

Évaluation de l'ajustement des appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins

AUTEURS :

S. Chazelet¹, M.C. Bayeux-Dunglas², M. Guimon³

1. Département Ingénierie des procédés, INRS

2. Département Études et assistance médicales, INRS

3. Département Expertise et conseil technique, INRS

EN
RÉSUMÉ

Dans son avis du 23 mars 2018, la Société française d'hygiène hospitalière (SF2H) recommande de renforcer la formation des personnels soignants au port d'un appareil de protection respiratoire (APR) de type FFP et d'effectuer des essais d'ajustement afin de choisir le modèle d'APR le plus adapté. Avec l'appui du GERES (Groupe d'étude sur le risque d'exposition des soignants aux agents infectieux), l'INRS a réalisé une campagne d'essais d'ajustement quantitatifs sur 15 sujets et 14 modèles de masques FFP2. Deux dimensions faciales des sujets ont été mesurées et corrélées aux résultats de l'essai d'ajustement. L'étude montre qu'il est plus difficile d'obtenir un bon ajustement pour les visages très petits/fins ou les visages très larges mais une amélioration nette du taux de réussite à l'essai d'ajustement est mesurée lorsque le sujet a l'expérience du port des APR. Ces travaux montrent également que les modèles de masques en forme bec de canard sont globalement plus difficiles à ajuster que les autres.

MOTS CLÉS

Masque / Appareil de protection respiratoire / Équipement de protection individuelle / EPI / Protection individuelle / Personnel soignant / Milieu de soins

Cette étude fait suite à l'enquête, réalisée par le Groupe d'étude sur le risque d'exposition des soignants aux agents infectieux (GERES) entre novembre 2018 et février 2019, auprès des établissements de santé sur les appareils de protection respiratoire dont ils disposent pour protéger leur personnel soignant du risque infectieux aéroporté dans le cadre des précautions complémentaires « air » [1]. Les résultats de cette enquête ont montré que, dans ce cadre, les appareils de protection respiratoire (APR) utilisés dans les établissements de soin étaient bien en grande majorité de type FFP2 (pièce faciale filtrante de niveau 2), comme recommandé par la Société française d'hygiène hospitalière (SF2H) en 2018 [2]. Par ailleurs ces recommandations insistaient sur la nécessité de choisir un masque FFP2 adapté à chaque utilisateur en se basant sur un essai d'ajustement (*fit test* en anglais). Sur ce point, les recommandations ne

sont pas appliquées car la grande majorité de ces établissements ne disposent généralement que d'un seul modèle de masque de type FFP pour l'ensemble du personnel soignant. Par ailleurs, un seul établissement, sur les 258 ayant répondu à l'enquête, a indiqué réaliser des essais d'ajustement [1]. Ces essais d'ajustement ont pour objectif de garantir une protection optimale du porteur du masque. Ils permettent de trouver un modèle de masque qui s'ajuste bien au visage. Ce bon ajustement limite les fuites au visage qui favorisent la pénétration de polluants aéroportés. Ces essais peuvent suivre plusieurs protocoles, comme cela est décrit dans le guide INRS ED 6273 « Protection respiratoire. Réaliser des essais d'ajustement » [3, 4]. Les résultats de l'enquête réalisée par le GERES ont mis en évidence l'utilisation d'un grand nombre de modèles de masques de type FFP dans les établissements de santé. Il est également ressorti de cette enquête que trois formes de

Évaluation de l'ajustement des appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins

masques étaient utilisées : principalement des masques forme bec de canard (70 %) mais également des masques à plis (25 %) et plus rarement des masques forme coquille (5 %). Une précédente étude du GERES sur l'ajustement de ces différentes formes de masques avait montré que la capacité des masques à s'ajuster aux visages était variable en fonction de leur forme [5]. Le taux de réussite à l'essai d'ajustement était supérieur avec les masques à plis par rapport aux masques bec de canard ou coquille. Cette étude avait également montré que, sur un panel de 50 personnels soignants et sur un échantillon de 9 modèles de masques FFP2 de différentes formes, seul un essai d'ajustement sur trois était réussi. Les raisons avancées pour expliquer ce résultat étaient la grande diversité des morphologies des sujets, l'absence, sur plusieurs modèles de masques testés, d'éléments permettant un ajustement au visage (élastique réglable, barrette nasale...) et également le faible niveau de formation des sujets au port des APR et à leur ajustement en particulier.

L'étude présentée dans cet article a pour objectif de poursuivre l'évaluation de la capacité d'ajustement de différents modèles de masques de type FFP en s'intéressant tout particulièrement au lien entre l'ajustement de chaque modèle de masque et les dimensions faciales des sujets.

Les travaux du NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) [6] ont permis de déterminer deux dimensions faciales appropriées pour corrélérer les caractéristiques physiques des sujets avec les résultats des essais d'ajustement. Ces deux dimensions sont la longueur et la largeur du visage, illustrées sur la **figure 1**.

Un panel, nommé *bivariate panel* (panel à deux dimensions), a été construit par le NIOSH [7] sur la base de ces deux mesures permettant de définir 10 « cellules » notées de 1 à 10 regroupant des physiologies faciales voisines, comme le montre la **figure 2**.

Le NIOSH a réalisé des essais d'ajustement quantitatifs pour des sujets de dimensions de visage variables et avec des modèles de masques disponibles en trois tailles (S, M et L) ou en deux tailles (S/M et M/L). Il a montré que les résultats des essais d'ajustement,

dans le cas de trois tailles disponibles, étaient meilleurs :

- avec la taille S pour les cellules 1 à 3 ;
- avec la taille M pour les cellules 4 à 7 ;
- avec la taille L pour les cellules 8 à 10.

De la même manière, lorsqu'un modèle de masque est disponible en deux tailles, il est recommandé de tester en priorité :

- la taille S/M pour les cellules 1 à 6 ;
- la taille M/L pour les cellules 5 à 10.

Figure 1 : Illustration des deux dimensions faciales : longueur et largeur du visage (d'après [7])

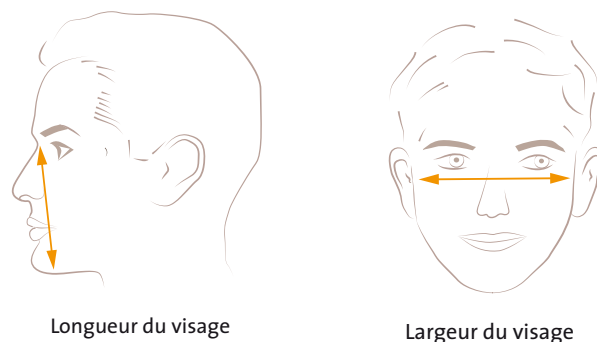
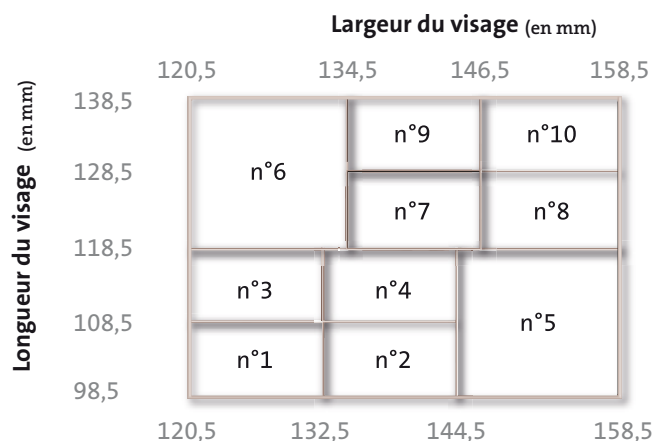


Figure 2 : Panel à deux dimensions (*bivariate panel*) défini par le NIOSH (d'après [7])



Ce panel peut donc *a priori* être utilisé pour pré-sélectionner la taille du masque à tester en priorité lorsque plusieurs tailles sont disponibles.

La campagne d'essais d'ajustement réalisée dans l'étude présente s'est attachée à lier les résultats des essais d'ajustement aux dimensions faciales des sujets tout en étudiant l'effet de la forme du masque, de l'expérience du sujet concernant le port du masque mais aussi du rasage sur l'ajustement.

CAMPAGNE DE MESURE DE L'AJUSTEMENT DES PIÈCES FACIALES FILTRANTES

MODÈLES DE MASQUES TESTÉS

Les modèles de masques FFP2 inclus dans la campagne ont été sélectionnés à partir des réponses des établissements de soin au questionnaire établi par le GERES [1]. Sur les 67 références différentes de masques FFP2 recensées par les 258 établissements qui ont participé à l'enquête sur la base du volontariat, 11 modèles ont été choisis pour l'étude car ils étaient le plus souvent utilisés. Les masques à bec de canard étant les plus présents en milieu hospitalier selon l'enquête du GERES, la sélection réalisée ne contenait que 2 modèles de masques à plis et 1 de forme coquille. Il a donc été décidé d'élargir le panel avec 2 masques coquilles et 1 à plis supplémentaires, utilisés dans d'autres secteurs industriels.

La campagne porte donc finalement sur un échantillon de 14 modèles de masques respiratoires de 3 formes différentes : coquille (3 modèles), à plis (3 modèles), bec de canard (8 modèles).

Parmi ces 14 modèles de masques, seuls deux modèles étaient disponibles en 2 tailles :

- un masque de forme bec de canard, disponible en taille M et en taille S ;
- un masque de forme coquille, disponible en taille M/L et en taille S/M.

SUJETS D'ESSAIS

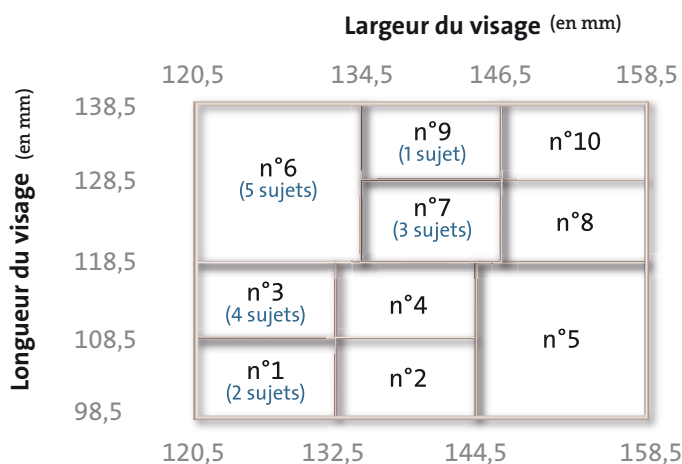
Quinze sujets d'essais ont été sélectionnés. Leur dimensions faciales (longueur et largeur faciales) ont été mesurées au moyen d'un compas céphalique médical et chaque sujet a été affecté à une cellule du *bivariate panel* (figure 3). Par rapport à la variété de dimensions faciales référencées dans le panel du NIOSH, les sujets inclus dans l'étude ont plutôt des visages moyens ou fins. Pour les modèles de masque présentant 2 tailles, la taille testée en premier est celle définie par les travaux du NIOSH.

PROTOCOLE D'ESSAIS D'AJUSTEMENT

Le guide INRS ED 6273 [3] propose deux grandes familles de protocoles d'essai d'ajustement : les essais quantitatifs et les essais qualitatifs. La méthode quantitative est basée soit sur la mesure de la quantité d'aérosol qui pénètre à l'intérieur du masque de type FFP, soit sur la mesure de la perte de pression dans le masque. La méthode qualitative est basée sur la détection par le sujet portant un masque d'une substance présentant un goût amer ou sucré.

Dans les deux cas le sujet d'essai positionne le masque sur son visage, l'ajuste au mieux, respire dedans pendant une période d'acclimatation de quelques minutes puis l'essai commence. Le sujet effectue un certain nombre d'exercices au cours desquels l'ajustement est ensuite vérifié. Dans les protocoles quantitatifs, une

Figure 3 : Nombre de sujets par cellule du panel à deux dimensions du NIOSH



Évaluation de l'ajustement des appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins

mesure est effectuée qui permet de calculer un coefficient d'ajustement qui sera plus ou moins élevé selon la qualité de l'ajustement du masque. Dans les protocoles qualitatifs, le sujet, portant le masque, est environné d'une substance sucrée ou amère et doit indiquer s'il détecte cette substance simplement au goût.

Afin d'obtenir des données précises pour l'exploitation des résultats, un protocole quantitatif par comptage de particules permettant le calcul de coefficients d'ajustement a été utilisé. La mise en œuvre de cette méthode repose sur l'utilisation d'un compteur de particules qui prélève alternativement un échantillon d'air à l'extérieur du masque et à l'intérieur du masque *via* un adaptateur étanche pendant que le sujet effectue les différents exercices.

Le coefficient d'ajustement se calcule ensuite par le rapport des concentrations entre l'extérieur et l'intérieur du masque. Plus le coefficient d'ajustement est élevé meilleur est l'ajustement au visage. L'intérêt de cette méthode est aussi de pouvoir déterminer un coefficient d'ajustement pour chacun des exercices et d'identifier ainsi des postures qui seraient plus à même de générer des fuites entre le masque et le visage du porteur. Les recommandations pour la réalisation d'un essai d'ajustement complet sont d'effectuer les mesures lors de la succession de 8 exercices, d'une durée d'environ 1 minute chacun :

1. respirer normalement ;
2. respirer profondément ;
3. effectuer des mouvements de tête de gauche à droite ;
4. effectuer des mouvements de tête de haut en bas ;
5. parler ;
6. se pencher en avant ;

7. respirer normalement ;

8. exercice de *step* de niveau II.

Dans l'objectif de pouvoir tester un grand nombre de modèles de masques sur un grand nombre de sujets, un protocole réduisant le nombre d'exercices a été mis en place. Ainsi, pour cette étude, seulement 4 exercices (exercices 1, 3, 4 et 5) ont été sélectionnés car ils représentent des gestes courants. L'exercice de parler a été inclus car il conduit généralement à l'obtention d'un coefficient d'ajustement plus faible que pour les autres exercices (déformation du visage et émission de particules au sein du masque) [8].

La mise en œuvre de ce type de protocole d'essai d'ajustement simplifié, en réduisant le nombre d'exercices, a déjà été utilisé dans la littérature lorsqu'un grand nombre de sujets/tests étaient prévus [7].

Lors de chaque exercice (noté *j*), le compteur de particules (Portacount, TSI), installé comme illustré sur la **figure 4**, mesure la concentration en aérosol ambiant à l'extérieur du masque ($C_{e,j,1}$) puis la concentration en aérosol ambiant à l'intérieur du masque ($C_{i,j}$) et à nouveau la concentration en aérosol ambiant à l'extérieur du masque ($C_{e,j,2}$). Le calcul du coefficient d'ajustement (CA_j) pour un exercice se fait ensuite de la manière suivante : $CA_j = [C_{e,j,1} + C_{e,j,2}] / [2 \cdot C_{i,j}]$.

À la fin d'un essai, 4 valeurs de coefficient d'ajustement sont obtenues correspondant aux 4 exercices réalisés, et une moyenne peut être calculée pour l'ensemble de l'essai. C'est la moyenne harmonique des coefficients d'ajustement pour chacun des exercices qui est alors utilisée et calculée comme suit : $CA = 4 / [\sum (1/CA_j)]$, avec CA le coefficient d'ajustement global sur l'ensemble de l'essai et les CA_j les coefficients

Figure 4 : Montage pour la réalisation d'un essai d'ajustement quantitatif par comptage de particules



© M. Marchal/INRS

d'ajustement pour chacun des 4 exercices.

Le critère de réussite à l'essai d'ajustement quantitatif est l'obtention d'un coefficient d'ajustement global supérieur ou égal à 100, en s'assurant que les coefficients d'ajustement pour chacun des exercices sont également supérieurs à 100, comme recommandé dans le guide INRS ED 6273 [3].

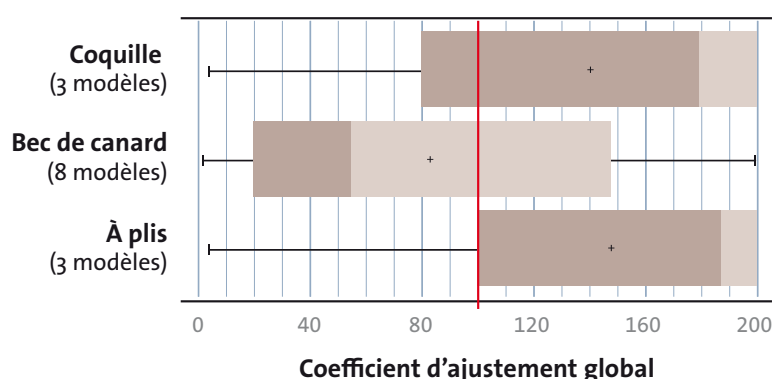
Afin d'évaluer la variabilité des résultats en fonction de la pose du masque, le sujet réalise 3 essais d'ajustement avec une nouvelle pose à chaque fois pour un même masque. Au total, chaque sujet effectue 42 essais d'ajustement (3 essais d'ajustement sur chacun des 14 modèles de masques) en 1 journée et demie environ.

RÉSULTATS DES ESSAIS D'AJUSTEMENT

Les résultats des essais d'ajustement sont présentés sous la forme de coefficients d'ajustements globaux en fonction de différents paramètres :

- la forme du masque (coquille, bec de canard, à plis) ;
- les dimensions du visage en lien avec le *bivariate panel* du NIOSH ;
- l'expérience du port d'un APR ;
- le rasage.

Figure 5 : Distributions des valeurs de coefficient d'ajustement global obtenues pour les 3 formes de masque



Pour chaque paramètre d'influence les résultats sont présentés d'une part sous forme de boîtes à moustache qui illustrent les valeurs extrêmes, les différents quartiles de chacune des distributions et d'autre part sous forme de tableaux avec les valeurs numériques clés des distributions et les taux de réussite aux essais d'ajustement. Sur chaque figure, la valeur limite de coefficient d'ajustement pour la réussite d'un essai d'ajustement, égale à 100, est matérialisée en rouge et les valeurs supérieures à 200 ne sont pas représentées.

EFFET DE LA FORME DU MASQUE

L'ensemble des résultats de coefficients d'ajustement sont regroupés en 3 distributions, chacune contenant les valeurs obtenues pour une forme de masque sur la totalité des tests effectués sur les 15 sujets.

La figure 5 présente l'étendue de ces distributions et le tableau I les valeurs clés. Il apparaît sur la figure 5 que les valeurs médianes de coefficient d'ajustement global pour les modèles coquille ou à plis sont supérieures à la limite de 100 correspondant à un bon ajustement alors que celles des modèles bec de canard sont inférieures à 100.

Les données, regroupées dans le tableau I, mettent en évidence la grande dispersion des résultats parmi les sujets et ce, quelle que soit la forme du masque. Pour un sujet donné et pour une même forme de masque, l'ajustement peut être bon avec un modèle et mauvais avec un autre.

Le taux de réussite à l'essai d'ajustement, qui se calcule comme le rapport entre le nombre d'essais d'ajustement réussis (CA>100) et le nombre total d'essais d'ajustement réalisés, est précisé en fonction de la forme du masque dans le tableau II

↓ Tableau I

> CARACTÉRISTIQUES DES DISTRIBUTIONS DE COEFFICIENTS D'AJUSTEMENT GLOBAUX (CA) EN FONCTION DE LA FORME DU MASQUE

	Coquille (3 modèles)	Bec de canard (8 modèles)	À plis (3 modèles)
Nombre de valeurs de CA obtenues	130	354	135
Moyennes arithmétique des CA	140,5	82,3	147,4
Écart-type des CA	69,7	71,6	66,9
Valeur médiane des CA	177,6	54,5	186,2
Valeur minimale des CA	4,4	1,6	3,4

↓ Tableau II

> TAUX DE RÉUSSITE À L'ESSAI D'AJUSTEMENT SUR L'ENSEMBLE DES SUJETS POUR CHAQUE FORME DE MASQUE

	Coquille (3 modèles)	Bec de canard (8 modèles)	À plis (3 modèles)
Taux de réussite à l'essai d'ajustement (CA>100) à la 1 ^{re} pose	73,3 %	32,5 %	66,7 %
Taux de réussite à l'essai d'ajustement (CA>100) sur les 3 poses	69,7 %	33 %	73,3 %

pour la 1^{re} pose seule et pour les 3 poses.

Le taux de réussite à l'essai d'ajustement, calculé sur l'ensemble des 15 sujets testés, est plus élevé pour les masques de forme à plis ou coquille que pour les masques bec de canard. Ce résultat est en accord avec celui de Ciotti [5].

Par ailleurs, la variabilité entre les résultats obtenus à la première pose et sur les 3 poses est très faible. La manière dont le sujet ajuste le masque à la première pose est représentative de celle avec

laquelle il ajustera le masque lors des poses suivantes.

EFFET DES DIMENSIONS FACIALES DES SUJETS

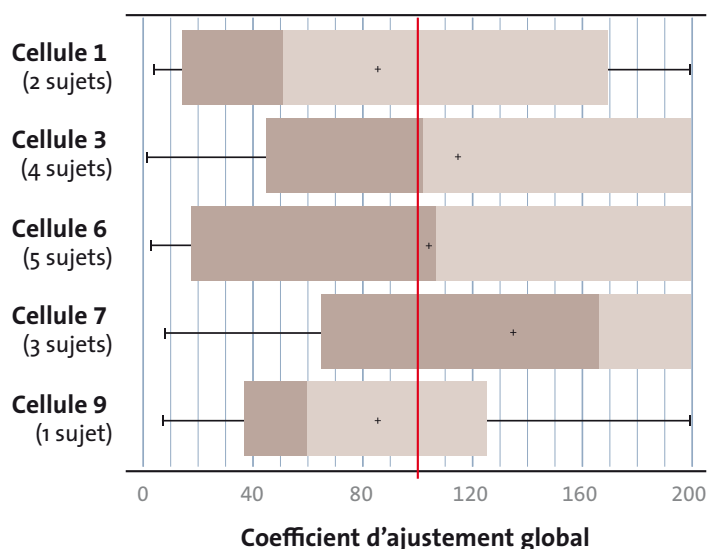
Les données sont représentées sur la figure 6 page suivante en fonction des dimensions faciales des sujets.

Les valeurs clés de chaque distribution de coefficients d'ajustement par cellule sont données dans le tableau III page suivante.

Les valeurs médianes et les moyennes arithmétiques sont bien

Évaluation de l'ajustement des appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins

Figure 6 : Distribution des valeurs de coefficient d'ajustement global obtenues par cellule de dimensions faciales



↓ Tableau III

➤ CARACTÉRISTIQUES DES DISTRIBUTIONS DE COEFFICIENTS D'AJUSTEMENT GLOBAUX (CA) EN FONCTION DES DIMENSIONS FACIALES DES SUJETS

	Cellule 1	Cellule 3	Cellule 6	Cellule 7	Cellule 9
Nombre de valeurs de CA obtenues	84	165	209	120	42
Moyennes arithmétiques des CA	84,8	114,2	103,7	135	85
Écart-type des CA	76,3	74,2	81	67,7	62
Valeur médiane des CA	50,6	101,8	106,9	166,6	59,2
Valeur minimale des CA	3,2	1,6	3	8	6,3

↓ Tableau IV

➤ TAUX DE RÉUSSITE À L'ESSAI D'AJUSTEMENT EN FONCTION DES DIMENSIONS FACIALES DES SUJETS

	Cellule 1	Cellule 3	Cellule 6	Cellule 7	Cellule 9
Taux de réussite à l'essai d'ajustement (CA>100) à la 1 ^{re} pose	32,1 %	54,5 %	42,9 %	67,5 %	42,9 %
Taux de réussite à l'essai d'ajustement (CA>100) sur les 3 poses	35,7 %	50,3 %	50 %	65,8 %	35,7 %

inférieures pour les cellules 1 et 9. Cela montre qu'un bon ajustement est plus difficile à obtenir pour les sujets ayant des dimensions de visage extrêmes (cellules 1 et 9). Pour ces sujets, la valeur médiane du coefficient d'ajustement est largement inférieure à 100. Par contre pour les autres cellules, cette valeur médiane est toujours supérieure à 100.

Globalement les taux de réussite à l'essai d'ajustement par cellule, regroupés dans le **tableau IV**, sont nettement plus faibles pour les cellules 1 et 9 que pour les autres cellules.

La grande majorité des modèles testés ne sont disponibles qu'en taille unique correspondant à une taille moyenne. Cela pose clairement un problème pour les sujets ayant un petit/fin visage (cellule 1 du *bivariate panel*), pour lesquels l'ajustement est très compliqué voire impossible du fait des dimensions de certains modèles de masques qui baillent sous le menton par exemple. Lorsqu'une taille S était disponible (modèle de masque n° 1 et 7), cette taille a été privilégiée lors de l'essai d'ajustement pour les sujets des cellules 1 et 3 en particulier. Les taux de réussite à l'essai d'ajustement pour le masque n° 1, qui est un masque bec de canard, et pour le masque n° 7, qui est un masque coquille, sont respectivement de 33,3 % et 64,3 %. En comparaison, le taux de réussite pour l'ensemble des modèles de masques bec de canard est égal à 33 % et celui pour l'ensemble des modèles coquille est de 69,7 %. Il apparaît donc que, pour ces deux modèles de masques, le fait d'être disponible en deux tailles n'améliore pas les résultats aux essais d'ajustement.

Les taux de réussite à l'essai d'ajustement ont été calculés pour les différentes cellules du *bivariate*

↓ **Tableau V**

➤ **TAUX DE RÉUSSITE À L'ESSAI D'AJUSTEMENT SUR LES 3 POSES EN FONCTION DES DIMENSIONS FACIALES DES SUJETS POUR LES DIFFÉRENTES FORMES DE MASQUE**

	Cellule 1 (2 sujets)	Cellule 3 (4 sujets)	Cellule 6 (5 sujets)	Cellule 7 (3 sujets)	Cellule 9 (1 sujets)
Coquille (3 modèles)	50 %	68,1 %	73,3 %	85,2 %	66,7 %
Bec de canard (8 modèles)	27,1 %	35,4 %	32,5 %	46,8 %	8,3 %
À plis (3 modèles)	44,4 %	72,2 %	73,3 %	92,6 %	77,8 %

panel pour chacune des formes de masque. Le **tableau V** regroupe ces résultats.

Pour toutes les cellules de dimensions faciales, la conclusion est la même : le taux de réussite est plus élevé avec les masques à plis ou coquille qu'avec ceux en bec de canard.

EFFET DE L'EXPÉRIENCE AU PORT DU MASQUE

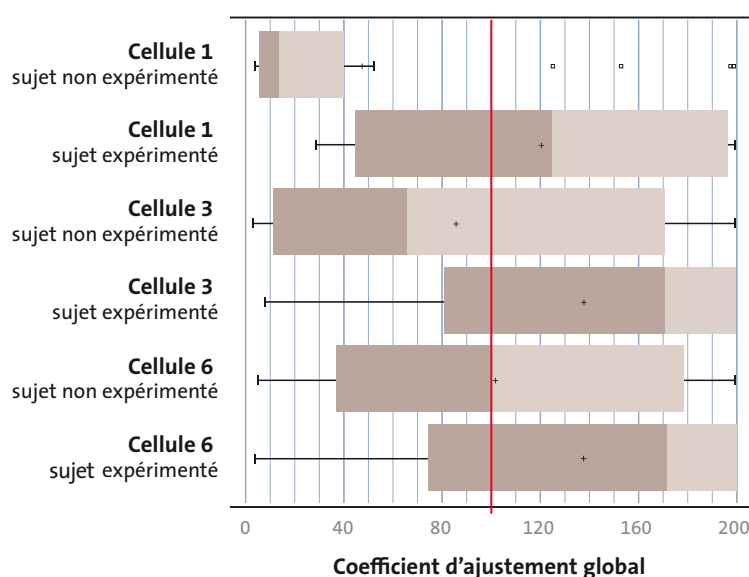
Parmi les 15 sujets intégrés dans la campagne, 3 paires ont pu être identifiées dans 3 cellules différentes. Chacune de ces paires de sujets comprend un sujet ayant l'expérience du port des APR et un sujet non expérimenté. Une comparaison des résultats des essais d'ajustement entre sujet expérimenté et sujet non expérimenté a été réalisée et est présentée **figure 7**. Les valeurs numériques des distributions de coefficient d'ajustement sont données dans le **tableau VI** et les taux de réussite dans le **tableau VII**.

Il apparaît sur ces résultats que l'expérience du port de masque génère une forte augmentation du taux de réussite à l'essai d'ajustement. Les sujets expérimentés positionnent le masque correctement, dès la première pose. Ils l'ajustent mieux, contrôlent systématiquement et de manière spontanée l'ajustement et identifient généralement très vite lorsqu'un masque est mal ajusté ou ne pourra pas bien s'ajuster.

EFFET DU RASAGE

Des essais d'ajustement complémentaires ont été réalisés avec un sujet masculin dont les dimensions faciales appartiennent à la cellule 7 (pour laquelle le taux de réussite aux essais d'ajustement est plus élevé que pour les autres cellules). Le sujet en question a effectué des essais d'ajustement avec 3 modèles de masques (dont un supplémentaire,

Figure 7 : Distribution de valeurs de coefficient d'ajustement global en fonction du niveau d'expérience du port du masque



↓ **Tableau VI**

➤ **CARACTÉRISTIQUES DES DISTRIBUTIONS DE COEFFICIENTS D'AJUSTEMENT GLOBAUX (CA) EN FONCTION DE L'EXPÉRIENCE (EXP.) DES SUJETS DU PORT DU MASQUE**

	Cellule 1		Cellule 3		Cellule 6	
	Sujet sans exp.	Sujet exp.	Sujet sans exp.	Sujet exp.	Sujet sans exp.	Sujet exp.
Nombre de valeurs de CA obtenues	42	42	42	42	42	42
Moyennes arithmétiques des CA	48,7	120,7	85,6	138	101,8	137,8
Écart-type des CA	69	65,7	78	68,6	69,8	71,9
Valeur médiane des CA	14,2	125,1	65,9	171,2	99,5	172,2
Valeur minimale des CA	3,5	29,2	1,6	15,3	4,4	3,7

↓ **Tableau VII**

➤ **TAUX DE RÉUSSITE À L'ESSAI D'AJUSTEMENT EN FONCTION DE L'EXPÉRIENCE (EXP.) AU PORT DE MASQUE**

	Cellule 1		Cellule 3		Cellule 6	
	Sujet sans exp.	Sujet exp.	Sujet sans exp.	Sujet exp.	Sujet sans exp.	Sujet exp.
Taux de réussite à l'essai d'ajustement (CA>100) à la 1 ^{re} pose	14,3 %	50 %	28,6 %	78,6 %	21,4 %	71,4 %
Taux de réussite à l'essai d'ajustement (CA>100) sur les 3 poses	19 %	52,4 %	35,7 %	66,7 %	47,6 %	71,4 %

Évaluation de l'ajustement des appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins

Figure 8 : Port du masque avec une barbe de 3 jours (sujet 1)



à plis, de classe FFP3) en portant une barbe de 3 jours, comme illustré sur la [figure 8](#). Les résultats de la comparaison des coefficients d'ajustement entre le même sujet rasé et avec une barbe de 3 jours sont donnés sur la [figure 9](#).

Ces résultats montrent que la présence d'une barbe, même de quelques jours, dégrade l'ajustement qui n'est plus du tout maîtrisé. Selon le modèle de masque la chute du coefficient d'ajustement est variable mais peut être très importante, comme c'est le cas pour le modèle bec de canard qui s'ajustait très bien au visage du sujet rasé. Un ajustement correct d'un demi-masque de type FFP2 ne peut donc être obtenu sans un rasage préalable.

CONFORT

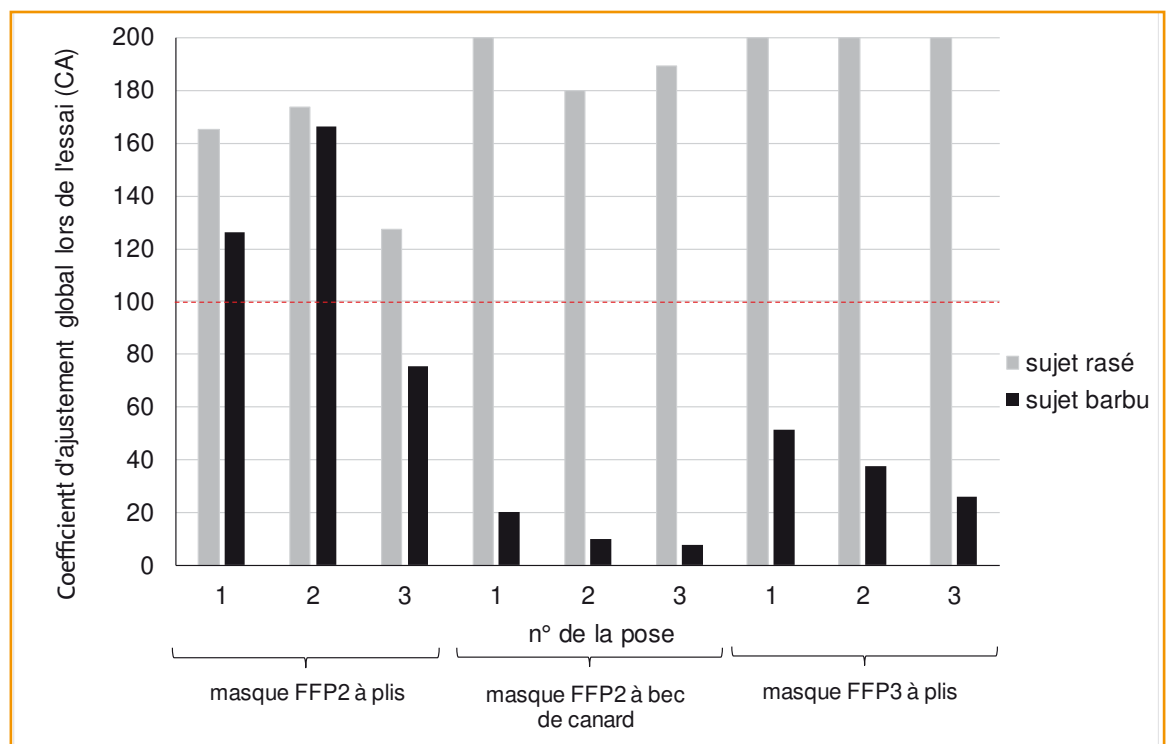
Comme indiqué dans l'ED 6273 [3], la mesure du coefficient d'ajustement garantit que le masque respiratoire s'ajuste bien au visage du porteur mais cela ne signifie pas forcément que le modèle de masque sélectionné sera suffisamment confortable pour être

toléré par le porteur. Le [tableau VIII](#) regroupe quelques exemples de commentaires négatifs sur le confort de certains masques pour lesquels les sujets interrogés avaient validé l'essai d'ajustement. Ces exemples montrent que, même si l'essai d'ajustement est réussi, le masque n'est pas forcément adapté au porteur du fait de la présence de lunettes ou d'une sensibilité cutanée ou encore du besoin de confort respiratoire propre à chacun.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les résultats de cette étude ont permis de tester l'ajustement d'un grand nombre de modèles de masques sur des sujets de dimensions faciales variées

Figure 9 : Coefficient d'ajustement global pour 3 poses et 3 modèles de masque pour un sujet masculin rasé et le même sujet barbu



↓ Tableau VIII

➤ EXEMPLES DE REMARQUES DES SUJETS SUR LE CONFORT DE CERTAINS MODÈLES DE MASQUE

Numéro de sujet (numéro de cellule du panel NIOSH)	Coefficient d'Ajustement global (CA) <i>Forme de masque</i>	Commentaire du sujet après avoir porté le masque pendant 15 min
2 (cellule 6)	173 <i>bec de canard</i>	« Il m'écrase le nez. Je suis obligé de respirer par la bouche. »
1 (cellule 7)	200 <i>à plis</i>	« Ce masque est trop serré, c'est un appareil de torture. »
4 (cellule 3)	181 <i>coquille</i>	« Je louche car mes lunettes sont mal positionnées. Je suis obligée d'enlever mes lunettes. »
7 (cellule 1)	153 <i>à plis</i>	« Le masque me rentre presque dans les yeux quand je baisse la tête. »
8 (cellule 6)	200 <i>à plis</i>	« Il tient bien chaud celui-là. C'est le masque d'hiver. C'est difficile de parler avec. »
8 (cellule 6)	156 <i>à plis</i>	« La mousse n'est pas assez souple sur le nez. On sent la barrette en métal. Je ne pourrais pas le porter 1h. »
11 (cellule 9)	200 <i>à plis</i>	« Il m'écrase le nez. Le tissu est toujours en contact avec la peau. Soit tu parles, soit tu respire. La languette en dessous m'étrangle. »
9 (cellule 1)	182 <i>coquille</i>	« Je ne peux pas porter mes lunettes de vue et lorsque je baisse la tête, il me rentre dans l'œil. »
6 (cellule 3)	200 <i>coquille</i>	« Il me fait loucher. Ça épuise de respirer avec. Et il pique dans tous les sens. Si j'avais pu, je l'aurais enlevé. »

Du fait de leur fréquente utilisation en milieu de soins, de nombreux modèles de masques bec de canard ont été testés avec des résultats très hétérogènes selon le *design* du modèle mais globalement bien inférieurs aux résultats obtenus pour les modèles coquille ou à plis. Cette conclusion s'applique à l'ensemble des sujets quelles que soient les dimensions de leur visage.

Il a néanmoins été montré que les résultats des essais d'ajustement étaient bien meilleurs pour les visages « de taille moyenne » (cellules 3, 6 et 7) que pour ceux très petits (cellule 1) et très large (cellule 9). Une attention particulière devrait donc être apportée lors du choix des masques pour des salariés dont les dimensions du visage appartiennent à ces deux dernières cellules.

Peu de données ont été obtenues sur l'effet de la taille du masque du fait du très faible nombre de modèles présents en plusieurs tailles et utilisés actuellement dans les établissements de soins. Dans l'étude présente, pour les modèles

testés, le bénéfice de différentes tailles n'a pas été démontré. Des études complémentaires seraient nécessaires pour explorer ce point. L'étude a par ailleurs montré que les sujets ayant une bonne expérience du port des masques respiratoires avaient un meilleur taux de réussite aux essais d'ajustement.

Les essais, même s'ils ne portent que sur un seul sujet, confirment également l'importance du rôle du rasage sur l'ajustement d'un masque FFP. Ces conclusions montrent l'importance de la formation au port d'un APR.

L'ensemble de ces résultats confirme la nécessité de disposer de différents modèles de masques FFP2 en milieu de soins afin de déterminer, par l'intermédiaire d'essais d'ajustement, le modèle de masque adapté à chacun.

Une stratégie en deux étapes pourrait être envisagée pour les établissements de soins qui doivent engager une campagne d'essais d'ajustement pour un grand nombre de salariés. L'objectif de la première étape serait de sélectionner un petit nombre de modèles

de masques à partir d'essais d'ajustement simplifiés, tels que réalisés dans cette étude, sur un panel de sujets. Ces modèles de masques seraient proposés dans une deuxième étape à l'ensemble des salariés pour un essai d'ajustement complet. En effet, seuls les protocoles complets, validés selon l'ANSI Z88.10 [9], permettent de statuer sur l'ajustement au visage. De manière plus détaillée, la stratégie proposée pourrait s'inspirer des travaux de Lee [10] :

Étape 1 :

- Sélectionner un petit nombre de salariés (<50) de dimensions faciales variées au sein du *bivariate panel* du NIOSH.
- Sélectionner un petit nombre de modèles de masques (au moins 3) parmi ceux couramment utilisés par les établissements de soins (référencés sur le site du GERES), en incluant au moins deux formes de masques différentes.
- Réaliser des essais d'ajustement simplifiés selon le protocole décrit au paragraphe *Protocole d'essais d'ajustement* (pp. 55-56).

Évaluation de l'ajustement des appareils de protection respiratoire de type pièce faciale filtrante (FFP) utilisés en milieu de soins

- Analyser les résultats afin de sélectionner 2 ou 3 modèles de masques pour lesquels :
 - le taux de réussite aux essais d'ajustement simplifiés est le plus élevé ;
 - le confort est bon.

Étape 2 :

- Réaliser les essais d'ajustement complets, sur l'ensemble des salariés amenés à porter cet équipement de protection individuelle (EPI) et pour les 2 ou 3 modèles de masque choisis à l'étape 1, selon l'un des protocoles décrits dans le guide INRS ED 6273 [3].

POINTS À RETENIR

- Chaque sujet peut trouver un modèle de masque qui s'ajuste à son visage.
- Néanmoins :
 - il existe une grande variabilité des résultats à l'essai d'ajustement pour un même modèle de masque en fonction du sujet ;
 - les masques bec de canard sont plus difficiles à ajuster ;
 - les sujets dont les visages ont des dimensions très petites ou très larges ont plus de difficultés à trouver un modèle qui s'ajuste bien à leur visage ;
 - un masque peut être bien ajusté mais trop inconfortable pour être porté correctement.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | PELLISSIER G, LOLOM I, BALTU I, SIMON L ET AL. - Appareils de protection respiratoire utilisés dans les établissements de santé français dans le cadre des précautions « air » en 2018. *Vu du terrain TF 278. Réf Santé Trav.* 2020 ; 161 : 67-74.
- 2 | Avis N° 2018-01/SF2H du 23 mars 2018 relatif au choix et à l'utilisation adaptée d'un appareil de protection respiratoire. Société française d'hygiène hospitalière (SF2H), 2018 (<https://www.sf2h.net/publications/avis-n-2018-01-sf2h-du-23-mars-2018-relatif-au-choix-et-a-lutilisation-adaptee-dun-appareil-de-protection-respiratoire>).
- 3 | CHAZELET S, GUIMON M - Protection respiratoire. Réaliser des essais d'ajustement. Aide-mémoire technique. Édition INRS ED 6273. Paris : INRS ; 2016 : 20 p.
- 4 | GUIMON M, CHAZELET S - Ajustement des appareils de protection respiratoire. Mise au point TP 33. *Ref Santé Trav.* 2019 ; 158 : 109-16.
- 5 | CIOTTI C, PELLISSIER G, RABAUD C, LUCET JC ET AL. - Effectiveness of respirator masks for healthcare workers, in France. *Méd Mal Infect.* 2012 ; 42 (6) : 264-69.
- 6 | ZHUANG Z, COFFEY CC, BERRY ANN R - The effect of subject characteristics and respirator features on respirator fit. *J Occup Environ Hyg.* 2005 ; 2 (12) : 641-49.
- 7 | ZHUANG Z, GROCE D, AHLERS HW, ISKANDER W ET AL. - Correlation between respirator fit and respirator fit test panel cells by respirator size. *J Occup Environ Hyg.* 2008 ; 5 (10) : 617-28.
- 8 | CRUTCHFIELD CD, FAIRBANK EO, GREENSTEIN SL - Effect of test exercises and mask donning on measured respirator fit. *Appl Occup Environ Hyg.* 1999 ; 14 (12) : 827-37.
- 9 | Respirator Fit Testing Methods. ANSI/AIHA Z88.10-2010. Fairfax : American Industrial Hygiene Association (AIHA) ; 2010 : 40 p.
- 10 | LEE K, SLAVCEV A, NICAS M - Respiratory protection against Mycobacterium tuberculosis: quantitative fit test outcomes for five type N95 filtering-facepiece respirators. *J Occup Environ Hyg.* 2004 ; 1 (1) : 22-28.