

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 077 478 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
08.07.2009 Bulletin 2009/28

(51) Int Cl.:  
G05D 16/20 (2006.01) F24F 11/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 08022471.0

(22) Date de dépôt: 26.12.2008

(84) Etats contractants désignés:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR

Etats d'extension désignés:

AL BA MK RS

(30) Priorité: 02.01.2008 FR 0800012

(71) Demandeur: **Atlantic Climatisation et Ventilation**  
69330 Meyzieu (FR)

(72) Inventeurs:

- Demia, Laurent  
01120 Montluel (FR)
- Petit, Frédéric  
69150 Decines Charpieu (FR)

(74) Mandataire: **Hirsch & Associés**  
58, avenue Marceau  
75008 Paris (FR)

### Remarques:

Revendications modifiées conformément à la règle 137(2) CBE.

**(54) Groupe de ventilation à puissance variable en fonction d'une probabilité de satisfaction du besoin de pression**

(57) Le groupe de ventilation comporte un bloc d'alimentation d'un moteur de ventilateur de circulation d'air dans des bouches réparties sur des colonnes, commandé par des circuits de conversion qui, à partir de valeurs optimales prédéterminées de pression correspondant à une courbe optimale (KM) de réponse pression (Dp) / débit (Q) satisfaisante quelle que soit la répartition des bouches ouvertes, associent, à chaque débit d'air (Q) mesuré, une gaussienne (G1, G2, G3, G4), de risque de non satisfaction du besoin en pression (Dp), croissante dès qu'une pression d'air de consigne envisagée décroît en dessous de la valeur optimale correspondante, et qui fixent la pression d'air de consigne à une valeur déterminée d'après un pourcentage de consigne de dit risque, fourni par une intégrale de la gaussienne (G1, G2, G3, G4).

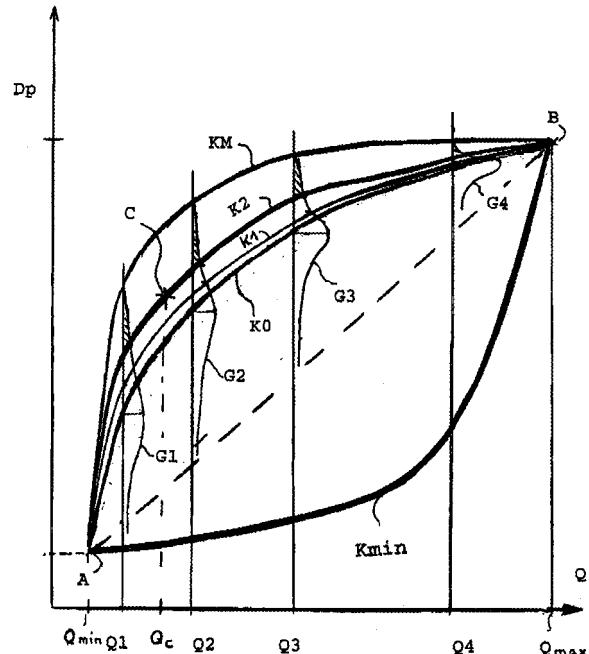


FIGURE 5

**Description**

**[0001]** La présente invention concerne les installations de ventilation de locaux, et en particulier les caissons de groupe de ventilation.

5 **[0002]** Une installation de ventilation de locaux comprend un groupe de ventilation, en général un moto-ventilateur extracteur d'air, qui est disposé en aval de diverses branches de conduits d'air, qui, chacune, collectent l'air de plusieurs colonnes de dérivation, en parallèle, alimentées par des bouches d'aspiration disposées au niveau des divers locaux et munies de volets d'ouverture /fermeture. En fait, la position dite de fermeture de chaque bouche ne correspond pas à une fermeture totale, c'est-à-dire qu'elle autorise un débit minimal, d'étiage.

10 **[0003]** Ainsi, un utilisateur ouvrira, à l'heure des repas, la bouche desservant sa cuisine, et, à d'autres moments, ce sera la bouche, hygro-réglable, de sa salle de bain qui s'ouvrira automatiquement.

**[0004]** Lorsque la quasi-totalité des bouches d'aspiration se trouvent ouvertes, le ventilateur doit pouvoir assurer au moins un minimum de dépression au niveau de chacune, pour qu'elle fournisse son débit nominal. Or, l'augmentation du débit d'air liée à l'ouverture de toutes les bouches provoque une perte de charge dans l'installation, si bien que la 15 dépression que provoque le ventilateur, juste en amont de celui-ci, ne se répercute pas entièrement aux bouches.

20 **[0005]** De ce fait, classiquement, pour garantir l'existence permanente d'au moins un certain niveau de dépression derrière chaque bouche afin qu'elle puisse fonctionner correctement lorsqu'on l'ouvre, c'est-à-dire même si la perte de charge est maximale du fait que le débit global de l'installation est maximal, on fait fonctionner le ventilateur à une puissance maximale correspondant au débit maximal à assurer. En pratique, cela se traduit par une très mauvaise adaptation de la puissance électrique consommée par rapport au besoin réel, puisque, dans la grande majorité du temps, la plupart des bouches étant fermées, le ventilateur provoque une dépression bien au-delà de ce qui est nécessaire. A la limite, toutes les bouches étant quasi fermées, le ventilateur fournit une dépression très nettement supérieure au besoin. Le rendement, ramené au service rendu, est alors faible.

25 **[0006]** Pour régler la (dé)pression du ventilateur, on pourrait songer à déterminer le besoin réel de pression, en estimant approximativement le nombre de bouches ouvertes à partir d'une mesure du débit d'air, du fait que les bouches ouvertes ont un débit sensiblement constant, indépendant de la (dé)pression. Toutefois, les bouches ouvertes les plus éloignées du ventilateur, dans le tronçon amont de la colonne considérée, ne disposeront pas alors du niveau de dépression suffisant, du fait de la perte de charge due aux autres bouches ouvertes dans le tronçon aval. La qualité de service, c'est-à-dire le pourcentage de temps pendant lequel certaines bouches ne disposent pas d'un niveau de dépression suffisant pour leur fonctionnement, risque donc d'être médiocre.

30 **[0007]** La présente invention vise ainsi à proposer une solution permettant d'offrir un bon compromis entre l'énergie électrique consommée pour entraîner le ventilateur et la qualité du service offert.

**[0008]** A cet effet, l'invention concerne tout d'abord un groupe de ventilation comportant un bloc d'alimentation d'un moteur d'entraînement d'un ventilateur destiné à assurer la circulation d'air dans des bouches présentant une certaine 35 répartition le long de colonnes, caractérisé par le fait que le bloc d'alimentation comprend des moyens de régulation comportant des circuits d'entrée de signaux de mesure de débit d'air du ventilateur agencés pour commander des circuits d'alimentation du moteur à travers des moyens de conversion de la mesure en une valeur de commande de puissance correspondant à une pression d'air de consigne à assurer par le ventilateur, les moyens de conversion étant agencés pour, à partir de valeurs optimales prédéterminées de pression correspondant à une courbe optimale de 40 réponse pression / débit satisfaisante quelle que soit la dite répartition des bouches ouvertes, associer, à chaque débit d'air mesuré, une gaussienne, de risque de non satisfaction du besoin en pression, croissante dès qu'une pression d'air de consigne envisagée décroît en dessous de la valeur optimale correspondante, et agencés pour fixer la pression d'air de consigne à une valeur déterminée d'après un pourcentage de consigne de dit risque, fourni par une intégrale de la gaussienne.

45 **[0009]** Le terme "pression" ci-dessus désigne une dépression si le groupe ci-dessus aspire l'air vicié, ce qui est le cas général, ou bien une surpression si le groupe fournit de l'air neuf.

**[0010]** Ainsi, l'invention assure un bon compromis qualité de service / consommation énergétique puisqu'il s'agit d'un système asservi, dont les circuits d'entrée vont être informés de toute nouvelle ouverture de bouche d'aspiration, ou d'insufflation, de par l'augmentation du débit ou la chute de pression différentielle qu'elle aura induite, et alors les circuits de conversion vont commander une augmentation de la pression qui va toutefois dépendre de la probabilité de risque pour que, parmi les bouches ouvertes, il y ait surtout des bouches situées dans des positions défavorisées. Ainsi, à partir d'une courbe théorique représentant l'enveloppe du besoin maximal possible de pression pour chacun des débits possibles, on applique un décrément dont l'amplitude va dépendre du risque statistique accepté.

50 **[0011]** La probabilité de risque, pour qu'un pourcentage déterminé de bouches les plus défavorisées s'ouvrent dans un temps déterminé, diminue avec le nombre de bouches déjà ouvertes, c'est-à-dire que la loi des grands nombres, en termes de bouches ouvertes, fait que l'on tend vers une équi-répartition des bouches ouvertes le long de chaque colonne. La gaussienne de probabilité correspondante tend donc à présenter une crête centrale bien marquée, et donc des bandes latérales de faible niveau. De la sorte, la pression d'air de consigne pour un débit courant va tendre, pour les

débits croissants, à se rapprocher d'une pression "moyenne", correspondant à une dorsale reliant les crêtes des diverses gaussiennes et correspondant à un risque voisin de 50%.

[0012] Le concept de l'invention est donc d'avoir un groupe qui, à mesure que le débit augmente, est de moins en moins généreux en allocation de supplément de pression par rapport à une valeur de pression "moyenne" correspondant à la dorsale. Ceci est dû au fait que l'état de l'installation, en termes de nombre et surtout de positions éventuellement défavorisées de bouches ouvertes, présente une incertitude relative, ou normée, par rapport au nombre de bouches ouvertes, qui diminue lorsque le débit augmente.

[0013] On peut décrire une courbe théorique de réponse, de pression par rapport à un axe horizontal de débit en abscisse, comme présentant une tangente de pente positive maximale à un point minimal de débit et de pression, cette pente diminuant de façon monotone à mesure que croît le débit, jusqu'à une valeur de pente minimale positive éventuellement quasiment nulle. La courbe théorique de réponse présente une pression à pente positive décroissante pour un débit d'air croissant, c'est-à-dire une dérivée seconde négative.

[0014] On notera que la famille de gaussiennes, pour les diverses valeurs respectives de débits possibles, peut tenir compte d'incertitudes de dispersion autres que la position des bouches ouvertes dans chaque colonne.

[0015] En effet, comme le débit mesuré représente le débit global de toutes les colonnes, on peut aussi prendre en compte un deuxième paramètre d'incertitude, lié au fait que les diverses colonnes ne présentent pas un même nombre moyen de nombre de bouches ouvertes, éventuellement rapporté à la longueur de chaque colonne. C'est donc, pour chaque débit, une deuxième gaussienne, "multi-colonne", qui va se composer "quadratiquement" avec la gaussienne "colonne" ci-dessus, c'est-à-dire une composition de probabilités sensiblement indépendantes.

[0016] Un troisième paramètre d'incertitude pouvant être pris en compte est relatif aux divers types de bouches de l'installation considérée, c'est-à-dire par exemple des bouches auto-réglables ou bien hygro-réglables, qui nécessitent un niveau de dépression propre à chaque type. En outre, chacun de ces types présente un débit spécifique, de sorte que la mesure du débit global laisse une incertitude quant au nombre exact de bouches ouvertes. Là encore, il peut être défini une troisième gaussienne, à composer avec au moins la première.

[0017] D'une façon générale, la présence de bouches hygro-réglables aboutit à un nombre d'états possibles de l'installation plus grand que s'il n'y avait que des bouches auto-réglables car ces dernières n'ont que deux débits possibles alors que les bouches hygro-réglables ont un débit qui varie de façon continue avec le taux d'humidité. On pourrait donc modéliser l'état de chaque bouche hygro-réglable par un pluralité d'au moins trois états.

[0018] Avantageusement, les moyens de conversion comportent en mémoire des données de définition d'un faisceau d'au moins une courbe correspondant à une valeur standard prédéterminée du dit risque et sont agencés pour asservir les circuits d'alimentation de façon à ce que le groupe tende à fonctionner conformément à la dite courbe.

[0019] Les données ci-dessus peuvent définir directement un tableau ou une équation de courbe d'équi-probabilité de risque, définie comme "s'appuyant" sur une rangée d'intégrales de gaussiennes par divers débits, et précisément s'appuyant sur chacune au niveau du point de risque choisi. C'est donc la courbe d'asservissement du groupe. Toutefois, ces données peuvent aussi définir indirectement une telle courbe d'équi-probabilité de risque, en définissant une telle rangée de gaussiennes, et donc, sur chacune, le point de valeur de risque choisi.

[0020] Dans une forme de réalisation, les moyens de régulation comportent des moyens séquencEURS agencés pour, lors de certaines périodes de temps programmées, modifier le dit pourcentage de consigne de risque par rapport à la dite valeur standard, par asservissement sur une courbe du dit faisceau autre que la dite au moins une courbe.

[0021] Ainsi, dans l'heure de midi par exemple, le niveau de risque sera diminué puisqu'il y a aura une probabilité plus forte d'avoir l'apparition brusque d'un pic de demande de service, pour extraire l'air vicié des cuisines. Il en sera de même le matin et le soir dans le cas de bouches hygro-réglables, donc pilotées par l'humidité, et ce particulièrement pour les sanitaires.

[0022] Les moyens de régulation peuvent être agencés pour effectuer la dite modification du pourcentage de consigne de risque par décalage d'une courbe de réponse en pression le long d'une échelle de débits.

[0023] Si la courbe standard (dé)pression/débit, croissante, est ainsi décalée vers les débits faibles, un débit donné va donc se voir attribuer une pression accrue par rapport à celle normalement allouée.

[0024] Le dit décalage peut s'effectuer en retranchant une certaine valeur à la valeur de mesure de débit.

[0025] Ainsi, par exemple, on décale vers les débits faibles un pointeur électronique qui va donc lire une valeur de pression accrue.

[0026] De façon dual, on peut prévoir d'ajouter une marge de pression à la courbe de réponse normalement prévue, c'est-à-dire de ne pas faire glisser celle-ci selon l'axe des débits.

[0027] Les moyens de régulation peuvent comporter une mémoire d'historique du débit mesuré au cours du temps, et les moyens de régulation sont agencés pour moduler le pourcentage de consigne de risque en fonction de l'historique.

[0028] Si par exemple les bouches d'aspiration sont commandées par un programmeur de 30 minutes d'ouverture, le groupe peut ainsi prévoir les instants de refermeture des bouches, et donc éventuellement anticiper la détection de ces fermetures, c'est-à-dire réduire la puissance consommée en acceptant une augmentation du dit risque. Par ailleurs, à plus long terme, l'historique permet aussi d'estimer l'évolution de la demande de débit d'un jour à l'autre et au fil des

saisons, et donc de moduler le niveau de risque courant estimé pour anticiper l'évolution du niveau de risque réel.

**[0029]** Les moyens de conversion peuvent être agencés pour qu'une courbe de pression d'air de consigne en fonction du débit ait l'allure d'une branche de parabole.

**[0030]** Il s'agit alors d'une branche supérieure d'une parabole à axe incliné par rapport à l'axe des pressions, par exemple à axe horizontal, parallèle à l'axe des débits, ou incliné et montant par rapport à ce dernier. Ainsi, un débit très faible va correspondre à une valeur de risque de consigne qui sera en proportion relativement faible, c'est-à-dire une pression d'air de consigne qui, toutes choses égales, se rapproche de la pression optimale, exempte de tout risque associé. L'incertitude élevée quant à la répartition des quelques bouches ouvertes, c'est-à-dire l'aspect très quantifié des états possibles de pression du système, amène donc à réduire le risque accepté.

**[0031]** L'invention concerne aussi un procédé de détermination d'une valeur de réglage de la pression d'air de consigne du groupe de ventilation selon l'invention, installé dans une installation de ventilation comportant un nombre donné de branches et un nombre donné de colonnes le long desquelles sont réparties un certain nombre de bouches, procédé dans lequel :

- 15 a) on estime, d'après une mesure de débit d'air, un nombre de bouches ouvertes dans l'installation,
- b) on considère, a priori, que chaque colonne présente un nombre  $j$  de bouches ouvertes proportionnel à son propre nombre de bouches et on considère aussi, a priori, que les bouches ouvertes sont statistiquement globalement réparties de même dans les diverses colonnes, c'est-à-dire que le débit de chaque colonne est proportionnel au nombre  $j$  de bouches ouvertes dans celle-ci,
- 20 c) on détermine, pour une colonne déterminée, tous les  $N$  états possibles présentant un dit nombre  $j$  de bouches ouvertes,
- d) on estime la probabilité d'existence de chaque état, d'après une loi de distribution statistique ou d'après des informations de statistiques réelles, antérieurement établies par observation d'ouvertures des bouches,
- 25 e) on associe, à chaque état, une estimation de perte de charge composite, fonction de la position, pour chaque état, de chaque bouche ouverte,
- f) on calcule une gaussienne des probabilités individuelles de chacun des  $N$  états, classés par perte de charge composite croissante,
- 30 g) on calcule une intégrale de la gaussienne, et
- h) on règle la pression d'air de façon à satisfaire statistiquement, d'après la dite intégrale, le besoin d'un pourcentage choisi de bouches ouvertes de la colonne considérée.

**[0032]** La partie de l'intégrale correspondant à une pression supérieure à la pression de réglage qui a ainsi été choisie indique donc le pourcentage de risque de non satisfaction complète d'un besoin de (dé)pression. On notera que le risque ci-dessus peut aussi être pondéré par la durée correspondante. En particulier, une non-satisfaction peut ne durer que quelques minutes, ce qui ne sera guère perceptible par l'utilisateur.

**[0033]** De préférence, les étapes b) à g) sont effectuées lors de la finalisation de l'étude du réseau et donc préalablement à la mise en service effectif de l'installation, avec mémorisation d'une pluralité de tronçons de dites intégrales de gaussienne pour une même pluralité de débits possibles.

**[0034]** Il s'agit ainsi de tables de décision, qui évitent la nécessité de calculs complexes à chaque mesure, de sorte que le groupe peut être piloté par des moyens de calcul très modestes.

**[0035]** Chaque tronçon peut se limiter à un seul point sur l'intégrale de gaussienne, c'est-à-dire qu'il est alors défini une seule courbe d'équi-risque s'appuyant sur les intégrales de gaussienne. Si les tronçons ne sont pas ponctuels, on peut alors définir tout un faisceau de telles courbes qui s'appuient chacune sur des points respectifs représentant une valeur commune de niveau de risque estimé.

**[0036]** La dite pluralité peut être limitée à moins d'un nombre déterminé, par exemple dix, et l'étape h) s'effectue alors par interpolation entre deux intégrales de gaussienne dont les valeurs associées de débit encadrent la valeur de débit de l'étape a).

**[0037]** Le jeu d'intégrales de gaussiennes constitue donc des "reliefs supports" espacés sur lesquels vont "s'appuyer" une ou plusieurs courbes de niveau de risque, dont chaque point définit la pression requise en fonction du débit mesuré, ceci pour une valeur de pourcentage de risque propre à chaque courbe de niveau. On peut donc remplacer le jeu de gaussiennes, chacune affectée à un débit déterminé, par un jeu ou faisceau de courbes de niveau de risque, courant dans la plage des débits possibles. Il découle donc que la ou les gaussiennes des probabilités individuelles de chacun des  $N$  états correspondent à un risque de satisfaction ou de non satisfaction du besoin en pression. La ou les gaussiennes sont représentatives de la probabilité d'existence de chaque état en fonction de chacun des  $N$  états. En d'autres termes, sur un graphique, la ou les gaussiennes ont en abscisse chacun des  $N$  états classés par perte de charge composite croissante et en ordonnée, les probabilités (ou pourcentages) d'existence de chaque état. L'abscisse du maximum de la ou des gaussiennes correspond à l'état des colonnes ayant une probabilité maximale d'existence.

**[0038]** Egalemente, l'intégrale de la gaussienne est un cumul des valeurs de probabilité individuelle (pour chacun des

N états de bouches ouvertes de l'installation). L'intégrale est établie entre (est bornée par) zéro et le nombre des N états et en particulier, pour une valeur de débit considérée.

**[0039]** Ainsi, dans le groupe et le procédé décrits précédemment, la gaussienne est représentative des probabilités individuelles pour l'installation d'être dans un état de bouches ouvertes et correspond à un risque de non satisfaction du besoin en pression, la gaussienne ayant en abscisse chacun des N états classés par perte de charge composite croissante et en ordonnée, les probabilités (ou pourcentages) d'existence de chaque état, et l'abscisse du maximum de la gaussienne correspond à l'état de l'installation ayant une probabilité maximale d'existence. De plus, dans le groupe et le procédé décrits, l'intégrale correspondant à un cumul des valeurs de probabilité individuelle et est établie entre (ou bornée par) zéro et le nombre des N états et ce, en particulier, pour une valeur de débit considérée.

**[0040]** L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante d'une forme de réalisation, selon l'invention, d'un groupe de ventilation et du procédé de commande de celui-ci, en référence au dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue générale schématique d'une installation de ventilation comportant le groupe de ventilation de l'invention, relié à des colonnes d'aspiration,
- la figure 2 est un diagramme par blocs fonctionnels illustrant la constitution du groupe de ventilation,
- la figure 3 représente deux gaussiennes, et leurs intégrales, illustrant des probabilités pour une colonne d'être dans un état donné, en termes de bouches ouvertes,
- la figure 4 représente une courbe de perte de charge dans la colonne en fonction des états de la figure 3,
- la figure 5 représente une courbe de réponse en fonctionnement dépression / débit s'appuyant sur des gaussiennes de probabilités liées à la dispersion statistique de perte de charge de bouches d'aspiration d'air, et
- la figure 6 représente des courbes composites expliquant la détermination de la courbe de réponse.

**[0041]** La figure 1 représente schématiquement une installation de ventilation, dans cet exemple d'extraction d'air de divers locaux par aspiration à travers un réseau ramifié de canalisations. Le réseau comprend ici un nombre BR = deux branches 10, 20 aboutissant à un tronc commun constitué par un groupe de ventilation 1 comportant un caisson 2 relié à une extrémité aval des branches 10, 20 respectives et contenant un ensemble moto-ventilateur à moteur 8 d'entraînement d'un ventilateur 9 d'aspiration de l'air des branches 10, 20 pour le rejeter dans l'atmosphère. La branche 10 collecte l'air d'une pluralité d'ici deux colonnes 11, 12, munies chacune d'une pluralité de bouches 111, 112 et autres, et respectivement 121, 122, et autres, d'aération de locaux comme par exemple des cuisines ou des salles de bain dans un ou plusieurs immeubles collectifs. De même, la branche 20 collecte l'air d'une pluralité d'ici trois colonnes 21, 22, 23 munies chacune d'une pluralité de bouches 211, 212 et autres, et 221, 222 et autres, et 231, 232, 233, 239 et autres d'aération de locaux du même genre. Il y a ainsi un nombre CO = 5 colonnes comportant chacune un nombre particulier BO de bouches, indiquées de façon générale par la référence 120.

**[0042]** Chaque bouche 120 est équipée d'un ou plusieurs volets pour que l'utilisateur d'un local en commande l'ouverture, ou la fermeture qui l'isole partiellement de l'installation, sachant que la position dite de fermeture autorise un débit dit d'étage. On conçoit donc que, si toutes les bouches d'aspiration 120 sont quasi fermées, le ventilateur 9 va engendrer une forte dépression dans l'ensemble de l'installation, donc avoir une bonne efficacité technique. Toutefois, dans une telle situation, le rendement, c'est-à-dire le service rendu, est faible.

**[0043]** Les bouches 120 sont classiquement de deux types possible : uto-réglable et hygro-réglable, chaque type nécessitant une différence de pression supérieure à un seuil particulier. Une bouche auto-réglable extrait l'air selon un débit constant, alors qu'une bouche hygro-réglable présente un débit qui croît avec le taux d'humidité. Hormis les différences ci-dessus liées à leur structure, on distingue aussi les bouches cuisine, qui ont des débits plus élevés que ceux des sanitaires et sont généralement associées à un minuteur de 30 minutes que l'utilisateur commande pour passer au débit maximal. Un système est généralement hygro ou auto-réglable.

**[0044]** Si une ou quelques bouches 120 viennent à s'ouvrir, la dépression va donc diminuer dans l'installation puisque les divers flux d'air supplémentaires qui vont alors se propager dans les colonnes et les branches 10, 20 vont voir leur écoulement être perturbé, et donc freiné, par le frottement sur les parois du conduit correspondant. Il s'ensuit ainsi une perte de charge, qui fait que le ventilateur 9 ne peut totalement imposer sa valeur de dépression au niveau des bouches 120. Comme l'efficacité d'un bouche 120 dépend de la dépression sur son côté aval par rapport à la pression atmosphérique dans le local, côté amont, on conçoit que cette dépression doit être suffisante pour assurer le débit requis, en pratique au moins 60 voire 80 Pascal.

**[0045]** Sur la figure 1, la bouche 239, en extrémité amont, fermée, de la colonne 23, est supposée être la bouche la plus défavorisée, c'est-à-dire celle dont le trajet (23, 20) la reliant au caisson 2 correspond à une perte de charge maximale. Cette perte de charge, qui est due à celle dans la branche 20 et aussi dans la colonne 23, compte tenu de leur section et de leur forme de cheminement, dépend aussi d'un nombre  $j - 1$  des éventuelles autres bouches 120 ouvertes, et de leurs positions. On conçoit facilement que si toutes les bouches 231, 232 et autres de la colonne 23 sont ouvertes, le flux d'air y est alors maximal, si bien que son écoulement est ralenti de par la perte de charge maximale.

**[0046]** La figure 2 représente le diagramme par blocs fonctionnels illustrant la constitution du groupe de ventilation 1.

**[0047]** Le groupe de ventilation 1 comporte un bloc d'alimentation du moteur 8 d' entraînement du ventilateur 9 destiné à assurer la circulation d'air dans les bouches 120 qui présentent une certaine répartition le long de la colonne considérée. Le bloc d'alimentation comprend un ensemble de régulation 6 comportant des circuits 61 d'entrée de signaux de mesure de débit d'air Q du ventilateur 9 provenant d'un débitmètre 5, qui commandent des circuits 7 d'alimentation du moteur

5 8 à travers des circuits 62, 63 de conversion de la mesure en une valeur de commande de puissance correspondant à une pression d'air de consigne à assurer par le ventilateur 9. Les circuits de conversion 62, 63 sont agencés pour, à partir de valeurs optimales prédéterminées de dépression correspondant à une courbe optimale KM de réponse dépression Dp / débit Q satisfaisante (figure 6) quelle que soit la dite répartition des bouches 120 ouvertes, associer, à chaque débit d'air Q mesuré, une gaussienne G1, G2, G3, G4, de risque de non satisfaction du besoin en dépression 10 Dp, croissant dès qu'une pression d'air de consigne envisagée décroît en dessous de la valeur optimale correspondante, et agencés pour fixer la dépression d'air de consigne à une valeur déterminée d'après un pourcentage de consigne de dit risque, fourni par une intégrale de la gaussienne G1, G2, G3, G4.

**[0048]** Comme évoqué, la dépression ci-dessus serait une surpression dans le cas d'une installation d'insufflation 15 d'air. Dans les deux cas, il s'agit donc d'un accroissement de l'écart absolu de la pression utile courante par rapport à la pression atmosphérique, des deux côtés respectifs du ventilateur 9.

**[0049]** Le fonctionnement de l'installation va d'abord être exposé en ce qui concerne l'allure générale de la courbe 20 de régulation dépression Dp / débit Q, puis la façon selon laquelle est définie la courbe de régulation est ensuite expliquée en référence aux figures 3 à 6.

**[0050]** Comme exposé plus en détails en référence à la figure 5, qui représente un faisceau de courbes de réponse 25 possibles Kmin, K0, K1, K2, KM de dépression Dp, en ordonnée, en fonction du débit d'air Q, en abscisse, on voit que la courbe de réponse en régulation de pression est croissante avec le débit Q, la courbe optimale KM, représentant le besoin enveloppe de l'installation, étant la courbe la plus haute du faisceau. Les points A et B correspondent respectivement à une dépression Dp minimale pour un débit Q minimal et une dépression Dp maximale pour un débit Q maximal. Les courbes inférieures Kmin, K0, K1, K2 sont donc des courbes non optimales, c'est-à-dire liées à une probabilité non nulle de risque de non satisfaction du besoin de certaines bouches en dépression suffisante pour un fonctionnement correct. L'invention porte sur le choix de l'une des courbes inférieures Kmin, K0, K1, K2 ou autres, pour trouver un bon compromis entre la réduction de la puissance à fournir au ventilateur 9, à travers le moteur 8, et un dit risque qui soit de niveau acceptable.

**[0051]** Ainsi, d'après l'allure croissante de la courbe de réponse, l'installation fonctionne au ralenti lorsque toutes les 30 bouches 120 sont fermées, c'est-à-dire que le ventilateur 9 ne fournit qu'une faible dépression Dp, en adéquation avec le besoin réel de l'installation.

**[0052]** Si une bouche 120 quelconque vient à s'ouvrir, provoquant une chute de la dépression Dp, cet événement est détecté grâce au débitmètre 5, ou par détection de la chute de dépression au moyen d'un capteur de dépression. Il est alors alloué un supplément de dépression relativement grand, par rapport au cas pour lequel le débit Q serait déjà 35 important par rapport à un débit maximal Qmax (figure 5), c'est-à-dire que la courbe optimale KM présente une pente maximale aux faibles débits Q et il en est de même pour la courbe de réponse K0, K1, K2 qui est retenue pour déterminer le nouveau niveau de dépression Dp.

**[0053]** De la sorte, si la bouche considérée est la bouche 239, la plus défavorisée, elle va bénéficier d'une dépression 40 relativement intense, qui va ainsi compenser, en partie, la perte de charge extrême qu'elle subit. On notera toutefois que cette perte de charge "extrême" n'est pas maximale puisque les autres bouches 120, en particulier dans la colonne 23 considérée, sont supposées être fermées, donc  $j = 1$ .

**[0054]** La constitution détaillée des divers circuits va maintenant être exposée.

**[0055]** Le débitmètre 5 comporte par exemple un volet suspendu pivotant 51, ici dessiné en dehors du cadre référencé 45 5, à un axe horizontal, associé à un détecteur d'angle de rotation, par exemple un stylet conducteur glissant sur une piste circulaire, pour ainsi constituer un potentiomètre, ou une résistance variable, dont la valeur est indicative de la position angulaire du volet. Le volet porte le stylet ou la piste.

**[0056]** En variante, la mesure de dépression peut s'effectuer de façon différentielle de part et d'autre d'un diaphragme. 50 On peut aussi songer à une mesure de pression dynamique par un tube de Pitot situé en sortie du ventilateur 9. Une mesure par anémométrie est aussi envisageable.

**[0057]** Commodément, encore en variante, le débitmètre 5 est un dispositif de mesure d'un paramètre de fonctionnement du moto-ventilateur 8, 9, par exemple le courant consommé par le moteur d' entraînement 8 ou bien le couple moteur fourni au ventilateur 9 par le moteur d' entraînement 8, fonctionnant par exemple en variateur de vitesse, ou fréquence.

**[0058]** Dans l'un ou l'autre de ces deux cas, les circuits d'entrée 61 comportent un convertisseur CAN qui convertit 55 la valeur analogique de tension de mesure en une valeur numérique représentant le débit d'air, à partir d'une table de conversion pré-établie, fonction du type du débitmètre 5.

**[0059]** Dans cet exemple, la mesure de débit d'air Q étant une mesure de débit massique, il lui est apporté une

correction pour la transformer en une mesure de débit volumique. La correction est effectuée d'après une mesure de la température de l'air fournie par un capteur, non dessiné, situé au niveau du ventilateur 9. La correction consiste à effectuer une homothétie sur l'échelle des débits mesurés, c'est-à-dire l'axe d'abscisse de la figure 5. A titre d'exemple d'ordre de grandeur, une diminution de 25°C de la température ainsi mesurée, par rapport à celle prévue lors de la configuration de l'installation en usine, va entraîner une diminution de 10% du débit volumique, nécessitant une correction inverse, d'augmentation d'environ 10% de la valeur de consigne du débit Q.

**[0060]** Les circuits 62 sont par exemple une table en mémoire, ou des circuits de calcul, fournissant les valeurs respectives de la courbe optimale KM en fonction du débit Q mesuré. Les valeurs de courbe optimale KM peuvent être préalablement calculées lors de l'étude du réseau de l'installation, c'est-à-dire en particulier le nombre CO de colonnes et le nombre BQ de bouches 120 sur chaque colonne. On peut alors entrer en mémoire, dans le groupe de ventilation 1, la courbe optimale KM.

**[0061]** Les circuits 63 associés calculent un décrément de dépression à retrancher à la valeur de la courbe optimale KM des circuits 62, ce décrément étant déterminé par des calculs de probabilités portant sur l'état de l'installation, en termes de nombre de bouches 120 ouvertes et de positions possibles de celles-ci le long de la colonne considérée. Les circuits 63 comportent par exemple une table de probabilités d'occurrence d'événements, connaissant un nombre actuel de tels événements, par exemple une table de la loi de Poisson ou d'Erlang.

**[0062]** Il y a au moins deux types de risques de non satisfaction totale du besoin en dépression, le premier portant sur le fait que la mesure du débit Q ne fournit qu'une approximation du nombre de bouches 120 ouvertes, et le deuxième type portant sur le fait que la proportion de bouches 120 ouvertes défavorisées peut parfois dépasser la valeur moyenne attendue. L'explication ci-dessous porte sur le premier type de risque, le traitement du deuxième type de risque étant exposé en référence aux figures 3 à 6. Bien évidemment, la variation d'une valeur de dépression pour limiter l'un de ces deux risques va entraîner une variation de même sens de l'autre risque, l'amplitude de cette dernière variation dépendant toutefois de la loi de probabilité du deuxième risque.

**[0063]** A titre d'exemple d'ordres de grandeur des incertitudes liées au nombre d'événements observés, s'il a été observé qu'il s'est produit  $j = 1$  événement, c'est-à-dire qu'il a été détecté une augmentation du débit Q à partir du point A, la loi de Poisson permet d'estimer qu'il y a une forte probabilité pour que la densité sous-jacente de probabilité moyenne d'événement soit de l'ordre de grandeur de cette valeur observée. La probabilité sous-jacente peut donc être estimée comme étant par exemple dans une plage allant de 0,5 à 2, le risque de se tromper dans cette estimation étant évidemment d'autant plus faible que l'on augmente cette plage d'incertitude. Le risque est lié au fait que, comme la scrutation voulue du débit Q s'effectue cycliquement selon une certaine période, il y a donc un retard dans la perception de l'état réel de l'installation, c'est-à-dire en particulier l'ouverture de bouches 120. De plus, même si ces bouches 120 qui s'ouvrent sont en nombre limité, il y a un risque pour que ce soient des bouches 120 défavorisées en termes de perte de charge, qui risquent donc de ne pas disposer des 60 à 80 Pascal de dépression requis pour qu'elles fonctionnent efficacement.

**[0064]** Pour un risque très faible, on peut par exemple fixer une limite à 4 bouches 120 susceptibles d'être à l'état ouvert dans un certain délai, c'est-à-dire qu'il n'y a pas plus de quelques pourcent de chances qu'il y ait plus de 3 nouveaux événements (ouvertures de bouches 120) dans une durée déterminée, aboutissant donc à 4 bouches 120 ouvertes. Le supplément de dépression à allouer, par rapport au besoin observé, va donc être déterminé en pondérant une valeur de référence avec un facteur de pondération, ou foisonnement, de  $4/1 = 4$ , c'est-à-dire 300% ( $(4-1)/1$  événement) de plus que ce que requiert l'observation (1 seul événement).

**[0065]** Par contre, si la loi des grands nombres commence à s'appliquer, par exemple s'il y a déjà  $j = 10$  bouches 120 ouvertes, avec donc la montée correspondante du débit Q qui aura été détectée au fil du temps, la loi de Poisson ou d'Erlang va fournir, pour un même risque couru de dépassement de limite, un nombre de par exemple un risque de 4 ouvertures supplémentaires, à la place du nombre 3 ci-dessus, de supplément possible d'événements. La valeur du supplément va alors être pondérée par un facteur de pondération de  $4/10 = 0,4$ , c'est-à-dire 40% de plus que ce que requiert l'observation (10 événements).

**[0066]** On voit ainsi que la sensibilité de réaction à l'ouverture d'une bague 120, ou pente d'accroissement de la dépression  $D_p$ , est progressivement réduite de 300% à 40% dans cet exemple. Bien évidemment, on aura compris que cet exemple numérique n'a pour but que d'expliquer concrètement la raison pour laquelle la pente ci-dessus varie de la façon exposée, les chiffres cités ne servant qu'à donner un ordre de grandeur et à montrer que l'incertitude décroît avec la croissance du nombre  $j$  de bouches 120 ouvertes. La plage de variation peut en particulier s'étendre bien au-delà de l'exemple ci-dessus.

**[0067]** De la sorte, on obtient un bon compromis, puisque la bague la plus défavorisée 239 se verra attribuer, par rapport à la droite de base AB, une dépression maximale si elle s'ouvre la première.

**[0068]** On notera que la droite de base AB constitue ici une référence commode pour exposer la variation de la courbe de réponse, mais que cette droite de base AB ne constitue pas une référence absolue. Elle constitue simplement une courbe sensiblement moyenne entre un cas d'état le plus favorable, où les bouches 120 ouvertes sont les plus favorisées, donc sur la partie aval des colonnes, avec une courbe de réponse  $K_{min}$  en dessous de la droite de base AB, et la courbe

optimale KM, qui traite le pire cas.

**[0069]** Si la bouche la plus défavorisée 239 s'ouvre après d'autres, elle bénéficie alors de l'augmentation de dépression attribuée à celles qui l'ont précédée, de sorte que, n'étant plus très défavorisée, il est inutile de lui attribuer le supplément maximal prévu pour les très faibles débits, c'est-à-dire en partant du point A.

**[0070]** Les circuits 64 sont à base d'un soustracteur soustrayant le décrément déterminé par les circuits 63 à la valeur du point considéré de la courbe optimale KM provenant des circuits 62. La sortie du soustracteur 64 commande les circuits d'alimentation 7, ceux-ci comportant, en entrée, un convertisseur transformant la valeur de commande reçue en signaux de réglage du niveau voulu de puissance de commande du moteur 8, pour augmenter sa vitesse de rotation dans l'exemple ci-dessus. Bien évidemment, le processus expliqué ci-dessus s'applique en sens inverse en cas de décroissance du débit Q.

**[0071]** On conçoit que la présente représentation des circuits 62, 63 et 64 est essentiellement à but didactique, car les trois fonctions peuvent être assurées par un ensemble unique fournissant la courbe de réponse voulue, à partir d'une table de conversion débit Q / dépression Dp où à partir d'un algorithme apte à calculer tout point de la courbe.

**[0072]** Un exemple numérique plus détaillé va maintenant être exposé.

**[0073]** Pour la simplicité de l'exposé, on suppose tout d'abord que le nombre  $i$  de bouches 120 ouvertes dans chaque colonne d'aspiration est proportionnel au nombre  $BO$  de bouches 120 de la colonne d'aspiration considérée, c'est-à-dire qu'il y a une répartition égale de "densité" de bouches 120 ouvertes entre les colonnes.

**[0074]** Le Tableau 1 comporte  $N = 10$  lignes représentant respectivement  $N = 10$  états possibles, de rang courant  $Nj$  avec  $j$  allant de 1 à  $N = 10$ , (colonne de chiffres de gauche), d'une colonne d'aspiration dont  $j = 3$  bouches 120 sont ouvertes. Pour la facilité de l'exposé, la colonne d'aspiration est fictivement divisée en une pluralité de tronçons, ici  $k = 3$ , de même perte de charge, leurs sections pouvant être prévues étagées croissantes vers la branche 10 ou 20 de raccordement.

**[0075]** Dans le Tableau 1, les 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> colonnes de chiffres depuis la gauche représentent ainsi respectivement le nombre de bouches 120 ouvertes dans le tronçon aval, central et amont de la colonne 11 ou autre considérée, le tronçon aval étant donc le plus favorisé car étant le plus proche du ventilateur 9. Le logarithme du nombre d'états possibles  $N$  permet de définir, à un facteur près, l'entropie du système, c'est-à-dire un nombre croissant avec la diversité de ses  $N$  états possibles.

**[0076]** Les  $N$  lignes ci-dessus sont classées en supposant tout d'abord que les  $j = 3$  bouches 120 ouvertes sont dans le tronçon aval et, pour les lignes suivantes, les bouches 120 ouvertes sont de plus en plus situées en amont, c'est-à-dire défavorisées.

**[0077]** La ligne de rang  $Nj = 5$  représente une équi-répartition, c'est-à-dire  $i/k = 1$  bouche 120 ouverte par tronçon. Compte tenu de la symétrie par rapport au tronçon central, les lignes 7, 8, 9 sont identiques aux lignes respectives 3, 4, 2, avec permutation des chiffres des 2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> colonnes.

**[0078]** Dans cet exemple, comme le nombre ( $i = 3$ ) de bouches 120 ouvertes est très limité, les états "voisins" de l'état d'équi-répartition, ligne 5, sont en grand nombre, puisqu'il n'y a pas d'états très éloignés. Le terme "voisin" signifie que l'état considéré ne diffère de l'état d'équi-répartition que par une seule paire de changements d'état en sens inverses, c'est-à-dire que la bouche 120 ouverte de l'un des tronçons s'est fermée et qu'il s'est ouvert une bouche 120 dans l'un des deux autres tronçons, le total restant donc de  $j = 3$ . En d'autres termes, une bouche 120 ouverte est "passée", ou affectée, d'un tronçon à un autre.

**[0079]** Les lignes 2 et 3 représentent ainsi un état "2", respectivement "3", à 2 bouches 120 ouvertes dans le tronçon aval alors que le tronçon amont, ou respectivement le tronçon central, ne présente aucune bouche 120 ouverte. En ligne 4, le tronçon aval ne présente plus que 1 bouche 120 ouverte, le tronçon central présentant 2 bouches 120 ouvertes.

**[0080]** Aux lignes respectives 1, 6 et 10, les 3 bouches 120 ouvertes sont toutes dans le tronçon aval ou central ou amont. L'écart d'état par rapport à l'équi-répartition est ici de 2 paires de changements d'état en sens inverses. La probabilité d'existence des états des lignes 1, 6, 10 est donc plus faible que celle associée aux lignes 2-4 et 7-9. La 5<sup>e</sup> colonne de chiffres donne un pourcentage de probabilité associée à chaque état  $Ni$  par rapport à l'ensemble des états ici possibles, établi d'après la loi de Poisson ou d'Erlang, qui donne la probabilité d'avoir un nombre donné d'événements connaissant le nombre moyen d'événements attendus.

**[0081]** La figure 3 représente, en ordonnée, les pourcentages de la colonne de chiffres de droite, c'est-à-dire une gaussienne selon une courbe  $Cl$ , les états des lignes de rang  $Nj = 1$  à  $10$  correspondant donc à une rangée de  $N$  points d'abscisse classés dans cet ordre. La ligne de rang  $Nj = 5$  correspond ainsi à une probabilité maximale.

**[0082]** La courbe  $C2$  représente l'intégrale de la gaussienne  $Cl$ , c'est-à-dire un cumul des valeurs de probabilité. C'est globalement une courbe en "S" puisque les probabilités extrêmes, correspondant aux états "1" et "10", sont plus faibles que la moyenne des autres. Compte tenu du fait qu'un tronçon supérieur  $C2S$  du "S" ci-dessus présente une pente plus faible que la pente moyenne du reste du "S", on voit donc que la densité de points, c'est-à-dire le nombre de bouches 120 ouvertes, situés dans une tranche supérieure de pourcentages de la figure 3 est plus élevée qu'ailleurs. Ainsi, si l'on considère la tranche supérieure allant de 90% à 100%, c'est-à-dire 10% du total des probabilités, on voit que s'y trouvent accumulés 2 points, représentant les états "9" et "10", c'est-à-dire 20% du total.

**[0083]** Le présent exemple, ne portant que sur un faible nombre ( $i = 3$ ) de bouches 120 ouvertes, ne présente toutefois qu'incomplètement le phénomène d'accumulation de points dans la tranche supérieure. Ayant donc exposé le principe justifiant cette accumulation, on peut donc maintenant considérer, dans cet exposé, un plus grand nombre de bouches ouvertes par colonne, donc plus de  $N = 10$  états correspondant aux 10 lignes ci-dessus. En pareil cas, le nombre d'états

5 qui diffèrent, de l'état d'équi-répartition (cf ligne 5), par 2 ou 3 paires de changements d'état en sens inverses, ou même plus, est accru, et les probabilités correspondantes sont donc de plus en plus faibles à mesure que l'on s'éloigne de l'état d'équi-répartition. La gaussienne C1, d'allure très aplatie, se transforme ainsi en une gaussienne C10 à relief central plus marqué, encadré par deux "traînées" latérales de points à faibles probabilités, indiqués ci-dessus. La courbe C10 se trouve naturellement au-dessous de la courbe C1 puisque chacune des  $N = 10$  probabilités de la courbe C1 diminue, au profit des nouvelles probabilités qui ont été introduites puisque l'on a maintenant  $N > 10$ , contrairement au dessin. La somme totale des probabilités reste donc égale à 100%, c'est-à-dire que, comme la courbe C10 a été dessinée avec une ordonnée sensiblement trois fois plus faible que pour la courbe C1, la courbe C10 concerne environ  $N = 30$  points.

10 **[0084]** La courbe intégrale C2 devient ainsi une courbe C20 à forme en "S" plus marquée, c'est-à-dire avec un tronçon central qui s'est redressé, du fait du relief central ci-dessus plus marqué dans la courbe C10. Un tronçon d'extrémité 15 supérieure C20S du "S", à faible pente, est donc plus allongé et comprend ainsi un nombre N accru de points, c'est-à-dire d'états possibles. Ainsi, le tronçon supérieur C20S de la courbe intégrale C20, limité par les probabilités cumulées 20 90% et 100%, comporte environ 40% des points d'abscisse maximale, contre 20% dans le cas d'un tronçon supérieur C2S de la courbe intégrale C2.

**[0085]** On conçoit donc que, dans ce dernier exemple, si l'on accepte de tolérer 10% de cas (tranche supérieure ci-dessus) pour lesquels on ne satisfera pas totalement le besoin de dépression, on peut restreindre de 40% la fourniture de dépression  $D_p$ , avec donc un gain correspondant en énergie électrique. Bien évidemment, si le nombre moyen de bouches 120 ouvertes à prendre en compte est encore accru par rapport au cas de la courbe intégrale C20, le gain va dépasser les 40% ci-dessus, ou inversement, on peut choisir de maintenir cette valeur du gain et alors la tranche supérieure, de non satisfaction totale du besoin, représentera moins de 10%.

25 **[0086]** On rappellera qu'une loi de distribution de probabilités tend à répondre à la loi normale de distribution des grands nombres, c'est-à-dire que l'écart-type varie selon la racine carrée du nombre N de probabilités d'états. En d'autres termes, l'écart-type, une fois normé par le nombre N (et donc aussi par la valeur mesurée du débit Q), diminue selon une loi inverse de la racine carrée du nombre N, ce qui explique que la courbe C10, pour  $N > 10$  états, présente un relief central plus marqué, c'est-à-dire à flancs relativement plus raides, par rapport à la courbe C1 correspondant à  $N = 10$  états.

30 **[0087]** La colonne de chiffres de droite du Tableau 1 fournit des valeurs de perte de charge  $\Delta P$  pour chacun des 10 états  $N_j$  possibles de la figure 4. Pour la simplicité de l'exposé, chacun des trois tronçons de la colonne d'aspiration considérée est supposé présenter une configuration sensiblement semblable aux autres, c'est-à-dire que, pour un débit déterminé, la perte de charge  $\Delta P$  est la même dans chaque tronçon.

35 **[0088]** La ou les bouches 120 ouvertes du tronçon aval étant, statistiquement, réparties de façon aléatoire le long de celui-ci, elles peuvent donc, de ce point de vue, être supposées toutes situées au milieu de celui-ci, avec ainsi une perte de charge de 0,5  $\Delta P$ . Cette hypothèse simplificatrice est aussi faite pour les tronçons central et amont mais, pour passer du milieu d'un tronçon au milieu du tronçon suivant, la perte de charge est au total de  $\Delta P$ .

40 **[0089]** De ce fait, la valeur de perte de charge  $\Delta P$  est calculée en pondérant d'un facteur 0,5 les chiffres de la 2<sup>e</sup> colonne de chiffres dans le tableau 1, pour le tronçon aval, et en y ajoutant les chiffres des 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> colonnes de chiffres, pondérés par un facteur respectif de 1,5 et 2,5 de perte de charge par bague 120. Les valeurs de  $\Delta P$  sont donc en unités de base, arbitraires, car il s'agit d'illustrer l'allure de la courbe de perte de charge.

45 **[0090]** Comme on le voit, les valeurs de  $\Delta P$  sont globalement croissantes, puisque les états correspondants ont été classés selon ce critère dans le Tableau 1. L'état de la ligne "1" correspond ainsi à  $j = 3$  bouches 120 ouvertes, avec donc une perte de charge  $\Delta P$  de 3 fois 0,5 unité de base, selon le principe de calcul expliqué plus haut. Les états "3" et "4" correspondent à une même valeur  $\Delta P$  de 3,5, les états "5" et "6" correspondent à  $\Delta P = 4,5$ , et les états "7" et "8" correspondent à  $\Delta P = 5,5$ .

50 **[0091]** On voit ainsi que la suite de valeurs  $\Delta P$  présente des paliers dans la zone des lignes centrales, c'est-à-dire que son incrémentation y est plus faible que dans ses tronçons d'extrémité. Il s'agit ainsi d'une courbe en "S" retourné, c'est-à-dire une courbe en quelque sorte inverse de la courbe C2. En particulier, on voit que l'on satisfait le besoin de dépression des huit premiers états avec une perte de charge  $\Delta P$  inférieure ou égale à 5,5, alors que l'état de rang  $N_j = "10"$  correspond à une perte de charge de 7,5, et donc à une dépression  $D_p$  correspondante. On constate ainsi que l'on économise  $7,5 - 5,5 = 2$  unités de base sur un total de 7,5, soit 23%, ce dernier chiffre étant croissant si le nombre N est accru, comme exposé plus haut, c'est-à-dire que, pour un rang  $N_j$  croissant, les valeurs de perte de charge des états "3" à "8", dans cet exemple, vont tendre vers la valeur moyenne 4,5, qui va donc représenter une pression optimale en termes de bon compromis pour la satisfaction des besoins dans les divers cas. Comme indiqué, les bouches 120 ont, dans un but de simplification, été considérées comme présentant un état binaire, ouvert ou fermé. Dans le cas de bouches hygro-réglables, la quantification ci-dessus s'estompe puisqu'elles peuvent présenter des états intermédiaires,

c'est-à-dire que la ou les courbes obtenues à partir du Tableau 1 seront plus lissées.

**[0092]** On peut donc résumer la méthodologie d'optimisation de réglage de la dépression par les étapes suivantes.

5 1. On estime, d'après une mesure du débit  $Q$ , un nombre de bouches 120 ouvertes dans l'installation de BR branches et CO colonnes. Cette estimation peut être faite a priori

ou bien affinée si l'on connaît précisément les types de bouches 120 employées et le nombre correspondant.

Ainsi, globalement, on prend en compte l'architecture du réseau.

10 2. On considère, a priori, que chaque colonne présente un nombre  $j$  de bouches 120 ouvertes proportionnel à son propre nombre de bouches 120. On considère aussi, a priori, que les bouches 120 ouvertes sont statistiquement globalement réparties de même dans les diverses colonnes 11, 12, 21, 22, 23, c'est-à-dire que le débit de chaque colonne est sensiblement proportionnel au nombre  $i$  de bouches 120 ouvertes dans celle-ci.

15 Là encore, une connaissance plus détaillée de l'installation permet d'affiner les calculs, en fonction en particulier des divers types de bouches 120.

15 3. On détermine, pour une colonne déterminée, la colonne 11 par exemple, tous les  $N$  états possibles présentant un dit nombre  $j$  de bouches 120 ouvertes.

4. On estime la probabilité d'existence de chaque état, de rang  $N_j$ , d'après une loi de distribution statistique, éventuellement complétée, voire remplacée, par des informations de statistiques réelles d'ouverture des bouches 120, antérieurement établies.

20 On peut donc avoir un programmeur de prévision d'état.

5. On associe, à chaque état  $N_i$ , une estimation de perte de charge composite  $\Delta P$ , fonction de la position, pour chaque état  $N_i$ , de chaque bague 120 ouverte.

6. On calcule une gaussienne des probabilités individuelles de chacun des  $N$  états, classés par perte de charge composite croissante. On notera que la perte de charge croissante équivaut à un débit croissant.

25 7. On calcule une intégrale de la gaussienne.

8. On règle la dépression de façon à satisfaire statistiquement le besoin d'un pourcentage choisi de bouches 120 ouvertes de la colonne considérée. La forme plus ou moins aplatie de la gaussienne détermine donc la valeur de son écart-type et le choix du nombre, entier ou non, d'écart-types pour placer la limite déterminant donc le pourcentage ci-dessus.

30 **[0093]** Le processus ci-dessus peut être effectué par une étude statistique préalable de l'installation, lors de la définition du réseau de colonnes, et le modèle correspondant est ensuite mémorisé dans le groupe de ventilation 1. Il peut toutefois être prévu que ce dernier comporte les circuits voulus pour effectuer l'étude statistique à partir de la configuration du réseau.

35 **[0094]** En ce qui concerne la dynamique totale de dépression  $D_p$  / débit  $Q$  à assurer dans l'installation, le concepteur connaît le nombre de bouches 120 et leur type, de sorte qu'il est à même de déterminer le point "de départ" A (figure 5), c'est-à-dire le point à débit minimal  $Q_{min}$ , d'étiage, et à dépression juste suffisante pour que les bouches 120, en position de fermeture, disposent de la dépression suffisante pour assurer ce débit minimal. De même, il peut définir le point "d'arrivée" B, correspondant à un état de débit maximal  $Q_{max}$  à assurer, c'est-à-dire dans lequel les bouches 120 ouvertes représentent un pourcentage élevé.

40 **[0095]** Ainsi, pour chaque mesure du débit  $Q$ , la dépression  $D_p$  est réglée pour statistiquement totalement satisfaire un pourcentage prédéterminé de bouches 120 ouvertes. Si, exceptionnellement, les bouches 120 ouvertes représentent une configuration défavorable, le besoin en dépression ne sera pas entièrement satisfait. Une telle configuration défavorable correspond par exemple à un cas pour lequel ce seraient essentiellement les bouches 120 des tronçons amont d'une ou plusieurs des colonnes d'aspiration qui seraient ouvertes, c'est-à-dire une circulation d'air sur toute la longueur des colonnes d'aspiration, ou, en pire cas, sur une seule. Une non-satisfaction ne serait toutefois que temporaire.

45 **[0096]** Si les diverses colonnes, ici d'aspiration, présentent des caractéristiques mutuellement très différentes, en termes de perte de charge ou de nombre de bouches 120 qu'elles comportent au total, le processus ci-dessus portera de préférence sur la colonne la plus défavorisée, c'est-à-dire susceptible de présenter la perte de charge la plus élevée.

50 **[0097]** Par ailleurs, si le nombre  $j$  de bouches 120 ouvertes par colonne est estimé comme étant relativement faible, c'est-à-dire quelques unités comme dans l'exemple initial, la loi des grands nombres ne s'applique que faiblement en tant que "centrage" de la probabilité, et alors, pour prendre en compte le risque de dispersion du nombre moyen  $j$  entre colonnes, on peut aussi moduler la gaussienne  $C_1$ , et donc les courbes qui en dépendent, en supposant que le nombre moyen  $j$  de bouches 120 ouvertes est susceptible d'évoluer, par exemple le nombre moyen  $j = 3$  ayant une probabilité non négligeable de passer à 2 ou à 4 dans l'exemple initial, donc de s'en écarter de une unité, des écarts encore plus grands pouvant aussi être envisagés. Ainsi, pour la plage de débits possibles, l'ensemble de ces courbes  $C_1$  ou  $C_{10}$  et  $C_2$  ou  $C_{20}$ , pour chacun des débits  $Q$ , va constituer une dorsale  $K_0$  (figure 5), à probabilité maximale, avec, de chaque côté, une ou plusieurs autres courbes  $K_{min}$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_M$ , de niveau, de même genre mais à probabilités moindre. En d'autres termes la gaussienne  $C_1$  ou  $C_{10}$  va correspondre à 2 degrés de liberté, c'est-à-dire, d'une part, la dispersion

autour de l'état d'équi-répartition, ceci pour un nombre de bouches ouvertes  $j$  égal à la moyenne de l'installation, et, d'autre part, la dispersion, de répartition, du nombre moyen  $i$  entre les diverses colonnes, des bouches 120 ouvertes.

**[0098]** Ainsi, revenant à l'exemple initial à  $N = 10$  états possibles, on pourra effectuer les calculs ci-dessus de probabilités de non satisfaction du besoin de dépression en traçant une courbe intégrale  $C2$  modifiée correspondant à  $j = 4$  bouches ouvertes, et non plus  $j = 3$ , pour ainsi disposer d'une marge statistique et donc réduire le risque de non satisfaction du besoin de dépression.

**[0099]** On conçoit que les divers calculs ci-dessus peuvent être effectués dans un calculateur, c'est-à-dire que le présent tracé des diverses courbes n'a ici qu'un but didactique. Le calcul peut être effectué en amont temporellement, lors de l'étude de définition de l'installation, ou en temps réel dans le groupe de ventilation 1.

**[0100]** En référence à la figure 5, il a ainsi été déterminé qu'une famille de courbes  $Kp$  ( $Kmin, K0, K1, K2, KM$ ) chacune d'équi-probabilité de satisfaction du besoin en dépression était représentée par des courbes dépression  $Dp$  / débit  $Q$ , joignant le point de départ  $A$ , à débit minimal et dépression  $Dp$  minimale, au point d'arrivée  $B$ , à débit maximal et dépression  $Dp$  maximale. Le segment de droite  $AB$  peut servir à exposer l'allure des courbes ci-dessus, c'est-à-dire que, commodément, on peut par exemple définir chaque courbe par rapport à sa distance au segment  $AB$ . La zone en dessous du segment  $AB$  correspond à des cas très favorables, c'est-à-dire avec un nombre restreint, toutes choses égales, de bouches 120 ouvertes dans les tronçons aval des diverses colonnes.

**[0101]** La façon de déterminer les courbes  $Kp$  est exposée plus loin, sachant que la probabilité de satisfaction croît de  $Kmin$  à  $KM$ , la courbe supérieure  $KM$ , optimale, correspondant à la satisfaction du pire cas de besoin de dépression, c'est-à-dire que le risque de non-satisfaction est nul. "Symétriquement", côté inférieur en dépression, on peut définir, sous le segment  $AB$ , la courbe minimale  $Kmin$  en dessous de laquelle le fonctionnement est, à coup sûr, incorrect. La plage d'extension de chaque gaussienne  $G1, G2, G3, G4$  est donc bornée par les courbes enveloppes  $Kmin$  et  $KM$ . Chaque courbe  $Kp$  peut être mémorisée sous forme d'une suite de paires de valeurs dépression/débit  $Q$ , ou sous forme d'une équation de calcul de la dépression en fonction du débit  $Q$ .

**[0102]** Le concept de l'invention est donc de choisir une courbe  $Kp$  comprise entre les courbes extrêmes  $Kmin$  et  $KM$ , sachant que la probabilité de non satisfaction passe de sensiblement 100% pour  $Kmin$ , à sensiblement 50% pour  $K0$ , en passant par des courbes de niveau intermédiaires inférieures non dessinées, et qu'elle continue à décroître vers zéro au passage par les courbes de niveau intermédiaires supérieures  $K1, K2$  et suivantes.

**[0103]** Partant du point  $A$ , chaque courbe  $K1, K2$  se trouve au-dessus du segment  $AB$ , pour satisfaire le besoin de dépression dans la grande majorité des cas possibles, comme exposé précédemment. Comme indiqué ci-dessus, c'est toutefois la courbe minimale  $Kmin$  qui est théoriquement la base de départ pour l'évaluation du risque.

**[0104]** Compte tenu de la variation de l'écart-type, normé par  $N$ , selon l'inverse de la racine carrée du nombre  $N$ , chaque courbe  $K1, K2$  est, pour les faibles débits  $Q$ , en proportion relativement écartée du point correspondant du segment  $AB$ , c'est-à-dire qu'elle en est éloignée d'un certain nombre, entier ou fractionnaire, d'écart-types, si l'on considère que le segment  $AB$ , ou une courbe assez voisine de celui-ci, correspond sensiblement à la distribution équi-répartie.

**[0105]** Ainsi, sur la figure 5, pour un faible débit  $Q1$ , il a été tracé une dite gaussienne  $G1$ , semblable à la dite gaussienne  $C1$ , par rapport à un axe vertical local d'ordonnée de référence. La gaussienne  $G1$ , qui s'étend donc théoriquement dans un plan vertical perpendiculaire au plan de la figure 5, a été dessinée rabattue à droite de son axe vertical de référence. Comme exposé plus haut, une telle gaussienne  $C1$ , ou  $G1$ , est donc très aplatie par rapport à son axe de référence du fait que la loi des grands nombres ne joue pas.

**[0106]** Lorsque le débit  $Q$  mesuré croît, indiquant une croissance du nombre  $j$ , la loi des grands nombres s'applique de façon accrue, c'est-à-dire que l'écart-type normé diminue. La courbe  $Kp$  considérée se rapproche ainsi progressivement du segment  $AB$  pour finalement le rejoindre au point  $B$ . Ainsi, il a été tracé de même, pour trois débits en ordre croissant  $Q2, Q3$  et  $Q4$ , trois autres gaussiennes  $G2, G3, G4$  tendant à prendre une forme moins aplatie du fait de la loi des grands nombres, comme cela a été exposé pour la gaussienne  $C10$ .

**[0107]** La courbe  $K0$ , dorsale, s'appuyant sur les sommets des dites gaussiennes  $G1$  à  $G4$ , a été tracée à titre uniquement purement illustratif de la méthode de définition de la courbe de réponse REP voulue, car la courbe dorsale  $K0$  correspond donc à une probabilité de non satisfaction du besoin en dépression qui est très élevée, voisine de 50% (surface d'intégrale de la gaussienne considérée  $G1$  à  $G4$  située au-dessus de la courbe sommitale  $K0$ ), ce qui n'est guère acceptable. On peut prévoir des gaussiennes supplémentaires pour mieux définir les tracés des diverses courbes équipotentielles  $Kp$ , ou bien définir ces tracés par interpolation entre un nombre restreint de telles gaussiennes, par exemple moins de dix.

**[0108]** La courbe  $K1$  est une équipotentielle, ou courbe de niveau, reliant des points des gaussiennes  $G1$  à  $G4$  correspondant à par exemple un risque de 20%, c'est-à-dire que 80% de l'intégrale est en dessous de la courbe  $K1$ .

**[0109]** La courbe  $K2$  est de même une équipotentielle, reliant des points des gaussiennes  $G1$  à  $G4$  correspondant à par exemple un risque de 10%, c'est-à-dire que 90% de l'intégrale est en dessous de la courbe  $K1$ .

**[0110]** C'est la courbe de réponse  $K2$  qui est retenue dans cet exemple. On comprendra toutefois que le présent choix d'un taux de satisfaction de 90% n'est qu'un cas particulier et que l'invention n'est aucunement limitée à une quelconque

valeur de taux de satisfaction. Les circuits 63 assurent donc les calculs portant sur la gaussienne relative au débit Q mesuré et ils émettent en sortie le décrément de dépression à appliquer à la courbe optimale KM, décrément correspondant au niveau de risque choisi.

**[0111]** On peut en particulier exploiter en alternance au moins deux courbes comme K1 et K2 selon l'instant de la 5 journée. Par exemple, la nuit, les cuisines n'émettant pas de fumée, c'est essentiellement la vapeur éventuelle de salles de bains qu'il faut aspirer. On peut donc tolérer que cette aspiration prenne un peu plus de temps que prévu, c'est-à-dire tolérer un risque accru de dégradation du service. C'est donc la courbe K1 qui est alors utilisée. Comme évoqué, en variante, les gaussiennes de risque peuvent être déterminées avant installation et il est mémorisé une ou plusieurs courbes de niveau Kp.

**[0112]** Le passage de la courbe K2 à une courbe de qualité de service réduite peut s'effectuer par une translation de 10 la courbe K2 selon l'axe des abscisses Q, et précisément en ajoutant une certaine constante à la valeur de débit Q mesurée. Cela revient à masquer, pour les circuits 63, d'allocation de dépression Dp, une partie du débit Q réel, de sorte que l'allocation est incomplète. On obtient ainsi une nouvelle courbe strictement parallèle à la courbe K2 et sous celle-ci, cette nouvelle courbe ayant une allure très voisine de la courbe K1 et pouvant donc la remplacer.

**[0113]** Selon une autre possibilité de décalage de la courbe K2, en forme d'arche à branche inférieure montante et à 15 branche supérieure descendante (par rapport au segment de base AB) pour respectivement les faibles et les forts débits Q, on la fait glisser sur le segment de base AB. Pour les faibles débits Q mesurés, c'est-à-dire inférieurs à un débit Qc associé au point sommital C, le glissement s'effectue vers le point maximal B, de sorte que la branche d'arche montante de la nouvelle courbe de réponse se trouve à droite de la branche d'arche montante de la courbe K2, c'est-à-dire en dessous. Symétriquement, pour les débits Q mesurés supérieurs au débit Qc, le glissement s'effectue vers le point 20 minimal A, de sorte que la branche descendante de la nouvelle courbe de réponse se trouve à gauche de, et sous, la branche d'arche descendante de la courbe K2. En d'autres termes, le (débit Qc du) point sommital C, de supplément maximal de dépression, se rapproche ou s'éloigne du point de mesure courant, et donc avec lui toute la gaussienne, selon que l'on veut augmenter ou réduire le supplément de dépression Dp. En variante, on remonte la courbe de 25 dépression.

**[0114]** Une courbe quelconque de la famille, ici la courbe K2, présente, approximativement, d'abord un premier tronçon 30 AC divergent par rapport au segment AB, à allure approximative d'arche de parabole d'axe horizontal, avec donc une pente de montée de valeur maximale qui décroît progressivement, la courbe poursuivant sa montée en dépression par un second tronçon CB de pente bien plus faible qui converge vers le segment AB. Par commodité pour effectuer les 35 calculs correspondants de régulation de dépression, le premier tronçon AC peut être assimilé à un segment de droite ou à deux, le deuxième tronçon CB étant à pente plus faible. Globalement, le premier tronçon AC présente ainsi une concavité ouverte vers le bas, donc vers le segment AB. Le point C correspond à un écart maximal de dépression par rapport au segment AB, c'est-à-dire qu'il représente un point sommital relatif si l'on prend comme référence le segment AB. En valeur de dépression absolue, le point C présente toutefois une valeur de dépression Dp inférieure à celle du 40 point maximal B.

**[0115]** Dans le second tronçon CB, on voit se manifester de plus en plus l'influence de la loi des grands nombres sur l'écart-type normé, c'est-à-dire une loi de variation qui diminue de façon monotone comme l'inverse de la racine carrée de CO x i, ou du débit Q.

**[0116]** Le second tronçon CB, qui tend ainsi à sensiblement présenter l'allure d'une branche d'hyperbole, peut toutefois 45 être assimilé, par commodité, à une suite de la branche de parabole. Il peut toutefois, pour la simplicité de la mise en oeuvre, être assimilé à un segment de droite. En variante, on peut considérer que le point B n'est qu'un point de repère pour établir le segment de référence AB, et que le second tronçon CB se termine légèrement au-dessus du point B, c'est-à-dire à une distance correspondant au nombre considéré d'écart-types.

**[0117]** La figure 6 est une autre illustration de la façon d'obtenir le décrément de dépression pour déterminer la courbe 50 de réponse REP passant par les points A, B, C. Sur la figure 6, l'axe des abscisses représente le nombre cumulé CO x i de bouches 120 ouvertes dans les CO colonnes, c'est-à-dire aussi, au facteur CO près, le nombre i pour une colonne, ou peut aussi être considéré comme représentant sensiblement le débit Q. Le nombre cumulé CO x i varie ici dans une plage allant de 1 à 80. Le nombre N d'états possibles, pour chaque valeur de la variable CO x i, croît, quant à lui, beaucoup plus rapidement puisqu'il s'agit d'un factoriel de cette variable, de sorte que la quantification d'une gaussienne de type de la courbe CI s'estompe rapidement, comme exposé pour la gaussienne C10. L'axe d'ordonnée porte deux échelles, à savoir la dépression Dp, en échelle linéaire arbitraire allant de 0 à 100, et une échelle linéaire de nombres purs, allant de 0 à 1.

**[0118]** Il a été tracé un segment de droite M joignant les points A et B tels que définis précédemment, représentant 55 un besoin moyen en dépression en fonction du débit Q, et donc aussi en fonction du nombre cumulé CO x i. Comme indiqué, une telle droite joignant les points A et B sert essentiellement ici de support virtuel pour exposer l'allure des courbes de réponse. Il a aussi été tracé une courbe R = (CO x i)<sup>-0,5</sup>, représentant donc l'inverse de la racine carrée du nombre CO x i, c'est-à-dire la loi de convergence, exposée plus haut, d'après la loi des grands nombres. La courbe R fournit donc l'allure de la variation de pondération en fonction du nombre CO x i. Comme la courbe R = 1/(CO x i)

représente des nombres inférieurs à 1 dès que  $CO \times i > 1$ , ceux-ci sont multipliés, dans cet exemple, par une constante supérieure à 1, ici valant 5, de façon à disposer d'un supplément de dépression suffisant.

[0119] Un supplément de dépression non optimal, par rapport à la droite de base AB, est ainsi défini au moyen d'une courbe MR représentant le produit de chaque paire de valeurs des courbes M et R pour chaque valeur de N en abscisse.

[0120] Si l'on prend  $CO \times i = 1$ , la courbe R fournit la valeur 1. La courbe de besoin moyen M correspond à une dépression Dp valant 1, en unité arbitraire. Le produit des deux variables ci-dessus par le coefficient multiplicatif 5 donne donc, pour la courbe MR, une valeur de  $1 \times 1 \times 5 = 5$ .

[0121] Pour  $CO \times i = 2$ , la courbe de besoin moyen M donne une valeur de 2 et la courbe R donne une valeur de 0,7, d'où une valeur de  $2 \times 0,7 \times 5 = 7$ .

[0122] Pour  $CO \times i = 10$ , la courbe de besoin moyen M donne une valeur de 10 et la courbe R donne une valeur de 0,32, d'où une valeur de  $10 \times 0,32 \times 5 = 16$ .

[0123] Pour  $CO \times i = 20$ , la courbe de besoin moyen M donne une valeur de 20 et la courbe R donne une valeur de 0,2, d'où une valeur de  $20 \times 0,2 \times 5 = 20$ .

[0124] Comme la courbe de besoin moyen M a été dessinée passant par les valeurs 0 d'abscisse et d'ordonnée, à titre de simplification pour l'exposé, la courbe MR est une courbe exactement inverse de la courbe R, c'est-à-dire une courbe en  $(CO \times i)N^{0,5}$ . Même dans le cas où la courbe de besoin moyen M ne passe pas par l'origine, la courbe MR a globalement une allure de branche supérieure de parabole couchée. Le segment en pointillés CMR représente une corde reliant le point d'origine à un point d'extrémité de la courbe MR.

[0125] Un écart SPq, pour chaque valeur du débit Q, et donc aussi de  $CO \times i$ , de la courbe MR par rapport au segment de corde CMR représente le supplément de dépression à ajouter à la courbe de besoin moyen M, comme indiqué par les flèches de renvoi, fournissant ainsi la courbe de réponse REP passant par les points A, C, B. Le point d'abscisse maximale sur la figure 6 ( $CO \times i$  ou  $Q = 80$ ) est supposé correspondre à la limite du besoin, c'est-à-dire le point B, de sorte que le supplément de dépression est supposé être nul, de même que le décrément.

[0126] La figure 6 illustre donc l'effet de la loi des grands nombres, en termes de bouches 120 ouvertes. Comme exposé plus haut, pour un nombre  $CO \times i$  faible, par exemple inférieur à 10, le décrément de dépression par rapport à la courbe optimale KM peut être réduit par rapport à l'exposé de la figure 6, pour tenir compte de l'aplatissement de la gaussienne indiqué plus haut, c'est-à-dire de la dispersion très nettement accrue par rapport à la probabilité moyenne quant à la position de chaque bouché 120 dans la colonne considérée.

30

Tableau 1

Nombre de bouches ouvertes par tronçon, total  $i = 3$

| Rang Nj<br>(N États) | Tronçon aval | Tronçon central | Tronçon amont | Probabilité de l'état<br>% |  P |
|----------------------|--------------|-----------------|---------------|----------------------------|---|
| 35                   | "1"          | 3               | 0             | 0                          | 4 1,5   |
|                      | "2"          | 2               | 1             | 0                          | 11 2,5  |
|                      | "3"          | 2               | 0             | 1                          | 11 3,5  |
|                      | "4"          | 1               | 2             | 0                          | 11 3,5  |
|                      | "5"          | 1               | 1             | 1                          | 22 4,5  |
| 40                   | "6"          | 0               | 3             | 0                          | 4 4,5   |
|                      | "7"          | 1               | 0             | 2                          | 11 5,5  |
|                      | "8"          | 0               | 2             | 1                          | 11 5,5  |
|                      | "9"          | 0               | 1             | 2                          | 11 6,5  |
|                      | "10"         | 0               | 0             | 3                          | 4 7,5   |

### Revendications

- 50 1. Groupe de ventilation comportant un bloc (6, 7) d'alimentation d'un moteur (8) d' entraînement d'un ventilateur (9) destiné à assurer la circulation d'air dans des bouches (120) présentant une certaine répartition le long de colonnes (11, 12), **caractérisé par le fait que** le bloc d'alimentation (6, 7) comprend des moyens de régulation (6) comportant des circuits (61) d'entrée de signaux de mesure de débit d'air (Q) du ventilateur (9) agencés pour commander des circuits (7) d'alimentation du moteur (8) à travers des moyens (62, 63, 64) de conversion de la mesure en une valeur de commande de puissance correspondant à une pression d'air de consigne à assurer par le ventilateur (9), les moyens de conversion (62, 63, 64) étant agencés pour, à partir de valeurs optimales prédéterminées de pression correspondant à une courbe optimale (KM) de réponse pression (Dp) / débit (Q) satisfaisante quelle que soit la dite répartition des bouches (120) ouvertes, associer, à chaque débit d'air (Q) mesuré, une gaussienne (G1, G2, G3,

55

G4), de risque de non satisfaction du besoin en pression (Dp), croissante dès qu'une pression d'air de consigne envisagée décroît en dessous de la valeur optimale correspondante, et agencés pour fixer la pression d'air de consigne à une valeur déterminée d'après un pourcentage de consigne de dit risque, fourni par une intégrale de la gaussienne (G1, G2, G3, G4).

- 5
2. Groupe selon la revendication 1, dans lequel les moyens de conversion (62, 63, 64) comportent en mémoire des données de définition d'un faisceau (K1, K2) d'au moins une courbe (K2) correspondant à une valeur standard pré-déterminée du dit risque et sont agencés pour asservir les circuits d'alimentation (7) de façon à ce que le groupe tende à fonctionner conformément à la dite courbe (K2).

10

  3. Groupe selon la revendication 2, dans lequel les moyens de régulation (6) comportent des moyens séquenceurs agencés pour, lors de certaines périodes de temps programmées, modifier le dit pourcentage de consigne de risque par rapport à la dite valeur standard, par asservissement sur une courbe (K1) du dit faisceau autre que la dite au moins une courbe (K2).

15

  4. Groupe selon la revendication 3, dans lequel les moyens de régulation (6) sont agencés pour effectuer la dite modification du pourcentage de consigne de risque par décalage d'une courbe de réponse en pression (REP) le long d'une échelle des débits (Q).

20

  5. Groupe selon la revendication 4, dans lequel le dit décalage s'effectue en retranchant une certaine valeur à la valeur de mesure de débit (Q).
  6. Groupe selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel les moyens de régulation (6) comportent une mémoire d'historique du débit (Q) mesuré au cours du temps, et les moyens de régulation (6) sont agencés pour moduler le pourcentage de consigne de risque en fonction de l'historique.

25

  7. Groupe selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les moyens de conversion (62, 63, 64) sont agencés pour qu'une courbe de pression d'air de consigne en fonction du débit (Q) ait l'allure d'une branche de parabole.

30

  8. Procédé de détermination d'une valeur de réglage de la pression d'air de consigne du groupe de ventilation selon l'une des revendications 1 à 7, installé dans une installation de ventilation comportant un nombre donné (B) de branches (10, 20) et un nombre donné (C) de colonnes (11, 12, 21, 22, 23) le long desquelles sont réparties un certain nombre de bouches (120), procédé dans lequel :
    - 35 a) on estime, d'après une mesure de débit d'air, un nombre de bouches (120) ouvertes dans l'installation,
    - b) on considère, a priori, que chaque colonne présente un nombre (i) de bouches (120) ouvertes proportionnel à son propre nombre de bouches (120) et on considère aussi, a priori, que les bouches (120) ouvertes sont statistiquement globalement réparties de même dans les diverses colonnes (11, 12, 21, 22, 23), c'est-à-dire que le débit de chaque colonne est proportionnel au nombre (i) de bouches (120) ouvertes dans celle-ci,
    - 40 c) on détermine, pour une colonne déterminée, tous les N états possibles présentant un dit nombre (i) de bouches (120) ouvertes,
    - d) on estime la probabilité d'existence de chaque état, d'après une loi de distribution statistique ou d'après des informations de statistiques réelles, antérieurement établies par observation d'ouvertures des bouches (120),
    - 45 e) on associe, à chaque état, une estimation de perte de charge composite (P), fonction de la position, pour chaque état, de chaque bague (120) ouverte,
    - f) on calcule une gaussienne (C1, C10, G1, G2, G3, G4) des probabilités individuelles de chacun des N états, classés par perte de charge composite (OP) croissante,
    - 50 g) on calcule une intégrale (C2, C20) de la gaussienne, et
    - h) on règle la pression d'air de façon à satisfaire statistiquement, d'après la dite intégrale (C2, C20), le besoin d'un pourcentage de consigne de bouches (120) ouvertes de la colonne (11) considérée.

55

  9. procédé selon la revendication 8, dans lequel les étapes b) à g) sont effectuées préalablement à la mise en service effectif de l'installation, avec mémorisation d'une pluralité de tronçons de dites intégrales de gaussienne (G1, G2, G3, G4) pour une même pluralité de débits possibles.
  10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la dite pluralité (G1, G2, G3, G4) est limitée à moins de dix et l'étape h) s'effectue par interpolation entre deux intégrales de gaussienne (G1, G2, G3, G4) dont les valeurs associées de débit encadrent la valeur de débit de l'étape a).

## Revendications modifiées conformément à la règle 137(2) CBE.

1. Groupe de ventilation comportant un bloc (6, 7) d'alimentation d'un moteur (8) d'entraînement d'un ventilateur (9) destiné à assurer la circulation d'air dans des bouches (120) présentant une certaine répartition le long de colonnes (11, 12), le bloc d'alimentation (6, 7) comprenant des moyens de régulation (6) comportant des circuits (61) d'entrée de signaux de mesure de débit d'air (Q) du ventilateur (9) agencés pour commander des circuits (7) d'alimentation du moteur (8) à travers des moyens (62, 63, 64) de conversion de la mesure en une valeur de commande de puissance correspondant à une pression d'air de consigne à assurer par le ventilateur (9), **caractérisé en ce que** les moyens de conversion (62, 63, 64) sont agencés pour, à partir de valeurs optimales prédéterminées de pression correspondant à une courbe optimale (KM) de réponse pression (Dp) / débit (Q) satisfaisante quelle que soit la dite répartition des bouches (120) ouvertes, associer, à chaque débit d'air (Q) mesuré, une gaussienne (G1, G2, G3, G4), de risque de non satisfaction du besoin en pression (Dp), croissante dès qu'une pression d'air de consigne envisagée décroît en dessous de la valeur optimale correspondante, et agencés pour fixer la pression d'air de consigne à une valeur déterminée d'après un pourcentage de consigne de dit risque, fourni par une intégrale de la gaussienne (G1, G2, G3, G4).
2. Groupe selon la revendication 1, dans lequel les moyens de conversion (62, 63, 64) comportent en mémoire des données de définition d'un faisceau (K1, K2) d'au moins une courbe (K2) correspondant à une valeur standard prédéterminée du dit risque et sont agencés pour asservir les circuits d'alimentation (7) de façon à ce que le groupe tende à fonctionner conformément à la dite courbe (K2).
3. Groupe selon la revendication 2, dans lequel les moyens de régulation (6) comportent des moyens séquenceurs agencés pour, lors de certaines périodes de temps programmées, modifier le dit pourcentage de consigne de risque par rapport à la dite valeur standard, par asservissement sur une courbe (K1) du dit faisceau autre que la dite au moins une courbe (K2).
4. Groupe selon la revendication 3, dans lequel les moyens de régulation (6) sont agencés pour effectuer la dite modification du pourcentage de consigne de risque par décalage d'une courbe de réponse en pression (REP) le long d'une échelle des débits (Q).
5. Groupe selon la revendication 4, dans lequel le dit décalage s'effectue en retranchant une certaine valeur à la valeur de mesure de débit (Q).
6. Groupe selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel les moyens de régulation (6) comportent une mémoire d'historique du débit (Q) mesuré au cours du temps, et les moyens de régulation (6) sont agencés pour moduler le pourcentage de consigne de risque en fonction de l'historique.
7. Groupe selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les moyens de conversion (62, 63, 64) sont agencés pour qu'une courbe de pression d'air de consigne en fonction du débit (Q) ait l'allure d'une branche de parabole.
8. Procédé de détermination d'une valeur de réglage de la pression d'air de consigne du groupe de ventilation selon l'une des revendications 1 à 7, installé dans une installation de ventilation comportant un nombre donné (B) de branches (10, 20) et un nombre donné (C) de colonnes (11, 12, 21, 22, 23) le long desquelles sont réparties un certain nombre de bouches (120), procédé dans lequel :
  - a) on estime, d'après une mesure de débit d'air, un nombre de bouches (120) ouvertes dans l'installation,
  - b) on considère, a priori, que chaque colonne présente un nombre (i) de bouches (120) ouvertes proportionnel à son propre nombre de bouches (120) et on considère aussi, a priori, que les bouches (120) ouvertes sont statistiquement globalement réparties de même dans les diverses colonnes (11, 12, 21, 22, 23), c'est-à-dire que le débit de chaque colonne est proportionnel au nombre (i) de bouches (120) ouvertes dans celle-ci,
  - c) on détermine, pour une colonne déterminée, tous les N états possibles présentant un dit nombre (i) de bouches (120) ouvertes,
  - d) on estime la probabilité d'existence de chaque état, d'après une loi de distribution statistique ou d'après des informations de statistiques réelles, antérieurement établies par observation d'ouvertures des bouches (120),
  - e) on associe, à chaque état, une estimation de perte de charge composite ( $\Delta P$ ), fonction de la position, pour chaque état, de chaque bague (120) ouverte,
  - f) on calcule une gaussienne (C1, C10, G1, G2, G3, G4) des probabilités individuelles de chacun des N états,

5 classés par perte de charge composite ( $\Delta P$ ) croissante,  
g) on calcule une intégrale (C2, C20) de la gaussienne, et  
h) on règle la pression d'air de façon à satisfaire statistiquement, d'après la dite intégrale (C2, C20), le besoin  
d'un pourcentage de consigne de bouches (120) ouvertes de la colonne (11) considérée.

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel les étapes b) à g) sont effectuées préalablement à la mise en service effectif de l'installation, avec mémorisation d'une pluralité de tronçons de dites intégrales de gaussienne (G1, G2, G3, G4) pour une même pluralité de débits possibles.
- 10 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la dite pluralité (G1, G2, G3, G4) est limitée à moins de dix et l'étape h) s'effectue par interpolation entre deux intégrales de gaussienne (G1, G2, G3, G4) dont les valeurs associées de débit encadrent la valeur de débit de l'étape a).

15

20

25

30

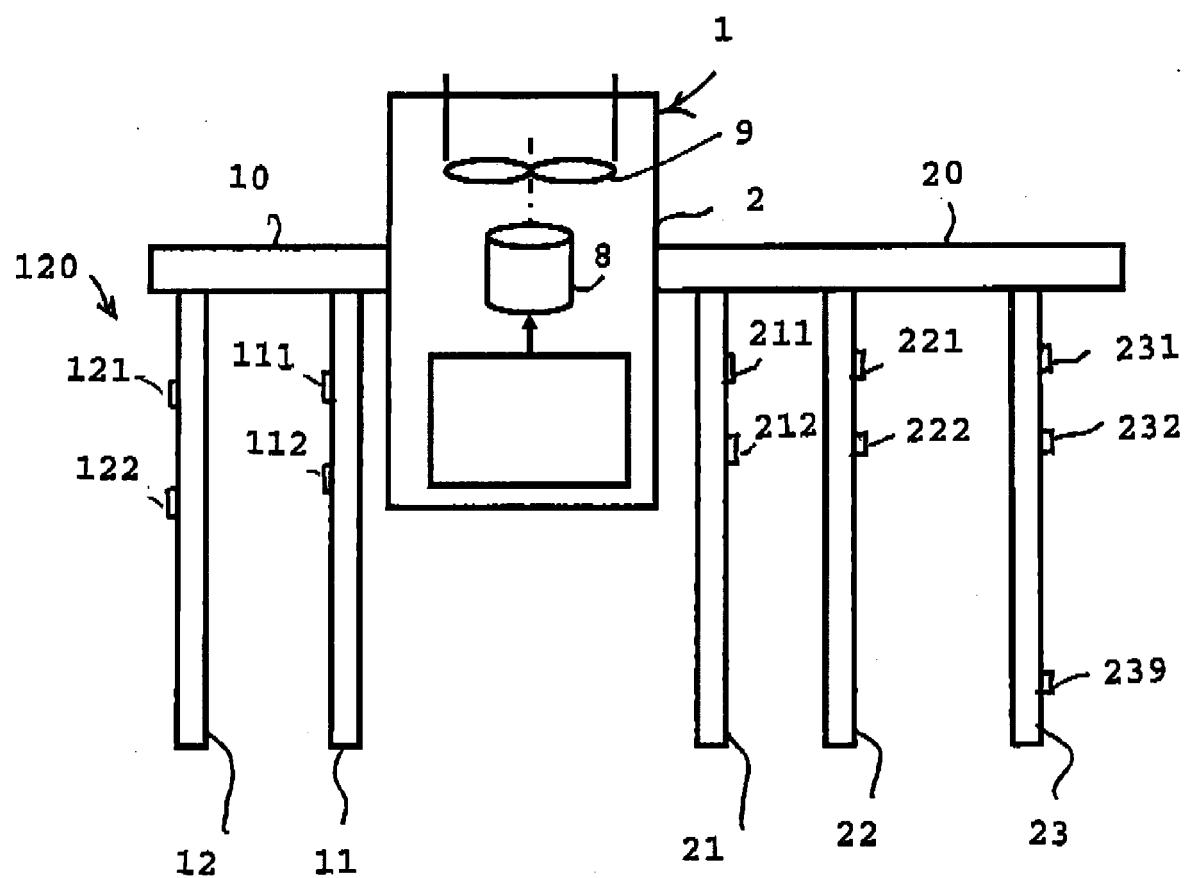
35

40

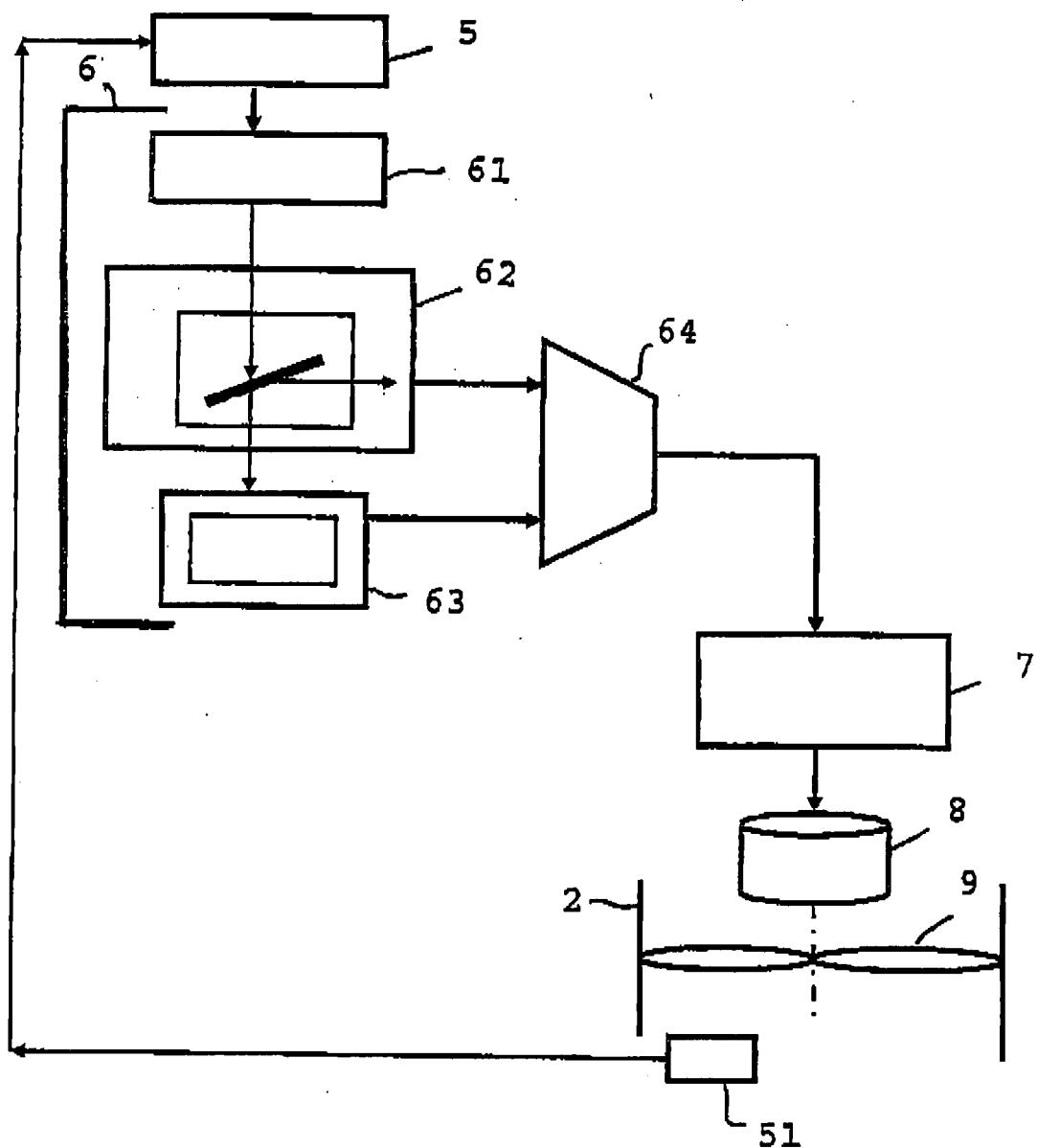
45

50

55



F I G U R E 1



F I G U R E . 2

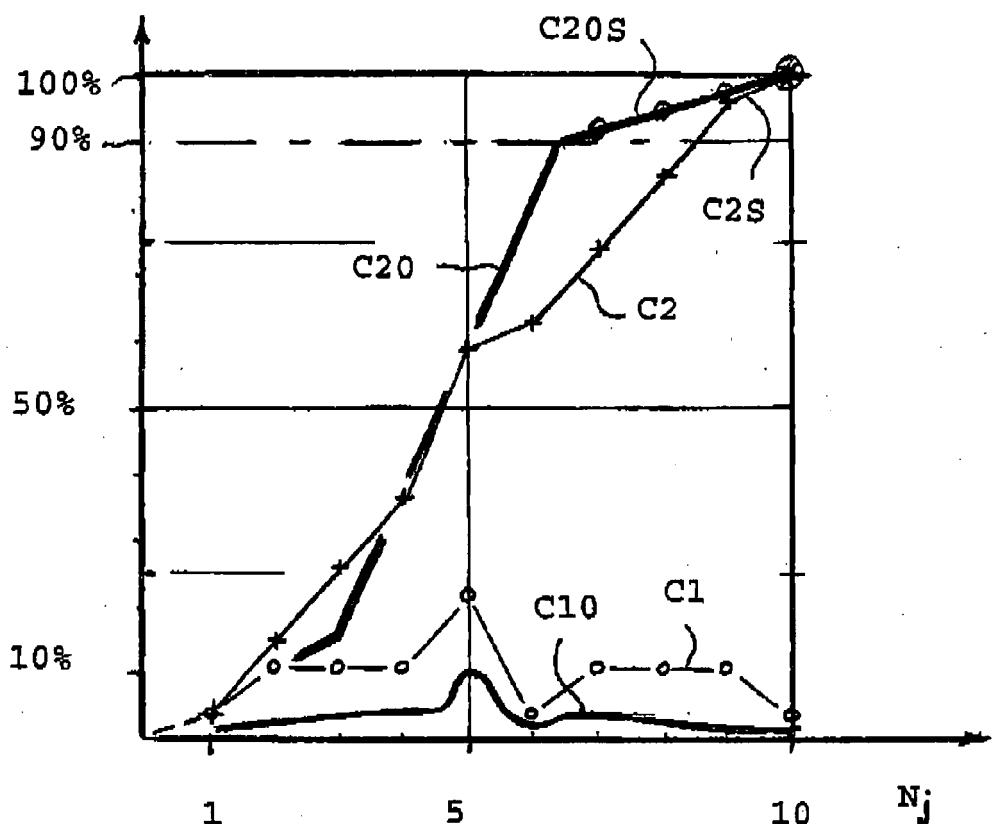


FIGURE 3

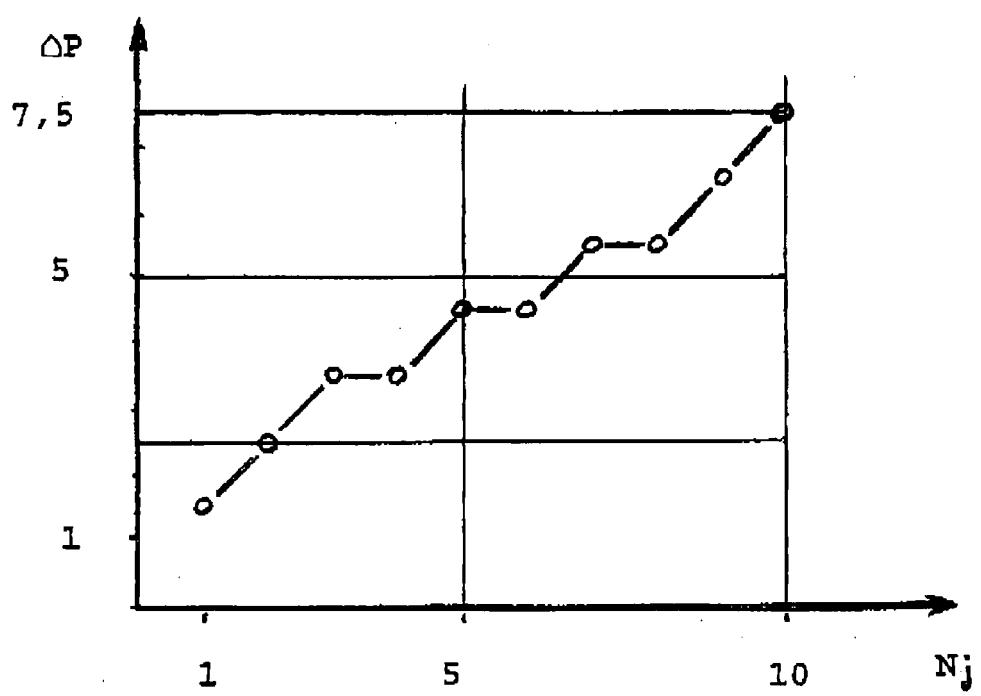


FIGURE 4

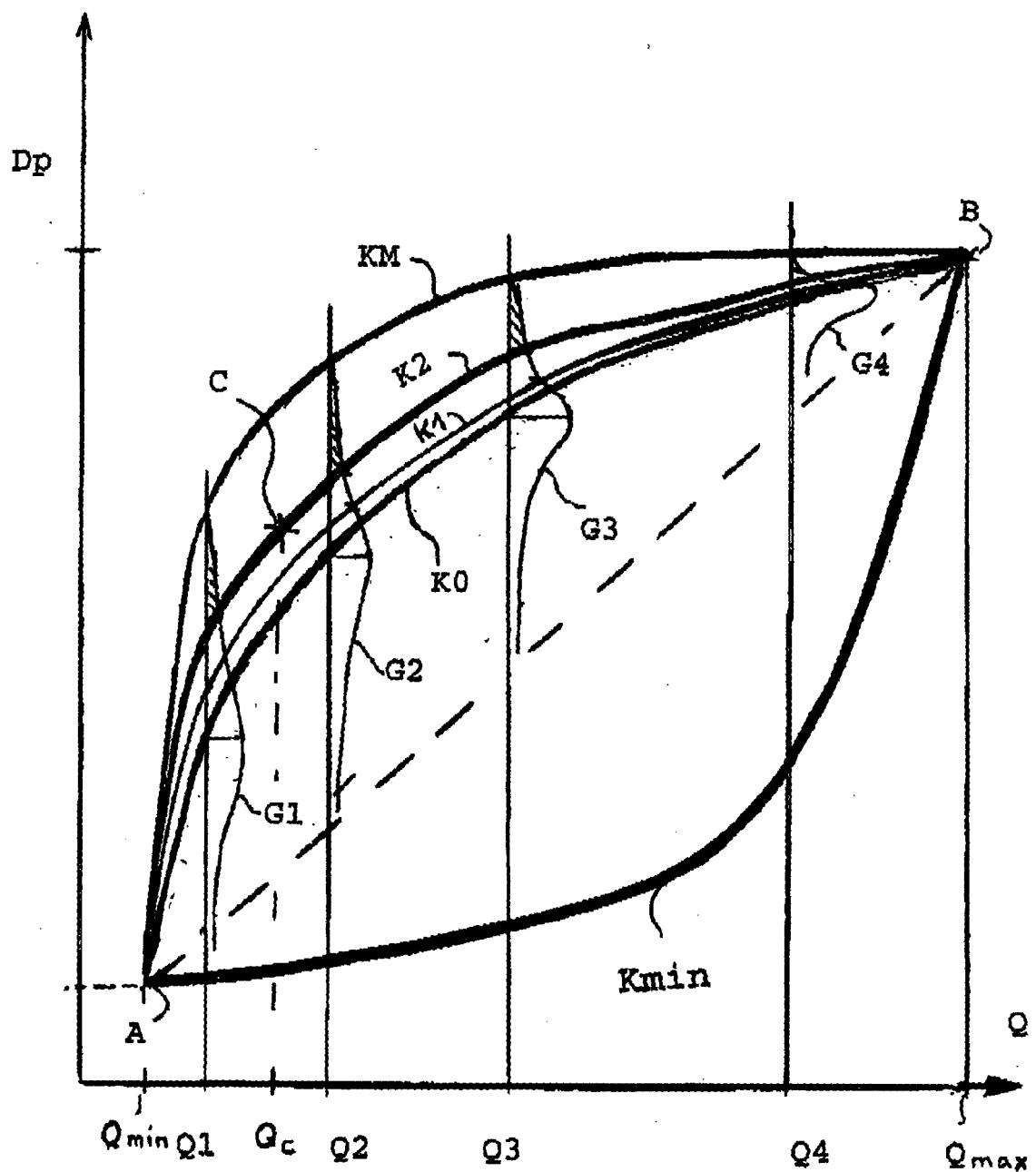


FIGURE 5

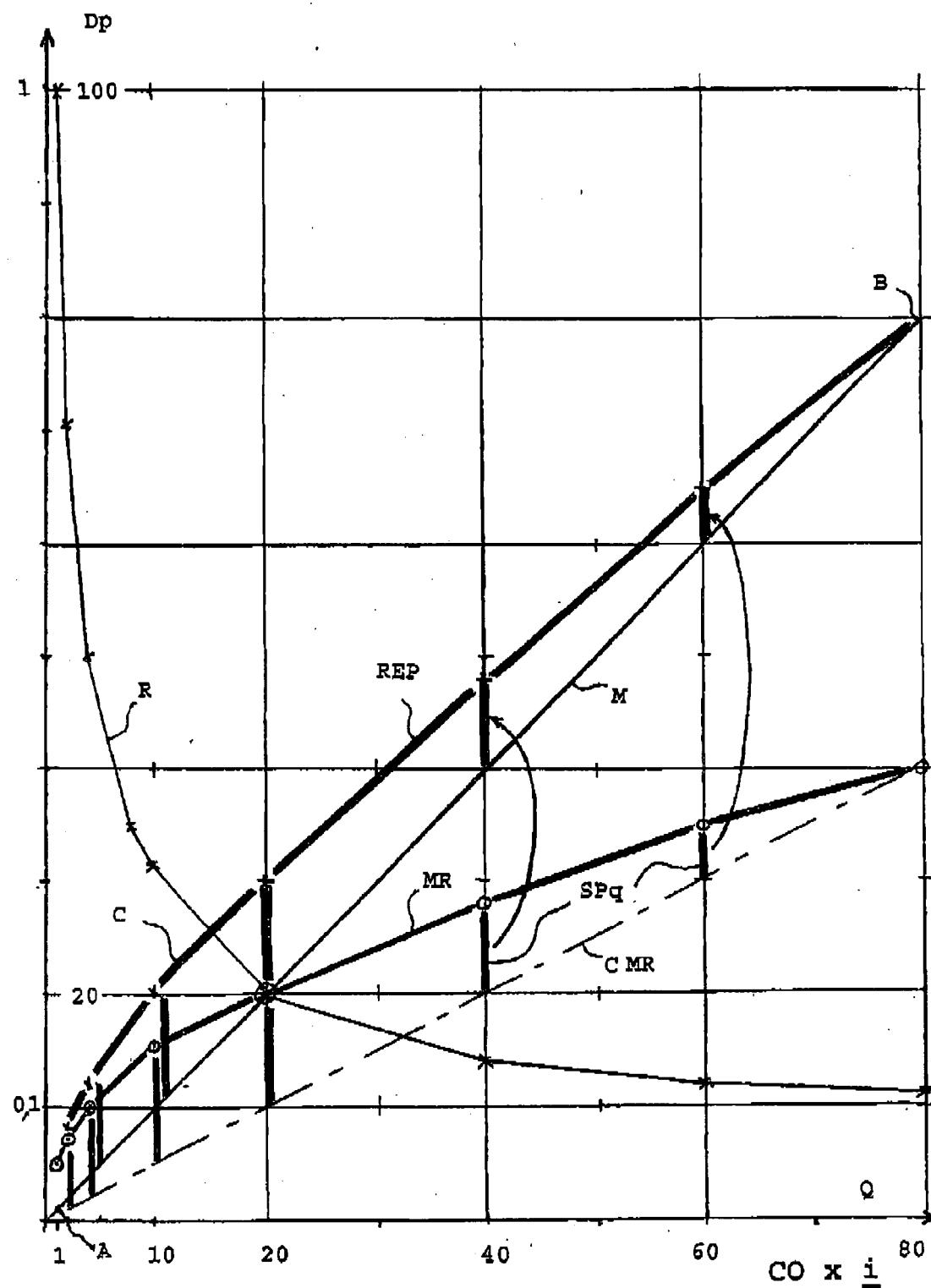


FIGURE 6



## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 08 02 2471

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |  |                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)       |
|---|--|-------------------------|--------------------------------------|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes  | Revendication concernée |                                      |
| A   | US 2003/064676 A1 (FEDERSPIEL CLIFFORD CONRAD [US]) 3 avril 2003 (2003-04-03)<br>* abrégé *<br>* alinéas [0005], [0015] - [0017], [0032], [0033], [0035]; figures 1-5 *<br>----- | 1,8                     | INV.<br>G05D16/20<br>F24F11/00       |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |  |                         | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
| 6   |  |                         | G05D<br>F24F                         |
| Lieu de la recherche Date d'achèvement de la recherche Examinateur  |  |                         |                                      |
| Munich 26 février 2009 Helot, Henri   |  |                         |                                      |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES   |  |                         |                                      |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire                             |  |                         |                                      |
| T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |                         |                                      |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 02 2471

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

26-02-2009

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| US 2003064676 A1                                | 03-04-2003             | AUCUN                                   |                        |

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82