



Comment choisir un matériel spirométrique portable?

Le rapide développement des matériels spirométriques portatifs proposés aux professionnels de santé rend difficile un choix, tant les caractéristiques peuvent sembler différentes et les arguments de vente percutants. *Info Respiration* a sollicité Alain Perdrix et al. pour y voir plus clair.



Il nous a semblé indispensable de pouvoir résumer les critères de choix principaux, permettant ainsi d'établir des avis comparatifs. Il faut reconnaître que l'évolution de l'appareillage va vers une validation qui répond aux exigences ATS et CECA pour les caractéristiques minimales. D'où l'intérêt de publications ou de mises à jour régulières sous forme de tableaux comparatifs (1) ou de celle publiée fin 2001 (2).

Définition du champ d'utilisation d'un matériel spirométrique portable (3, 4)

Il s'inscrit dans :

- la possibilité d'un diagnostic précoce de manifestations fonctionnelles respiratoires, essentiellement l'approche d'un trouble ventilatoire obstructif, notamment au niveau bronchiolaire;
- la mesure de la variabilité des paramètres d'un même sujet à des temps différents sur une même journée, plusieurs semaines...;
- la surveillance d'une personne malade,

traitée ou non. Le caractère portable autorise par excellence des inventaires à domicile et sur les lieux de travail. Il n'est pas dans notre propos de redéfinir ici les acteurs susceptibles

de réaliser de tels enregistrements spirométriques ni d'établir un argumentaire sur l'utilité ou les critiques concernant l'emploi de filtres précapturs.

de réaliser de tels enregistrements spirométriques ni d'établir un argumentaire sur l'utilité ou les critiques concernant l'emploi de filtres précapturs.

Définition de la gamme de matériels

Sont inclus dans la présentation suivante les spiromètres ayant un écran de contrôle et dont la fonction est en temps réel : ces deux points sont fondamentaux. Ainsi sont exclus les appareils réalisant une débitmétrie de pointe seule. Sont également exclus les appareils permettant la mesure de CVF, VEMS et PEF sans aucun contrôle visuel avec simple affichage digital des chiffres. En effet, la qualité de l'expiration forcée doit être vérifiée en permanence et en temps réel. Il est inutile de rappeler que la réalisation du VEMS est fondamentalement différente de celle du débit de pointe.

Actuellement, tous les matériels disponibles ont des capteurs débitométriques, avec de très nombreuses variantes (*cf. ci-après*).

Le recueil des données et le rendu final peuvent être réalisés sur place. Mais il est intéressant d'avoir un minimum de mémoire pour un transfert secondaire sur PC avec un logiciel adapté. Certains appareils spirométriques sont directement branchés sur un PC portable. D'autres le

sont sur un PC fixe mais, dans ce cas, il faut reconnaître l'absence du caractère portable.

Le choix du type de capteur débitométrique

Le principe est de mesurer des débits instantanés à chaque moment de la réalisation de la courbe débits/volumes. C'est l'intégration dans le temps qui permet le calcul des volumes et, bien sûr, des débits. Les capteurs de type Fleisch (régime laminaire) ou de type Lilly (régime turbulent) ont toujours été considérés comme des références, avec l'obligation de thermostatier le capteur pour éviter les condensats dus aux expirations forcées (saturées à 100 % de vapeur d'eau) sur des parois métalliques d'une température inférieure à 34 °C. Ce défaut de réchauffement stable du capteur a été à l'origine de nombreuses dérives du signal enregistré par trop d'appareils mis sur le marché. Durant beaucoup d'années, cet argument a été également à l'origine de critiques concernant d'autres types de capteurs non thermostatés, que ce soit ceux reposant sur le principe piezo-électrique (avec vortex) par la vibration d'un cristal ultrasonique, du fil chaud à double thermistance, d'une turbine à ailette et bien sûr le principe Venturi. Ces critiques ont été justes très longtemps. Mais les progrès technologiques de ces vingt dernières années ont permis deux approches souvent associées. Soit celle consistant à capter des signaux et redresser la distorsion des débits afin de rendre une linéarité rigoureuse (évolution rapide de la technologie en microélectronique); soit celle utilisant des matériaux particuliers évitant le phénomène de condensation : les ailettes en kevlar ou en carbone des turbines, les grilles de type Lilly ou apparentées recouvertes d'un métal antidéposition de l'humidité. Ces évolutions technologiques ont été analysées par plusieurs auteurs et

sont rappelées dans les résultats du banc d'essai utilisé à Grenoble depuis 22 ans (2). Plus étonnants sont les capteurs à ultrasons par utilisation de l'effet Doppler, principe intéressant sur le plan technologique et certainement à suivre.

Il n'empêche que les analyses extrêmement précises de la fiabilité de ces différents capteurs doivent être poursuivies. En effet, dans notre expérience, nous avons invalidé dix-sept variétés d'appareils, la plupart en prototype, d'autres en voie de commercialisation, montrant par

moins l'exigence d'une réalisation technique impeccable, l'obligation de bien connaître les caractéristiques de l'appareil pour être le plus performant. Un signal mal donné car mal réalisé est rédhibitoire, même si l'appareillage permet une multitude de fonctions et de calculs.

4. Contrôle visuel instantané en temps réel de la courbe sur écran de l'appareil lui-même ou sur celui du PC auquel il serait relié.

5. Déclenchement et arrêt automatique (fonction d'un débit minimal pour éviter le cumul de flux parasites), avec un temps d'enregistrement d'au moins 15, voire 20, secondes.

6. Fiabilité et reproductibilité des capteurs à $\pm 3\%$ pour la CVF et le VEMS (inférieur à 50 ml en valeur absolue) et à $\pm 5\%$ pour le DEM 25/75 et le DEP (inférieur à 100 ml en valeur absolue) (5). À ce sujet se pose bien la difficulté de la dérive du capteur lors du banc d'essai et des variations hygrométriques. Les vingt-quatre courbes de référence données par le système compressif piloté par ordinateur (recommandé par l'ATS), même

nécessaire » ne contredit surtout pas l'utilité de vérifier la calibration afin d'être sûr que le capteur ne dérive pas du fait de sécrétions inappropriées, débris de cartons, etc., ensemble de facteurs amplement modifiés depuis l'utilisation de filtres précapteurs.

8. Pouvoir intégrer les caractéristiques de variation de température et de pression atmosphérique.

9. Pouvoir intégrer les caractéristiques ethniques. Les références sont celles de la CECA en Europe pour les Caucasiens. Mais nous connaissons bien la variation due aux caractéristiques ethniques. Se référer aux données publiées par Hankinson (6) ou Cotes (7), reprises par Quanjer (5). Mais en pratique, grandes sont les difficultés d'appréciation des coefficients de correction à apporter pour chaque sujet!

10. Capteur à nettoyage et stérilisation aisés, même si les filtres précapteurs sont d'utilisation plus courante.

11. Paramètres de base en nombre juste suffisants comme CVF, VEMS, DEM 25/75 et leurs ratios respectifs, DEP. Qu'apportent fondamentalement les vingt ou trente paramètres supplémentaires parfois proposés?

12. Mémoire de 50 à 1 000 enregistrements différents pour plus de facilité dans la gestion des données, avec obligation de vider régulièrement la mémoire sur un appareil réellement de stockage comme un PC.

13. Impression des résultats par imprimante intégrée, ou après sortie sur l'imprimante connectée, ou enfin par l'imprimante du PC.

14. De ce fait, intérêt d'un raccord possible avec un micro-ordinateur pour la gestion des comptes rendus, les études comparatives ultérieures par rapport à un même sujet ou un groupe de sujets.

15. Prix de revient faible par sujet et pour un prix d'achat, en 2003, inférieur à 3 700 euros hors taxe, sachant que de nombreux appareils de qualité sont à moins de 2 500 euros. Pour l'instant, il n'existe pas d'unité complète à moins de 1 500 euros. Les seuls qui ont un rapport qualité/prix correct sont des capteurs branchés directement sur un module multiactivités ou sur PC.



à l'intérêt de « trier » les caractéristiques et les fiabilités intrinsèques des appareils.

Définir des critères pour le choix d'un appareil en accord avec les recommandations ATS et CECA?

Différents points ont été listés. Ils font partie des caractéristiques à étudier systématiquement.

- 1. Robuste et portable:** (et non seulement transportable).
- 2. Programme simple:** c'est-à-dire rapidité pour rentrer les caractéristiques du sujet et pouvoir passer au patient suivant tout en imprimant les résultats du précédent.
- 3. Utilisation par un personnel varié après formation.** Il ne demeure pas

avec le matériel de deuxième génération (avec humidification de l'air), ne représentent pas réellement les principes d'humidification d'un humain. C'est l'intérêt de réaliser également une vérification avec un passage de trente sujets normaux et trente sujets obstructifs sur l'appareil à tester par comparaison avec un appareil de référence. Une des difficultés est de connaître la dérive du capteur dans le temps en lien avec le mauvais vieillissement du matériel.

7. Permettre au moins un calibrage par seringue volumétrique étalon de trois litres une fois par semaine au minimum (ATS) ou à chaque remise en route de l'appareillage. L'argument de vente qui affirme « pas de calibration



Tableau I – Caractéristiques principales de différents matériels commercialisés de prix inférieurs à 3700 €

NOM COMMERCIAL	CAPTEUR TYPE ⁽¹⁾	TAILLE ÉCRAN ⁽²⁾	CORRECTION ÉTALONNAGE ⁽³⁾	MODES D'IMPRESSION (en cm)	STOCKAGE DES DONNÉES
AUTOSPIRO PAL ^(*)	Double thermistance	20 x 25 cm	oui	thermique A4	disquette 32 patients
PONY GRAPHIC	Turbine à ailettes	8 x 6 cm	non	jet d'encre (largeur 6 cm)	200 tests
MICROLAB ^(*)	Turbine à ailettes	6 x 4,2 cm	oui	thermique (largeur = 11 cm) et encre/A4	1000 patients + tests
MICROLOOP ^(*)	Turbine à ailettes	6 x 4,2 cm	oui	encre/A4	1000 patients + tests
DATOSPIR 120 ⁽⁵⁾	Fleisch thermostaté	12 x 9 cm	oui	thermique 11 cm et encre/A4	150 et 500 (option)
SPIRO ANALYSEUR Alpha III	PT Fleisch non thermostaté	12 x 4 cm	oui	thermique (largeur ≈12 cm)	non
SPIRO ANALYSEUR Spirotrac Lite	PT Fleisch que digital non thermostaté	≈ 10 x 3	non	sur PC	transfert PC
SPIROLYSER SPL 10	PT type Fleisch thermostaté, raccord PC	que sur PC	oui	sur PC A4 encre	transfert PC
SPIROLYSER SPL 50 ^(*)	PT type Fleisch thermostaté	16 x 4,4 cm	oui	thermique rapide (largeur 6 cm)	150
SPIROLYSER X 5 ^(*)	PT Fleisch numérique thermostaté	12 x 9 cm	oui	thermique 11,2 cm	≈ 1000
SPIRO ANALYSEUR ST 95	Fleisch thermostaté	6 x 4 cm	oui	thermique (largeur 6 cm)	100 examens complets
SPIRO ANALYSEUR ST 75	Lilly	9 x 9 cm	oui	thermique (largeur 6 cm)	150 examens complets
CHEST GRAPH HI 701 ^(*)	PT Lilly nouvelle génération non thermostaté	12 x 9 cm	oui	thermique 11,2 cm ou encre A4	10
SPIROVIT SP I	SP 150 PT usage unique non thermostaté SP 20 réutilisable	10 x 4 cm	oui	thermique 9 cm	100 (option)
SPIROVIT SP 10	PT Lilly ou Fleisch non thermostaté	22 x 16 cm	oui	thermique format A4	100
SPIROBANK G	Turbine à ailettes carbone	6 x 1,5 cm	oui	connexion directe possible sur imprimante A4	300
SPIROLAB II ^(*)	Turbine à ailettes carbone	12 x 8 cm couleur	oui	thermique (largeur 11 cm) ou connexion/imprimante A4	300
SPIRODYN-R	PT Lilly non thermostaté Fleish 1 usage pédiatrique	que sur PC	oui	sur PC	transfert PC
EASY ONE ⁽⁵⁾	Capt. ultrasonique	6 x 2,5 cm	oui	par le support imprimante A4	700

1. PT = Pneumotachographe. 2. Sur l'écran, rappel possible des courbes précédentes du patient; parfois en simultané la meilleure et les deux dernières. 3. Tous sont à calibrer. Correction étalonnage signifie 5. Nouveau matériel prometteur. (*) Appareils qui représentent le meilleur compromis du cahier des charges pour le champ santé et travail. Choix préférentiels.

D'après le Guide pratique d'exploration fonctionnelle respiratoire, A. Perdrix, et al., et avec l'aimable autorisation de Masson (réf. 2, page 6)

TRANSFERT DES DONNÉES	ORDRE DE PRIX HORS TAXE (euros)	FABRICANT, PAYS	DISTRIBUTEUR ⁽⁴⁾
option	3659	Minato, Japon	Minato
+	2440	Cosmed, Italie	Cosmed
+ logiciel Spida 5	2100 (+ logiciel: 350)	Micro medical, Angleterre	Éolys
+ logiciel Spida 5	2100 avec imprimante (+ logiciel: 350)	Micro medical, Angleterre	Éolys
+ + logiciel W20	2500 + logiciel: 400	Sibelmed, Espagne	Éolys
non	2340	Vitalograph, Angleterre	Distrimed.Com
via PC	3092	Vitalograph, Angleterre	Distrimed.Com
sur PC + spiro win	1669	FIM SA, France	FIM SA
sur PC + spiro win	2084	FIM SA, France	FIM SA
sur PC + spiro win	2515	FIM SA, France	FIM SA
+ logiciel	2480	Fukuda Sangyo, Japon	EMO International
+ logiciel	1980	Fukuda Sangyo, Japon	EMO International
+	3050	CHEST, Japon	ESSILOR Dépistage
+	2080	SCHILLER SA, Suisse	SCHILLER SA
+	3369	SCHILLER SA, Suisse	SCHILLER SA
option conseillée logiciel Win spiro	1677 sans imprimante	Medical International Research (MIR), Italie	MIR
+	2951	Medical International Research (MIR), Italie	MIR
indispensable	2508	DYN'R, France	DYN'R
+ logiciel EasyDyn	1898 sans imprimante (+ logiciel: 370)	NDD, Suisse	DYN'R

que l'opérateur peut le modifier en cas de discordance avec une seringue étalon volumétrique. Pour certains, il n'est pas prévu de calibrage! 4. Voir tableau II, la liste non-exhaustive des distributeurs.



Tableau II – Coordonnées de quelques fabricants

FABRICANT	ADRESSE POSTALE	TÉL. – FAX	SITE – E-MAIL
COSMED Srl	Via dei Piani di Monte Savello, 37 PO Box 3 Pavona di Albano Rome I-00040, Italy	+39 (0) 69315492 +39 (0) 69314580	www.cosmed.it/ info@cosmed.it
DYN'R	73, rue de Louge BP 71, 31603 Muret Cedex	0562231900 0562231901	www.dynr.com dynr@dynr.com
FIM SA	30, rue Camille, 69003 Lyon	0472348989 0472334351	www.fim-medical.com/ fim@fim-medical.com
Fukuda Sangyo Europe srl	Via Germania 12-14 35127 Camin Padova, Italie	+39049870103344 +39049870103388	www.fukuda.it info@fukuda.it
Medical International Research	Via del Maggiolino, 125 00155 Roma (RM), Italy	+390622754777 +390622754785	www.spirometry.com/home.htm mir@spirometry.com
Micro medical Ltd	PO Box 6, Rochester, Kent ME1 2AZ, England	+44 (0) 1634 360044 +44 (0) 1634 360055	www.micromedical.co.uk/
Minato Medical Science Co, Ltd	13-11, Shinkitano 3-chome Yodogawa-ku – Osaka 532-0025, Japan	+81-6-6303-9761 +81-6-6303-9761	www.minato-med.co.jp/english/ global@minato-med.co.jp
NDD	ndd Medizintechnik AG, Technoparkstrasse 1, CH – 8005 Zürich, Switzerland	+41 (1) 445 25 30 +41 (1) 445 25 31	www.ndd.ch/ info@ndd.ch
SCHILLER Médical SA	ZAC des Lulats, 58, route de Champigny, 94350 Villiers-sur-Marne	0149412440 0149412449	www.schiller.fr/ info@schiller.fr
VITALOGRAPH Ltd	Maids Moreton Buckingham MK18 1SW, England	+44 (0) 1280 827110 +44 (0) 1280 823302	www.vitalograph.co.uk sales@vitalograph.co.uk

Adresses de quelques fournisseurs en France

DIFFUSEUR	ADRESSE	TÉL. – FAX	SITE – E-MAIL
DYN'R	73, rue de Louge BP 71, 31603 Muret Cedex	0562231900 0562231901	www.dynr.com dynr@dynr.com
EMO International France	3, promenoir de la Corvette Le Gabut, BP 307, 17013 La Rochelle Cedex	0546282888 0546282884	www.emo-int.com info@emo-int.com
ÉOLYS	27, rue de la Vilette, 69003 Lyon	0472355300 0472355330	www.eolys.fr contact@eolys.fr
FIM SA	30, rue Camille 69003 Lyon	0472348989 0472334351	www.fim-medical.com/ fim@fim-medical.com
ESSILOR Dépistage	2, avenue François-Sommer, 92167 Anthony Cedex	0155595118 0155595119	landauek@essilor.fr
SCHILLER Médical SA	ZAC des Lulats, 58, route de Champigny, 94350 Villiers-sur-Marne	0149412440 0149412449	www.schiller.fr/ info@schiller.fr

16. Maintenance aisée. Ce point est très important pour éviter d'être en panne durant de très nombreux mois et avec des frais de réparation exorbitants.

17. La convivialité ne gêne rien mais ne doit pas occulter les points fondamentaux 4 et 6.

En définitive, différents matériels portatifs sont ainsi commercialisés en France avec, rappelons-le, une évolution technologique très rapide. Les listes de matériels validés sont donc rapidement dépassées. De ce fait, le tableau (déjà publié en décembre 2001) que nous reproduisons, avec l'autorisation de Masson, a été mis à jour (2).

Le marché est important auprès des pneumologues, allergologues et services médicaux du travail.

Il reste la délicate discussion d'une réalisation par les médecins traitants, surtout lorsqu'ils sont en déplacement, avec les trois points épineux actuels: la qualification technique dans la réalisation, l'interprétation du tracé dans l'histoire clinique

et la facturation dans le cadre de la nomenclature actuelle.

En somme, ces outils, très appréciés, complètent les stratégies des EFR avec des appareils plus complexes pouvant intégrer de nombreuses autres fonctions.

Certains développements actuels portent sur le transfert des données par système « PAD Pilot » après compression des données et transit par téléphone mobile ou GSM, permettant ainsi une interprétation à distance. Il faut quand même reconnaître, que dans le domaine des EFR, à la différence de celui de la cardiologie, il n'y a pas d'urgence. Ce développement technologique apparaît sans réelle valeur ajoutée, comparé à un compte rendu adressé par fax ou par disquette. ■

*Alain Perdrix, Fabien Scarnato,
Anne Maître*

*Équipe de médecine et santé au travail. EPSP.
Laboratoire TIMC-UMR 5525. Faculté de médecine.
Université Joseph-Fourier, Grenoble.*

Références

1. Préfaut C, Barrabé P. Les spiromètres portables, gadgets peu fiables ou véritables outils professionnels? Un essai comparatif pour guider vos choix. *Info Respiration* 1996; 13 : 17-21.
2. Perdrix A, Maître A. Guide pratique d'exploration fonctionnelle respiratoire. Utilisation en milieu professionnel. 2^e édition. Paris, Masson. 2001; 200p.
3. Enright PL, Johnson LR, Connett JE, Voelker H, Buist AS. Spirometry in the lung health study. 1. Methods and quality control. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 1215-23.
4. Wanger J, ed. Exploration fonctionnelle respiratoire. Une approche pratique. Paris, Masson, 1997; 273p.
5. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JEE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report of working party. Standardization of lung function tests. ECCS. Official statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1993; 6 (suppl. 16): 5-40.
6. Hankinson JL. Pulmonary function testing in the screening of workers: guidelines for instrumentation, performance and interpretation. *J Occup Med* 1986; 28: 1081-92.
7. Cotes JE. Lung function. Assessment and application in medicine. 5th Edition. Oxford: Blackwell scientific publications, 1993; 768p.



ACTUALISATION DE LA LISTE DES SPIROMÈTRES VALIDÉS ET DE LEURS FOURNISSEURS

La liste des matériels validés et de leurs fournisseurs, que nous publions avec l'aimable autorisation des Éditions Masson, est parue en 2001 dans le *Guide pratique d'exploration fonctionnelle respiratoire*. Nous l'avons, cependant, actualisée afin de tenir compte de l'évolution technologique de ces appareils et des nombreuses modifications intervenues dans les coordonnées des fabricants et des distributeurs. Précisons que la liste des distributeurs n'est pas exhaustive.

I. R.