de l'augmentation de la variation de RN, a montré que le passage d'une classe de la variation RN à la classe suivante, n'est pas forcément lié à l'importance de leur présence. Cependant, On constate une présence importante des symptômes et des scores cliniques quand la variation RN est supérieure ou égale à 3.8.

La présence des agents testés (familles et sous familles) dans toutes les classes (variation  $RN < 2$  et  $\geq 2$ ), signifie qu'une exposition à certains agents augmente le taux de la variation RN sans que cette exposition impacte l'issu final du test. une étude similaire [41] présente une association entre la variation de RN et les nuisance professionnelle indiqué.

Les associations étudiées avec la régression logistique montrent que la présence de symptômes cliniques augmente significativement le risque d'avoir un résultat positif. Soit 3.1 fois pour la présence de prurit nasal et oculaire, 3.9 fois pour la présence de la rhinorrhée et 2.3 fois pour l'apparition d'éternuements. Ainsi que la présence de deux symptômes en même temps augmente le risque de 3.9 fois d'avoir un résultat positif par rapport au négatif. Pour les autres critères, tels que l'âge, le sexe et les agents testés on remarque qu'ils n'influencent pas le résultat du test.

Les analyses avec la régression linéaire montrent que la présence du prurit nasal et oculaire augmente la variation de RN de 1.45 fois, de 1.7 fois avec la présence de la rhinorrhée, de 1.1 pour l'apparition des éternuements, et de 1.93 pour la présence de deux symptômes cliniques au même temps.

Pour les agents BPM, une exposition aux agents chimiques augmente la variation de RN de 1.3 fois, de 1.2 fois pour l'exposition aux métaux et de 1.4 fois pour une exposition à l'EDTA. Pour les agents HPM : l'exposition aux agents de base animale augmente la variation nasale de 2.1, de 2.1 pour l'exposition aux enzymes, de 1.5 pour les poussières et de 1.4 pour les agents de base végétale. les résultats de deux études menée en Finlande et au Canada au début des années 1998 ont confirmé une association globale entre la variation de la résistance nasale et l'exposition aux agent HPM et BPM [41]-[44], une étude transversale a été faite en Grèce [47] en 2004, a confirmé nos résultats sur l'influence d'une exposition à l'agent poussière sur l'augmentation de la variation RN.

### **Points forts de l'étude :**

-La sélection des articles a été faite après une double lecture. Les critères d'inclusion et d'exclusion des articles est soumise à l'appréciation de deux personnes ce qui a permis d'éviter le biais lié à la subjectivité de l'opérateur.

-Les données manquantes dans notre base de données est inférieure à 5% ce qui nous a permis de travailler sur des données plus ou moins complètes et d'éviter une régénération des données manquantes.

-Les patients ont été sondés de la même population générale (Île-de-France), sachant qu'ils ont été suivis de la même manière au sein de l'unité la consultation de pathologie professionnelle.

-Une grande diversité des agents testés ce qui nous a permis d'étudier les différentes associations entre ces derniers et le résultat de test de provocations nasale et la variation RN. Pas de biais de confusion suite à la prise en compte de tous les facteurs de confusion.

#### **Limites de l'étude :**

-Le manque de mesures des autres tests, qui précèdent généralement le TPN, tel que les mesures des tests cutané et RAST, pour étudier les associations et les différences entre eux. Des études ont montré une corrélation significative entre les résultats du test RAST et le TPN, et une différence en termes de nombre de cas positifs détectés par le test cutané par rapport au TPN [48].

-La non-prise en compte des mesures de la variation de la RN après le lavage du nez au lieu de se contenter des deux mesures : sans lavage et après exposition, et ce pour chercher si le lavage du nez a un impact ou pas sur les résultats.

### **Conclusion**

Les résultats présentés dans cette étude s'articulent essentiellement autour de la description des différentes méthodes de test de provocation nasale pour le diagnostic de l'asthme et la rhinite professionnelle et l'évaluation de la rhinomanométrie des données de patients issues de l'unité la consultation de pathologie professionnelle.

L'application des deux modèles de régression, a permis de conclure pour le modèle GLM une association significative, seulement avec l'apparition des signes cliniques en fonction du résultat du TPN, et de conclure pour le modèle LM une association significative entre les symptômes cliniques et les agents testés en fonction de la variation RN, alors que Pour l'âge et le sexe aucune association significative n'a été identifiée avec les deux modèles.

Pour les sujets positifs au TPN, il est recommandé d'avoir une diminution à l'exposition dans leurs milieu professionnelle par des techniques appropriées, et de l'associer à un traitement médical adapté, ainsi qu'un suivi renforcé.

## Annexe

**Tableau A.1:** caractéristiques de 51 études sélectionnées

Auteur	Titre	Type d'étude	Objectif	Mesure TPN utilisé	Résultats
2018,V. Doyena et al	The usefulness of nasal provocation tests for respiratory physicians	Recommandation du TPN	Revoir les données et recommandations disponibles sur les TPN dans la RA, de présenter une approche plus simple et de proposer des applications potentielles qui s'inscrivent dans le cadre de l'« unité nez-bronches ».	Peak nasal inspiratory flow [PNIF]  rhinomanométrie, rhinométrie acoustique	Selon cet article, Le TPN est un test qui peut être utile dans la prise en charge des maladies respiratoires allergiques comme la rhinite et l'asthme.  Le point fort de cette méthode est de diagnostiquer une rhinite allergique qui n'est pas toujours évident, en particulier en cas des acariens domestiques dont le rôle ne peut parfois pas être démontré par l'anamnèse seule. Dans ce cas, le TPN est particulièrement utile.  Le TPN peut également être utile dans la pratique pneumologique, en particulier avant mise en route d'une immunothérapie.
2005,Jean Gosepath et al	Nasal provocation testing as an international standard for evaluation of allergic and nonallergic rhinitis	Évaluation du TPN	Décrire un protocole pour NPT et discuter des applications pratiques et des indications cliniques	La rhinomanométrie et de la rhinométrie acoustique	La revue souligne l'importance des 2 méthodes de diagnostic, qui offrent une norme claire et comparable au niveau international.
2018,Suojaletto, H et al	3-(Bromomethyl)-2-chloro-4-(methylsulfonyl)-benzoic acid: A new cause of sensitisation	Recherche étiologique	Identifier l'acide 3-(bromométhyl)-2-chloro-4-(méthylsulfonyl)-benzoïque (BCMBA) comme un sensibilisant respiratoire	Rhinométrie acoustique et une rhinomanométrie	Les auteurs ont identifié neuf travailleurs présentant des symptômes respiratoires et/ou cutanés et des tests cutanés positifs au BCMBA dans une usine chimique. Une enquête auprès des travailleurs d'usines chimiques a indiqué un taux de sensibilisation lié au BCMBA de 8 % parmi tous les

	induced occupational asthma, rhinitis and urticaria				travailleurs exposés ; le taux était le plus élevé (25%) parmi les ouvriers de production dans le hall de production. La sensibilisation n'a été détectée que chez les travailleurs ayant les niveaux d'exposition estimés les plus élevés. Six cas d'asthme professionnel, de rhinite et/ou d'urticaire de contact causés par le BCMBA ont été confirmés par des tests de provocation. Les doses provoquant l'asthme lors de provocations spécifiques par inhalation étaient très faibles (0,03 % ou 0,3 % de BCMBA dans le lactose).
2010 Kim, J et al	A case of occupational rhinitis caused by rice powder in the grain industry	Recherche étiologique	Déterminer l'association entre la rhinite professionnelle et l'exposition à la poudre de riz	Test de provocation nasal	Pour confirmer le lien de causalité entre la rhinite et l'environnement de travail de ce salarié, un prélèvement nasal a été effectué, le résultat confirme le diagnostic de la rhinite professionnelle à la poudre de riz.  Il a été recommandé au patient un déménagement et une immunothérapie allergénique aux pollens de graminées
2012 Sung	A Case of occupational rhinitis induced by maize pollen exposure in a farmer: Detection of ige-binding components	Recherche étiologique	Déterminer l'association entre la rhinite professionnelle et l'exposition aux pollens de maïs	TPN	La rhinite professionnelle a été confirmée par un test de provocation nasale aux extraits de pollen de maïs. Les tests d'inhibition IgE ELISA ont montré une réactivité croisée des anticorps entre le pollen de maïs et les extraits de pollen de graminées. L'immunotransfert d'IgE utilisant des extraits de pollen de maïs a mis en évidence un composant de liaison aux IgE de 27 kDa.
2005 Laukkanen	Deer ked-induced occupational allergic rhinoconjunctiviti	Recherche étiologique	Rapporter un cas de rhinoconjunctivite allergique médiée par les IgE suite à une exposition professionnelle au chevreuil	TPN	Une allergie rhinoconjonctivale médiée par les IgE au cerf a été confirmée chez ce patient
2020, Ronsmans et al	Diagnostic approach to occupational rhinitis:	Recommandation de TPN	Déterminer l'importance du test de provocation nasal dans	TPN	Les tests de provocation nasale (NPT) permettent d'établir un diagnostic définitif de rhinite professionnelle allergique



	the role of nasal provocation tests.		le diagnostic des rhinites professionnelles		
2007, Castano	An occupational respiratory allergy caused by Sinapis alba pollen in olive farmers	Évaluation TPN	Étudier la relation entre la rhinite professionnelle ou la rhinite et l'exposition à l'extrait de pollen de Sinapis alba (moutarde blanche)	Rhinométrieacoustique	Onze patients souffraient de rhinite et d'asthme bronchique et un de rhinite uniquement. Tous les patients ont été sensibilisés à l'extrait de pollen de S. alba et ont montré une réponse TPN positive. Dans la station de surveillance aérobiologique urbaine, la quantité de pollen de S. alba n'a atteint qu'exceptionnellement des pics de 21 grains/m(3), alors qu'en milieu de travail des pics de 1801 grains/m(3) ont été détectés entre le 15 février et le 7 avril.
1994, E.Beaudouin et al	Occupational allergic rhinitis	Recommandation de TPN	Résumer les preuves scientifiques les plus pertinentes et les plus récentes sur la rhinite allergique locale et la rhinite professionnelle	TPN et/ou la détection d'IgE nasales spécifiques et le test d'activation des basophiles	La réalisation d'un test de provocation nasale aux allergènes pour confirmer le diagnostic de rhinite professionnelle est fortement recommandée. Les allergènes rares doivent également être recherchés.
2012, Laborde-Castérot et al	Occupational rhinitis and asthma due to EDTA-containing detergents or disinfectants	Recommandation de TPN	Étudier la relation entre la rhinite professionnelle et l'exposition à l'acide éthylènediamine tétraacétique présent dans les détergents et désinfectants	Rhinomanométrie	Vingt-huit patients ont eu un NPT avec EDTA, qui a été positif en, 10 cas. Ces patients, pour la plupart des nettoyeurs ou des travailleurs de la santé, utilisaient des formules de pulvérisation de produits de nettoyage.
2011, Dordal et al	Allergen-specific nasal provocation testing: review by the rhinoconjunctivitis committee of the Spanish Society of	Recommandation du TPN	Discuter en détail de la méthodologie du NPT allergène spécifique dans le but de fournir une revue pratique et à jour de la technique.	Rhinomanométrie et rhinomanométrieacoustique	Le comité de rhinoconjectivite de la société espagnole d'allergie et d'immunologie a fait des recommandations suite au résultats de cette revue, à savoir :L'application bilatérale des allergènes, Proposition d'une méthode d'application , La quantité déposée dans chaque cavité nasale doit être égale à 100L, Commencer par une concentration de l'ordre de 1/1000 de la concentration qui

	Allergy and Clinical Immunology				provoque un résultat positif au test cutané, Appliquer le diluant avant d'appliquer l'allergène pour évaluer l'hypersensibilité nasale
2022, Oksana Woja s	« Changes in the cross-sections of the nasal cavity assessed by acoustic rhinometry in the study population as a guideline for attempts to standardize nasal provocation tests	Évaluation des mesures anthropométriques et rhinométriques	Évaluer certaines mesures anthropométriques (poids corporel et taille) et rhinométriques (surfaces transversales nasales) concernant l'âge et le sexe du sujet	Mesures anthropométriques et rhinométriques	Les chercheurs ont observé des augmentations parallèles des mesures anthropométriques évaluées et des surfaces transversales de la cavité nasale chez les hommes et les femmes âgés de $\leq 14$ ans, les deux sexes commençant à différer significativement en termes de ces mesures à partir de 14 ans ( $p < 0,0001$ ; $p < 0,000001$ ). Les mesures rhinométriques évaluées ont montré une plus grande corrélation avec la taille qu'avec le poids corporel. Le moment des changements les plus diversifiés et les plus dynamiques dans les mesures anthropomorphiques était l'âge de $> 12$ ans : les garçons démontraient des valeurs moyennes de taille et de poids corporel significativement plus élevées que les filles.
1989, S Balland et al	Challenge provocation tests and nonspecific bronchial hyperreactivity in occupational asthma	Recommandation de TPN	Déterminer l'intérêt du challenge réaliste (nasal et bronchique) dans les symptômes respiratoires professionnels apparaissant au cours du travail	Rhinomanométrie	68% des tests étaient positifs en rhinomanométrie et/ou pléthysmographie. Il existe un BHR dans 68% des cas d'asthme professionnel. Il existe une corrélation assez forte entre la positivité des tests réalistes et l'existence d'un BHR non spécifique.
2016, A.Krajewska-Wojtyś et al	Local allergic rhinitis to pollen is under-diagnosed in young patients	Autre	Déterminer la prévalence de la LAR chez les jeunes patients ayant un diagnostic antérieur de rhinite non allergique ou une suspicion d'allergie	Rhinomanométrie et rhinométrie acoustique	Les résultats des tests de provocation nasale et les concentrations d'IgE nasales étaient similaires parmi les groupes analysés. De plus, la concentration d'IgE nasales a augmenté plus rapidement chez les patients atteints de LAR que chez les patients atteints de rhinite allergique ; cependant, cette différence n'était pas statistiquement significative

2015, Gómez	Local allergic rhinitis: mechanisms, diagnosis and relevance for occupational rhinitis	Recommandation de dépistage rhinite professionnelle	Résumer les preuves scientifiques les plus pertinentes et les plus récentes sur la LAR et la rhinite professionnelle	Rhinomanométrie et rhinométrie acoustique	La possibilité d'une rhinite professionnelle locale doit être envisagée chez les travailleurs ayant des antécédents clairs de rhinite professionnelle et un test immunologique négatif, en particulier en cas d'allergènes de haut poids moléculaire
2020, Olivier Vandenplas,	Occupational Rhinitis	Recommandation de la RP	Étudier le risque accru de survenu de l'arthrose suite à une rhinite professionnelle ainsi que le diagnostic de cette dernière	TPN et Sensibilisation des IgE	Des études de cohorte longitudinales ont confirmé que la RO est associée à un risque accru de développement de l'arthrose  La documentation de la sensibilisation médiée par les IgE à un agent du lieu de travail via des tests cutanés ou des IgE spécifiques sériques confirme un diagnostic de rhinite professionnelle probable, tandis que les tests de provocation nasale spécifique en laboratoire restent la méthode de référence pour établir un diagnostic définitif.
2010, Castano	Correlation between acoustic rhinometry and subjective nasal patency during nasal challenge test in subjects with suspected occupational rhinitis; a prospective	Evaluation du TPN	Évaluer la corrélation entre la rhinométrie acoustique et les critères d'évaluation de l'échelle visuelle analogique dans le contexte d'une provocation nasale par des agents professionnels	Rhinométrie acoustique	La corrélation entre la rhinométrie acoustique et la perméabilité nasale subjective était faible dans des conditions stables. Cependant, une corrélation significative a été observée dans les cas montrant une plus grande réponse congestive nasale après provocation mesurée par rhinométrie acoustique
2006, Ange Ferrier	Occupational allergic rhinoconjunctivitis and asthma to goat and cross-reactivity with cow epithelium	Etude étiologique	Étudier la réponse allergique (in vivo et in vitro) de 3 individus cliniquement sensibles et professionnellement exposés à la vache et à la chèvre et évaluer la réactivité croisée allergénique entre les extraits	Rhinomanométrie	Les 3 patients ont tous eu des résultats de provocation positifs avec l'extrait d'allergène incriminé. Des IgE spécifiques aux allergènes de chèvre ont été détectées chez tous les patients. Plusieurs bandes de liaison aux IgE ont été détectées. Des tests d'inhibition (test d'allergosorbant enzymatique et immunoblots) ont confirmé

			d'épithélium de vache et de chèvre		une réactivité croisée modérée à élevée entre les extraits de chèvre et de vache.
2021, O. Wojas	Changes in the cross-sections of the nasal cavity assessed by acoustic rhinometry in the study population as a guideline for attempts to standardize nasal provocation tests	Recommandation du TPN	Évaluer certaines mesures anthropométriques (poids corporel et taille) et rhinométriques (surfaces transversales nasales) concernant l'âge et le sexe du sujet	Rhinométrie acoustique	La taille a montré une meilleure corrélation avec les mesures rhinométriques (section transversale de la cavité nasale) chez les sujets plus jeunes (à leur âge de développement) que chez les sujets plus âgés
2007, R. Castano	Reproducibility of acoustic rhinometry in the investigation of occupational rhinitis	Evaluation du TPN	Évalué la reproductibilité de la rhinométrie acoustique lors de l'investigation SIC de la rhinite professionnelle	Rhinométrie acoustique	La rhinométrie acoustique a montré une bonne reproductibilité intra-journalière et inter-journalière et peut être recommandée pour le suivi objectif de la perméabilité nasale au cours de la SIC explorant la rhinite professionnelle
2006, A. Uzzaman	Acoustic rhinometry in the practice of allergy	Recommandation du TPN	Fournir un aperçu pratique complet de l'utilisation de la rhinométrie acoustique dans la pratique de l'allergie	Rhinométrie acoustique	La rhinométrie acoustique est une technique basée sur le son utilisé pour mesurer la surface et le volume de la cavité nasale. Il a été validé par comparaison avec des mesures avec la tomodensitométrie et l'imagerie par résonance magnétique. La rhinométrie acoustique nécessite une coopération minimale du patient et peut être utilisée chez les adultes, les enfants et les nourrissons. Il est utilisé par les médecins pour diagnostiquer et évaluer les réponses thérapeutiques dans des conditions telles que la rhinite et pour mesurer les dimensions nasales lors des tests de provocation allergène. La rhinométrie acoustique fournit également un reflet visuel de la réponse nasale au traitement, ce qui peut être utile pour augmenter l'observance des médicaments prescrits
2016, G. F. Wandalsen	Acoustic Rhinometry in Nasal Provocation	Autre	Normaliser la rhinométrie acoustique (AR) dans les tests de provocation nasale (NPT)	Rhinomanométrie	La RA était un outil faisable et sensible pour surveiller la réponse nasale chez les enfants et les adolescents subissant

	Tests in Children and Adolescents		avec l'histamine chez les enfants et les adolescents		une TNP à l'histamine. Le meilleur seuil AR pour mettre fin au TNP était une baisse de 19 % à 21 % du V5
2014, A. C. C. de Melo	Acoustic rhinometry in mouth breathing patients: a systematic review	Evaluation du TPN	Examiner systématiquement l'efficacité de la rhinométrie acoustique pour le diagnostic des patients souffrant de respiration buccale	Rhinométrie acoustique	L'hétérogénéité dans l'utilisation des équipements et matériels pour l'évaluation du mode respiratoire dans ces études révèle qu'il n'existe pas encore de consensus dans l'évaluation et le diagnostic des patients ayant une respiration buccale
2021, Y. H. Kim	AppropriateAntigen Concentrations and Timing of a Nasal Provocation Test	Autre	Déterminer les concentrations d'antigène appropriées et le bon moment pour évaluer les changements intranasaux lors de l'exécution d'un test de provocation nasale (NPT). Analyser l'utilité diagnostique des symptômes nasaux individuels et du débit inspiratoire nasal de pointe (PNIF)	PNIF	Nous avons pu déterminer la concentration optimale (100 AU/mL), le moment (15 minutes après la provocation) et les paramètres (changements de TNSS et PNIF%) lors de l'exécution du NPT.
2007,X. Dufour	Peak Nasal Inspiratory Flow: apprentissage de la méthode de mesure et reproductibilité	Etude étiologique	Étudier prospectivement l'apprentissage et de la reproductibilité des mesures du PNIF en consultation à partir de 18 expérimentateurs.	PNIF	L'apprentissage a été validé pour tous les opérateurs après les cinq premiers patients. Le PNIF moyen était de $86,02 \pm 36,96$ l/min dans le groupe « témoin » et de $89,59 \pm 41,97$ l/min dans le groupe « patients ». La reproductibilité a été jugée satisfaisante puisque la différence $PNIF2-PNIF1$ était de $5,51 \pm 24,93$ l/min pour tous les opérateurs quel que soit le nombre d'exams réalisés
2013, R Muñoz-Cano ,	Acousticrhinometry and aspirin nasal challenge in the diagnosis of aspirin-intolerantasthma:	Recommandation du TPN	Décrire les caractéristiques cliniques et la sécurité d'un test de provocation à la L-ASA chez des patients atteints d'AIA	Rhinomanométrieacoustique et TPN	La congestion nasale et la rhinorrhée représentaient respectivement 51 et 32 % des symptômes totaux. Selon les données AcR, le test de provocation L-ASA était positif chez 20 % des patients à 15 min, 36 % supplémentaires étaient positifs à 30 min, 18 % à 60 min et les 26 % restants à 90 min. Les valeurs nasales de nNO ont diminué mais

	clinical finding and safety aspects				n'ont pas atteint la signification statistique. Aucune réaction pulmonaire ou systémique n'a été observée.
2016, G Ottaviano	Measurements of nasal airflow and patency: a critical review with emphasis on the use of peak nasal inspiratory flow in daily practice	Recommendation TPN	Décrire les différentes méthodes qui peuvent être utilisées pour mesurer la perméabilité nasale, le débit d'air et la résistance, principalement le débit inspiratoire nasal de pointe, la rhinomanométrie et la rhinométrie acoustique	PNIF, rhinomanométrie, Rhinomanométrie acoustique	L'évaluation objective et subjective donne différentes informations qui, ensemble, optimisent le diagnostic et le traitement de nos patients. Nous soutenons que le PNIF devrait être utilisé régulièrement dans chaque clinique externe qui traite des patients souffrant d'obstruction nasale.
2010, S. H. Joo	Korean Modification of the Nasal Provocation Test With House Dust Mite Antigen Following the EAACI Guidelines	Evaluation du TPN	Évaluer l'utilité du protocole de test de provocation nasale (NPT) standardisé récemment publié par l'Académie européenne d'allergie et d'immunologie clinique (EAACI),  Comparer l'utilité de plusieurs paramètres pour le diagnostic de la rhinite allergique (RA) causée par les acariens (HDM).	Rhinométrie acoustique	Le NPT effectué selon les directives de l'EAACI pourrait aider à diagnostiquer la RA causée par HDM. Les changements de TNV et VAS dans l'obstruction nasale et la rhinorrhée avaient une précision diagnostique plus élevée que les autres paramètres
2001, L. I. Litvyakova et J	Nasal provocation testing: a review	Recommandation du TPN	Décrire l'utilisation du NPT comme outil de diagnostic dans la pratique clinique.  Citer les indications, les contre-indications, les avantages et les limites des	NPEFR  La rhinomanométrie  La rhinométrie acoustique	Les tests de provocation nasale standardisés ont le potentiel de devenir un test clinique plus fréquemment utilisé dans le diagnostic de la rhinite allergique et professionnelle et pour la détermination de la thérapie appropriée et ciblée

			différentes techniques d'évaluation des réponses nasales sont passés en revue		
2017, Kyu-Sung Kim	Usefulness of Allerkin House Dust Mite Extract for Nasal Provocation Testing	Evaluation du TPN	Évaluer l'utilité clinique d'Allerkin (Lofarma) pour les tests de provocation nasale (NPT) chez les patients présentant des symptômes de rhinite, en examinant les modifications des symptômes nasaux et des paramètres acoustiques après une exposition à l'extrait d'acarien de la poussière domestique (HDM	Rhinométrie acoustique	L'extrait d'Allerkin HDM peut être un agent provocateur utile dans le NPT pour diagnostiquer la rhinite allergique et la rhinite allergique locale
2013, Y. H. Kim	Nasal provocation test using allergen extract versus cold dry air provocation test: Which and when?	Evaluation du TPN	Déterminer si la provocation NPT ou CDA serait plus utile pour les patients présentant des tableaux cliniques différents.	Rhinométrie acoustique	L'aire froid et sec pourrait être un outil complémentaire pour évaluer la rhinite allergique chez les patients atteints de SCH autodéclarée
2016, Z. Zhu et al	Leukotriene D4 nasal provocation test: Rationale, methodology and diagnostic value	Evaluation du TPN	Établir la méthodologie et d'étudier la valeur diagnostique et l'innocuité d'un test de provocation nasale aux leucotriènes D4 (LTD4)	La rhinomanométrie	La procédure établie de test de provocation nasale LTD4 est efficace et sûre pour une utilisation dans le diagnostic de la RA
2010, E. Nucera et al	Challenge Tests in the Diagnosis of Latex Allergy	Evaluation du TPN	Évaluer la sensibilité, la spécificité et l'innocuité des tests de provocation et leur utilité dans le diagnostic de l'allergie au latex	La rhinomanométrie	Tous les tests, la spécificité et la valeur prédictive positive étaient de 100 %. Tous les sujets témoins ont obtenu des résultats négatifs à tous les tests. Il n'y a eu aucun changement statistiquement significatif dans les tests cutanés et sérologiques entre la première et la deuxième visite. Les corrélations entre le MIS et les tests cutanés et

					entre le MIS et les tests sériques n'ont pas été trouvées. Les défis peuvent être considérés comme des procédures de diagnostic sûres. Les tests qui reproduisent le plus fidèlement l'exposition naturelle, sur la base de l'histoire d'un patient, sont préférables
2017, A. Krajewska-Wojtys	Local Allergic Rhinitis in Adult Patients with Chronic Nasal Symptoms	Recherche étiologique	Étudier la prévalence de la rhinite allergique locale suite à l'exposition naturelle aux allergènes	Rhinométrie et rhinomanométrie acoustique	LAR a été confirmé chez 21 (25 %) patients de l'étude. Chez les 63 patients restants (75 %), une non-AR a été diagnostiquée. De plus, LAR a été trouvé suite à une exposition à D. pteronyssinus chez 19 (22,6%) patients, à Alternaria chez 3 (3,6%) patients et à l'allergène de chat chez 1 (1,2%) patient. Chez 2 patients, des allergies concomitantes à D. pteronyssinus et Alternaria ont été observées
1998, T. Pirilä et J. Nuutinen	Acoustic rhinometry, rhinomanometry and the amount of nasal secretion in the clinical monitoring of the nasal provocation test.	Recommandation du TPN	Tester et comparer trois paramètres objectifs de suivi d'un test de provocation nasale dans la rhinite allergique professionnelle.  Évaluer l'ampleur des effets naso-nasaux lors d'une provocation allergène unilatérale	Rhinométrie acoustique et de rhinomanométrie	L'aspiration à basse pression de la sécrétion nasale de la partie antérieure de la cavité nasale s'est avérée être un paramètre de surveillance fiable et pratique à utiliser avec la rhinométrie acoustique ou la rhinomanométrie
2005 Jan Gosepath,	Nasal provocation testing as an international standard for evaluation of allergic and nonallergic rhinitis	Recommandation au TPN	Évaluer le rôle de la TNP standardisée, évaluée objectivement à l'aide d'examen antérieurs. La rhinomanométrie et la rhinométrie acoustique, dans le diagnostic de la rhinite allergique.	Rhinomanométrie et rhinométrie acoustique	Pour le diagnostic de la rhinite allergique et professionnelle, le NPT standardisé doit être considéré comme une norme diagnostique internationale.



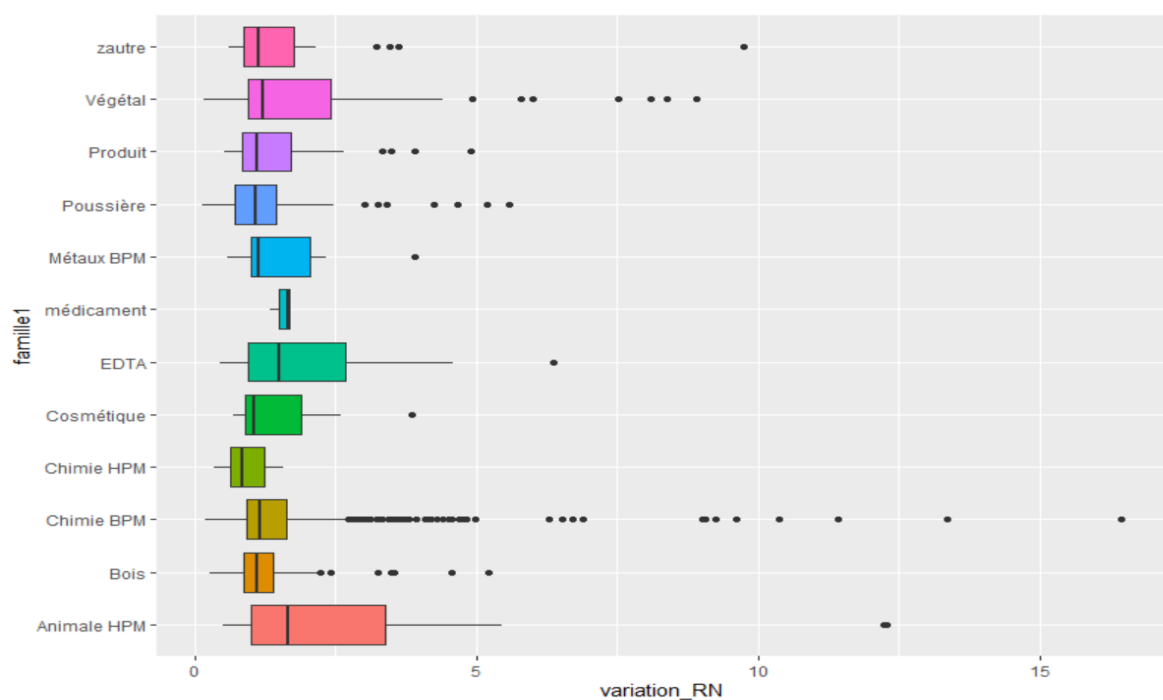
1984, P. A. Clement et C. Hirsch	Rhinomanometry--a review	Recommandation de TPN	Élaborer une synthèse d'historique de la methode de rhinomanométriques	Rhinomanométrie	Les mérites de la spirométrie ou des mesures de la vitesse de l'air sont considérés. La physique de la ventilation nasale est décrite et la difficulté de la mesure de la résistance nasale est étudiée. Les différents modèles mathématiques représentant le flux d'air nasal sont présentés et l'importance du modèle mathématique de Broms est soulignée
2019, A. Bozek et al	The prevalence and characteristics of local allergic rhinitis in Poland	Autre	Déterminer la prévalence et les caractéristiques de la LAR chez les patients présentant des symptômes de rhinite chronique	Rhinométrie acoustique	La polysensibilisation était plus fréquente chez les patients AR que chez les patients LAR. L'asthme bronchique était à un niveau similaire chez les patients diagnostiqués avec AR (38 %) et LAR (35 %) mais était significativement moins fréquent chez les patients diagnostiqués avec NAR (16 %). L'âge moyen d'apparition de la maladie était similaire entre les patients atteints de RA et de LAR (17,6 plus ou moins 4,8 ans), et il était significativement inférieur à celui des patients atteints de NAR (24,5 plus ou moins 6,9 ans, p inférieur à 0,05)
2004, D. Chloros et al	Respiratory effects in workers processing dried tobacco leaves	Etude transversal	Examiner le niveau de pollution de l'environnement professionnel et d'étudier les effets de l'exposition professionnelle à la poussière de tabac sur le système respiratoire des travailleurs du bacco.	Rhinomanométrie	pas une association entre le développement de maladies chroniques du système respiratoire inférieur et les polluants associés à la transformation des feuilles séchées en bacco.  En revanche,et une association entre les troubles des voies respiratoires supérieures et les poussières de tabac sur les chantiers est postulée.
2003, A. Krakowiak et al	Nasal lavage fluid examination and rhinomanometry in the diagnostics of occupational airway allergy to laboratory animals	Recherché étiologique	Comparer les résultats cellulaires et biochimiques dans le liquide de lavage nasal (NALF) et les Changements de résistance nasale dus à une provocation avec des allergènes d'animaux de laboratoire	Rhinomanométrie	L'augmentation prolongée du  Pourcentage d'éosinophiles, de basophiles et du taux d'albumine semble refléter l'inflammation allergique. L'intensité de l'inflammation au cours de la réaction spécifique est liée au score des symptômes et à l'ENR chez les allergiques professionnels

2001, P. García-Ortega et al	Allergy to Diplotaxis erucoides pollen: Occupational sensitization and cross-reactivity with other common pollens	Recherché étiologique	Déterminer si le pollen de D. erucoides pouvait être responsable de maladies respiratoires allergiques dans notre région a été entreprise.	Rhinomanométrie	Le pollen de D. erucoides peut être un aéroallergène répandu important, en particulier dans les zones rurales. Il peut agir comme allergène professionnel chez les viticulteurs, chez qui il semble être le principal agent sensibilisant, jouant un rôle secondaire de réaction croisée chez d'autres patients sensibilisés
1998, M. Desrosiers et al	Nasal response in subjects undergoing challenges by inhaling occupational agents causing asthma through the nose and mouth	Évaluation du TPN	Caractérisées les réactions nasales aux provocations par inhalation avec des agents professionnels	Rhinomanométrie	L'inhalation d'agents professionnels de poids moléculaire élevé ou bas, y compris les isocyanates, que ce soit par la bouche ou par le nez : 1) entraîne une réponse asthmatique similaire 2) provoque une réponse nasale importante en termes de symptômes et une augmentation de la résistance nasale 3) provoque certains changements significatifs dans les cellules inflammatoires et les médiateurs
2014, H. Laborde-Castérot	Is the incidence of aliphatic amine-induced occupational rhinitis and asthma underestimated?	Recherché étiologique		Rhinomanométrie	
2015, L. Vimercati et al	Occupational Exposure to Urban Air Pollution and Allergic Diseases	Etude transversale	Investiguer les maladies allergiques chez 111 agents de la circulation par rapport à un groupe témoin de 101 employés administratifs	Rhinomanométrie	L'étude a montré un pourcentage plus élevé de sujets allergiques dans le groupe des travailleurs exposés aux polluants extérieurs que dans les témoins
1997, T. Pirilä et al	Physiological fluctuations in nasal resistance may interfere with nasal monitoring in the nasal provocation test	Evaluation du TPN	Rapporter un cas de rhinoconjonctivite allergique médiée par les IgE suite à une exposition professionnelle au chevreuil	Rhinomanométrie et rhinométrie acoustique	Les résultats du SPT, du NPT et du CPT étaient positifs pour le chevreuil

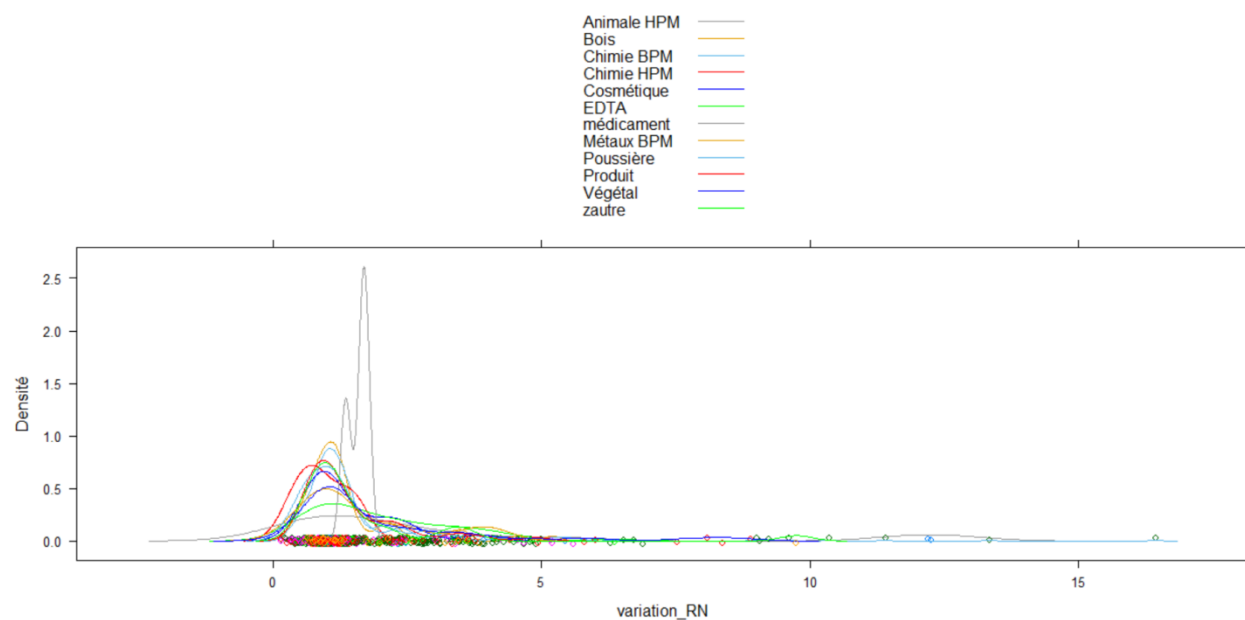
2006, M. Álvarez Eire et al	Occupational rhinitis and asthma due to cedroarana (Cedrelinga catenaeformis Ducke) wood dust allergy	Recherche étiologique	Description d'un cas de rhinite et d'asthme professionnels chez un menuisier de 46 ans qui a présenté des symptômes nasaux et bronchiques après une exposition à la poussière de bois de cedrorana	NPIFR	Les tests de provocation nasale et d'exposition à la poussière de bois de Cedrorana ont également donné une réaction positive
1989, M. Grosclaude et al	Occupational asthma and rhinitis: challenge tests and nasal hyperactivity: present practice and future perspectives	Recommandation TPN	Décrire en détail la technique de rhinomanométrie antérieure passive, les tests de provocation nasale et les provocations cholinergiques permettant de mieux comprendre l'hypersensibilité nasale non spécifique	Rhinomanométrie	les tests de provocation nasale et les provocations cholinergiques permettant de mieux comprendre l'hypersensibilité nasale non spécifique. Les perspectives d'avenir concernent l'établissement de courbes de réactivité dose-réponse, l'exploration des flux expiratoires intranasaux et la recherche sur les lavages nasaux avec l'étude des cellules et médiateurs libérés
1999, M. Sánchez-Guerrero et al	Occupational allergy caused by carnation (Dianthus caryophyllus)	Recherche étiologique	Rechercher si les symptômes induits par l'œillet étaient médiés par les IgE et d'étudier les éventuels allergènes impliqués	TPN	Les réponses aux tests cutanés avec extrait d'œillet ont été positives chez 15 des 16 patients et négatives chez tous les sujets témoins. Les réponses au test de provocation nasale avec l'extrait d'œillet étaient positives chez 13 des 16 patients. Une corrélation significative a été observée entre le RAST et les résultats de la provocation nasale ( $P < 0,01$ )
1996, M. Hytönen et al	Nasal provocation test in the diagnostics of occupational allergic rhinitis	Evaluation du TPN	Le but de cette étude a été d'examiner la faisabilité de la rhinomanométrie antérieure active et de l'échelle visuelle analogique dans le diagnostic de la RO et de comparer les résultats de ces mesures à un score de changement d'états nasale	Rhinomanométrie	il existe 42 NPT positifs. Bien qu'il existe un chevauchement entre les provocations par placebo et par allergène, une augmentation de $> 50\%$ du NAR est recommandée pour considérer le résultat comme positif dans le NPT. L'évaluation de la réaction nasale dans le NPT est principalement basée sur la rhinoscopie antérieure et le changement du score d'état, mais le diagnostic de la salle d'opération doit également inclure certaines mesures physiologiques

**Tableau A.2:** Autres symptômes

<b>Autre symptôme= 88</b>			
Irritation nasale pharyngée	Chute du VEMS	Hyper-réactivité nasale	Hyperventilation céphalée frontale
Toux	Obstruction nasale	Pruritpharyngé	Brûleur nasale/ pharyngé
Picotement nasal	Dyspnées	Picotement nasal	Gêne respiratoire



**Figure A.1:**1Boxplot des familles des agents testés en fonction de la variation de RN



**Figure A.2:** variation de la résistance nasale en fonction des résultats du test

## References

- [1] M. J. Page *et al.*, « The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews », *BMJ*, p. n71, mars 2021, doi: 10.1136/bmj.n71.
- [2] V. Doyen, J. J. Braun, C. Lutz, N. Khayath, et F. de Blay, « The usefulness of nasal provocation tests for respiratory physicians », *Rev. Mal. Respir.*, vol. 35, n° 8, p. 788-795, oct. 2018, doi: 10.1016/j.rmr.2018.06.001.
- [3] Y. H. Kim, « Appropriate Antigen Concentrations and Timing of a Nasal Provocation Test », *Yonsei Med. J.*, vol. 62, n° 8, p. 750-757, août 2021, doi: 10.3349/ymj.2021.62.8.750.
- [4] J. Gosepath, R. G. Amedee, et W. J. Mann, « Nasal provocation testing as an international standard for evaluation of allergic and nonallergic rhinitis », *The Laryngoscope*, vol. 115, n° 3, p. 512-516, mars 2005, doi: 10.1097/01.MLG.0000149682.56426.6B.
- [5] L. I. Litvyakova et J. N. Baraniuk, « Nasal provocation testing: a review », *Ann. Allergy Asthma Immunol. Off. Publ. Am. Coll. Allergy Asthma Immunol.*, vol. 86, n° 4, p. 355-364; quiz 364-365, 386, avr. 2001, doi: 10.1016/S1081-1206(10)62478-7.
- [6] K.-S. Kim, T. Y. Jang, et Y. H. Kim, « Usefulness of Allerkin House Dust Mite Extract for Nasal Provocation Testing », *Clin. Exp. Otorhinolaryngol.*, vol. 10, n° 3, p. 254-258, sept. 2017, doi: 10.21053/ceo.2016.01137.
- [7] Y. H. Kim et T. Y. Jang, « Nasal provocation test using allergen extract versus cold dry air provocation test: Which and when? », *Am. J. Rhinol. Allergy*, vol. 27, n° 2, p. 113-117, avr. 2013, doi: 10.2500/ajra.2013.27.3870.
- [8] Z. Zhu *et al.*, « Leukotriene D4 nasal provocation test: Rationale, methodology and diagnostic value », *Exp. Ther. Med.*, vol. 12, n° 1, p. 525-529, juill. 2016, doi: 10.3892/etm.2016.3324.
- [9] H. Suojalehto *et al.*, « 3-(Bromomethyl)-2-chloro-4-(methylsulfonyl)- benzoic acid: a new cause of sensitiser induced occupational asthma, rhinitis and urticaria », *Occup. Environ. Med.*, vol. 75, n° 4, p. 277-282, avr. 2018, doi: 10.1136/oemed-2017-104505.
- [10] E. Nucera *et al.*, « Challenge Tests in the Diagnosis of Latex Allergy », *Int. J. Immunopathol. Pharmacol.*, vol. 23, n° 2, p. 543-552, avr. 2010, doi: 10.1177/039463201002300216.
- [11] S. H. Joo, K. J. Hyun, et Y. H. Kim, « Korean Modification of the Nasal Provocation Test With House Dust Mite Antigen Following the EAACI Guidelines », *Clin. Exp. Otorhinolaryngol.*, vol. 14, n° 4, p. 382-389, nov. 2021, doi: 10.21053/ceo.2020.00563.
- [12] J.-H. Kim *et al.*, « A case of occupational rhinitis caused by rice powder in the grain industry », *Allergy Asthma Immunol. Res.*, vol. 2, n° 2, p. 141-143, avr. 2010, doi: 10.4168/aair.2010.2.2.141.
- [13] S.-Y. Sung *et al.*, « A Case of Occupational Rhinitis Induced by Maize Pollen Exposure in a Farmer: Detection of IgE-Binding Components », *Allergy Asthma Immunol. Res.*, vol. 4, n° 1, p. 49-51, janv. 2012, doi: 10.4168/aair.2012.4.1.49.
- [14] A. Laukkanen, P. Ruoppi, et S. Mäkinen-Kiljunen, « Deer ked-induced occupational allergic rhinoconjunctivitis », *Ann. Allergy Asthma Immunol. Off. Publ. Am. Coll. Allergy Asthma Immunol.*, vol. 94, n° 5, p. 604-608, mai 2005, doi: 10.1016/S1081-1206(10)61141-6.
- [15] S. Ronsmans, B. Steelant, W. Backaert, B. Nemery, et L. Van Gerven, « Diagnostic approach to occupational rhinitis: the role of nasal provocation tests », *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.*, vol. 20, n° 2, p. 122-130, avr. 2020, doi: 10.1097/ACI.0000000000000608.
- [16] A. Krajewska-Wojtys, J. Jarzab, K. Zawadzinska, K. Pyrkosz, et A. Bozek, « Local Allergic Rhinitis in Adult Patients with Chronic Nasal Symptoms », *Int. Arch. Allergy Immunol.*, vol. 173, n° 3, p. 165-170, 2017, doi: 10.1159/000478656.

- [17] L. Klimek, C. Bardenhewer, M. Spielhaupter, C. Harai, K. Becker, et O. Pfaar, « Local allergichrinitis to *Alternaria alternata*. Evidence for local IgE production exclusively in the nasal mucosa », *Hno*, vol. 63, n° 5, p. 364-372, mai 2015, doi: 10.1007/s00106-015-0005-x.
- [18] S. Balland, M. Grosclaude, E. Jarsaillon, F. Gormand, M. T. Chambe, et M. Perrin Fayolle, « [Challenge provocation tests and non-specific bronchial hyperactivity in occupational asthma] », *J. Toxicol. Clin. Exp.*, vol. 9, n° 1 Suppl Pt 2, p. 15-23, 1989.
- [19] A. Krajewska-Wojtys, J. Jarzab, R. Gawlik, et A. Bozek, « Local allergic rhinitis to pollens is underdiagnosed in young patients », *Am. J. Rhinol. Allergy*, vol. 30, n° 6, p. E198-E201, déc. 2016, doi: 10.2500/ajra.2016.30.4369.
- [20] F. Gómez, C. Rondón, M. Salas, et P. Campo, « Local allergic rhinitis: mechanisms, diagnosis and relevance for occupational rhinitis », *Curr. Opin. AllergyClin. Immunol.*, vol. 15, n° 2, p. 111-116, avr. 2015, doi: 10.1097/ACI.0000000000000150.
- [21] O. Vandenplas, V. Hox, et D. Bernstein, « OccupationalRhinitis », *J. AllergyClin. Immunol. - Pract.*, vol. 8, n° 10, p. 3311-3321, déc. 2020, doi: 10.1016/j.jaip.2020.06.047.
- [22] R. Castano, C. Trudeau, et H. Ghezso, « Correlation between acoustic rhinometry and subjective nasal patency during nasal challenge test in subjects with suspected occupational rhinitis; a prospective controlled study », *Clin. Otolaryngol. Off. J. ENT-UK Off. J. Neth. Soc. Oto-Rhino-Laryngol. Cervico-Facial Surg.*, vol. 35, n° 6, p. 462-467, déc. 2010, doi: 10.1111/j.1749-4486.2010.02223.x.
- [23] A. Bozek, W. Scierski, B. Ignasiak, J. Jarzab, et M. Misiolek, « The prevalence and characteristics of local allergic rhinitis in Poland », *Rhinology*, vol. 57, n° 3, p. 213-218, 2019, doi: 10.4193/Rhin18.137.
- [24] Piriilä et Nuutinen, « Acoustic rhinometry, rhinomanometry and the amount of nasal secretion in the clinical monitoring of the nasal provocation test: Acoustic rhinometry, rhinomanometry and nasal secretion in the nasal provocation test », *Clin. Exp. Allergy*, vol. 28, n° 4, p. 468-477, avr. 1998, doi: 10.1046/j.1365-2222.1998.00247.x.
- [25] X. Dufour, C. Gohler, A. Delagrande, J.-P. Fontanel, et J.-M. Klossek, « Peak Nasal InspiratoryFlow: apprentissage de la méthode de mesure et reproductibilité », *Ann. Otolaryngol. Chir. Cervico-Faciale*, vol. 124, n° 3, p. 115-119, juill. 2007, doi: 10.1016/j.aorl.2007.03.002.
- [26] G. Ottaviano et W. J. Fokkens, « Measurements of nasal airflow and patency: a critical review with emphasis on the use of peak nasal inspiratory flow in daily practice », *Allergy*, vol. 71, n° 2, p. 162-174, 2016, doi: 10.1111/all.12778.
- [27] P. A. Clement et C. Hirsch, « Rhinomanometry--a review », *ORL J. Oto-Rhino-Laryngol. Its Relat. Spec.*, vol. 46, n° 4, p. 173-191, 1984, doi: 10.1159/000275707.
- [28] H. J. Welkoborsky, C. Rose-Diekmann, A. P. V. der Holte, et H. Ott, « Clinical parameters influencing the results of anterior rhinomanometry in children », *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.*, vol. 279, n° 8, p. 3963-3972, août 2022, doi: 10.1007/s00405-021-07218-1.
- [29] « Rhinomanométrie - un aperçu | Sujets de ScienceDirect ». <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/rhinomanometry> (consulté le 14 août 2022).
- [30] R. Munoz-Cano, J. Bartra, J. Sanchez-Lopez, C. Picado, I. Bissinger, et A. Valero, « Acoustic Rhinometry and Aspirin Nasal Challenge in the Diagnosis of Aspirin-Intolerant Asthma: Clinical Finding and Safety Aspects », *Int. Arch. Allergy Immunol.*, vol. 160, n° 3, p. 307-312, 2013, doi: 10.1159/000341635.

- [31] A. C. C. de Melo, A. de O. de C. Gomes, A. S. Cavalcanti, et H. J. da Silva, « Acoustic rhinometry in mouth breathing patients: a systematic review », *Braz. J. Otorhinolaryngol.*, vol. 81, n° 2, p. 212-218, avr. 2015, doi: 10.1016/j.bjorl.2014.12.007.
- [32] G. F. Wandalsen, A. L. Mendes, F. Matsumoto, et D. Sole, « Acoustic Rhinometry in Nasal Provocation Tests in Children and Adolescents », *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.*, vol. 26, n° 3, p. 156-160, 2016, doi: 10.18176/jiaci.0036.
- [33] A. Uzzaman, D. D. Metcalfe, et H. D. Komarow, « Acoustic rhinometry in the practice of allergy », *Ann. Allergy. Asthma. Immunol.*, vol. 97, n° 6, p. 745-752, déc. 2006, doi: 10.1016/S1081-1206(10)60964-7.
- [34] R. Castano, G. Thériault, D. Gautrin, H. Ghezzi, C. Trudeau, et J.-L. Malo, « Reproducibility of acoustic rhinometry in the investigation of occupational rhinitis », *Am. J. Rhinol.*, vol. 21, n° 4, p. 474-477, août 2007, doi: 10.2500/ajr.2007.21.3039.
- [35] O. Wojas, P. Szczesnowicz-Dabrowska, E. Krzych-Falta, P. Samel-Kowalik, B. Samolinski, et A. Grzanka, « Changes in the cross-sections of the nasal cavity assessed by acoustic rhinometry in the study population as a guideline for attempts to standardize nasal provocation tests », *Postepy Dermatol. Alergol.*, vol. 39, n° 2, p. 347-352, 2022, doi: 10.5114/ada.2021.105361.
- [36] M. T. Dordalet *al.*, « Allergen-specific nasal provocation testing: review by the rhinoconjunctivitis committee of the Spanish Society of Allergy and Clinical Immunology. », *J Investig Allergol Clin Immunol*, vol. 21, n° 1, p. 1-12; quiz follow 12, 2011.
- [37] H. Laborde-Castérot, A. F. Villa, N. Rosenberg, P. Dupont, H. M. Lee, et R. Garnier, « Occupational rhinitis and asthma due to EDTA-containing detergents or disinfectants », *American Journal of Industrial Medicine*, vol. 55, no 8, p. 677-682, 2012, doi: 10.1002/ajim.22036.
- [38] E. Beaudouin, G. Kanny, R. Jankowski, R. Stringini, et D. A. Moneret-Vautrin, « [Occupational allergic rhinitis]. », *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*, vol. 111, no 3, p. 115-119, 1994.
- [39] J. L. Anguita et al., « An occupational respiratory allergy caused by *Sinapis alba* pollen in olive farmers », *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 62, no 4, p. 447-450, 2007, doi: 10.1111/j.1398-9995.2006.01306.x.
- [40] Á. Ferrer, J. Carnés, F. M. Marco, C. Andréu, et E. Fernández-Caldas, « Occupational allergic rhinoconjunctivitis and asthma to goat and cross-reactivity with cow epithelium », *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*, vol. 96, no 4, p. 579-585, 2006, doi: 10.1016/S1081-1206(10)63553-3.
- [41] T. Pirilä et J. Nuutinen, « Acoustic rhinometry, rhinomanometry and the amount of nasal secretion in the clinical monitoring of the nasal provocation test. », *Clin. Exp. Allergy J. Br. Soc. Allergy Clin. Immunol.*, vol. 28, no 4, p. 468-477, avr. 1998, doi: Occupational rhinitis in damp and moldy workplaces.
- [42] H. Laborde-Castérot, N. Rosenberg, P. Dupont, et R. Garnier, « Is the incidence of aliphatic amine-induced occupational rhinitis and asthma underestimated? », *Am J Ind Med*, vol. 57, no 12, p. 1303-1310, déc. 2014, doi: 10.1002/ajim.22373
- [43] A. Krakowiak, U. Ruta, P. Górski, S. Kowalska, et C. Pałczyński, « Nasal lavage fluid examination and rhinomanometry in the diagnostics of occupational airway allergy to



laboratory animals », *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, vol. 16, no 2, p. 125-132, 2003.

[44] M. Desrosiers, B. Nguyen, H. Ghezzi, C. Leblanc, et J.-L. Malo, « Nasal response in subjects undergoing challenges by inhaling occupational agents causing asthma through the nose and mouth », *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 53, no 9, p. 840-848, 1998, doi: 10.1111/j.1398-9995.1998.tb03989.x .

[45] I. M. Sánchez-Guerrero, A. I. Escudero, B. Bartolomé, et R. Palacios, « Occupational allergy caused by carnation (*Dianthus caryophyllus*) », *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 104, no 1, p. 181-185, 1999, doi: 10.1016/S0091-6749(99)70132-6.

[46] M. Hytönen et E. Sala, « Nasal provocation test in the diagnostics of occupational allergic rhinitis. », *Rhinology*, vol. 34, no 2, p. 86-90, juin 1996 .

[47] D. Chloros, L. Sichletidis, G. Kyriazis, E. Vlachogianni, I. Kottakis, et M. Kakoura, « Respiratory effects in workers processing dried tobacco leaves », *Allergologia et Immunopathologia*, vol. 32, no 6, p. 344-351, 2004, doi: 10.1016/S0301-0546(04)79267-8. (association avec le poussier du tabac)

[48] P. García-Ortega, B. Bartolomé, E. Enrique, P. Gaig, et C. Richart, « Allergy to *Diplotaxis erucoides* pollen: Occupational sensitization and cross-reactivity with other common pollens », *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 56, no 7, p. 679-683, 2001, doi: 10.1034/j.1398-9995.2001.00043.x. (comparaison entre le RAST et TPN limite)

[49] T. Pirilä, A. Talvisara, O. P. Alho, et H. Oja, « Physiological fluctuations in nasal resistance may interfere with nasal monitoring in the nasal provocation test. », *Acta Otolaryngol*, vol. 117, no 4, p. 596-600, juill. 1997, doi: 10.3109/00016489709113444.

[50] M. Álvarez Eire, F. Pineda, S. Varela Losada, C. González De La Cuesta, et M. Menéndez Villalva, « Occupational rhinitis and asthma due to cedar arana (*Cedrela catenaeformis* Ducke) wood dust allergy », *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, vol. 16, no 6, p. 385-387, 2006.

[51] M. Grosclaude, S. Balland, E. Jarsaillon, et M. Perrin Fayolle, « [Occupational asthma and rhinitis: challenge tests and nasal hyperactivity: present practice and future perspectives]. », *J Toxicol Clin Exp*, vol. 9, no 1 Suppl Pt 2, p. 7-13, 1989.