contient aussi au printemps de nombreux grains de pollen, notamment de pollen de graminées dont l'introduction dans les premières voies respiratoires, paraît être la cause de la fièvre des foins.

On a enfin accusé le duvet des fruits de certains arbres, du platane en particulier, de provoquer des hémoptysies.

C. — **Bactéries de l'air.** — Ce qui est autrement important pour l'hygiène que ces déchets de la vie organique qui n'ont qu'une action mécanique locale sur nos organes, ce sont les nombreux germes en suspension dans l'air et qui appartiennent aux groupes les plus inférieurs du monde organique (moisissures, levures, bactéries).

L'expérience qui a été le point de départ des recherches de l'illustre Pasteur et a ouvert la voie à ses admirables découvertes est aujourd'hui classique. Dans un ballon de verre préalablement stérilisé, Pasteur introduit un liquide fermentescible. Le col effilé de ce ballon communique avec un tube de platine chauffé au rouge. Il fait bouillir le liquide pendant deux ou trois minutes, puis le laisse refroidir complètement. L'air atmosphérique rentre pendant le refroidissement, après avoir traversé le tube de platine où ses germes sont détruits ; puis le col du ballon est fermé à la lampe. Le liquide ainsi stérilisé se conserve indéfiniment, mais que l'on casse le col et qu'on laisse rentrer l'air extérieur, on le voit s'altérer aussitôt.

Pasteur, répondant à certaines objections, a démontré plus tard qu'il n'était pas nécessaire de porter au rouge l'air qui rentre dans le ballon, qu'il suffisait de lui faire traverser une série de sinuosités, ou mieux une

couche d'ouate, procédé aujourd'hui classique en bactériologie, pour qu'il s'y dépouille de ses germes et que le liquide de culture reste inaltérable.

1° *Nombre et répartition des bactéries dans l'atmosphère.* — Depuis la mémorable expérience de Pasteur, de nombreuses recherches entreprises de divers côtés pour déterminer le chiffre de microbes dans un volume donné d'air, et leur répartition dans l'atmosphère ont donné des résultats fort intéressants.

Nous devons citer en première ligne celles poursuivies avec tant de persévérance par Miquel à l'Observatoire de Montsouris. Comme on devait s'y attendre, le chiffre des microbes varie dans des proportions considérables suivant les lieux d'observation et suivant les conditions météréologiques de l'atmosphère.

1. Suivant les lieux : L'air libre contient, en général peu de micro-organismes, 750 par mètre cube en moyenne.

L'air des campagnes est naturellement moins riche que celui des villes, et Pasteur a vu s'altérer la moitié seulement des ballons d'épreuves ouverts à Arbois, dans le Jura.

Les micro-organismes deviennent d'autant plus rares que l'altitude est plus considérable. De Freudenreich n'a constaté qu'un microbe par mètre cube sur le glacier d'Aletsch, et au Montauvert, près de la mer de glace, à 2.000 mètres, les bactéries faisaient complètement défaut. Il en est de même en pleine mer. L'air à une certaine distance des côtes est d'une pureté à peu près absolue, ce qui confirme le rôle épurateur que l'on attribuait depuis longtemps à l'atmosphère marine. En revanche, dans les maisons habitées, surtout au centre

Autrefois c'est à l'air que l'on attribuait le principal rôle dans la propagation et la dissémination des épidémies. C'étaient les courants atmosphériques, qui transportaient d'une région à une autre les principes morbides. On regardait le voisinage des foyers infectieux, chambre de malades, hôpitaux etc., comme dangereux surtout par les effluves ou miasmes qui s'en dégageaient et se répandaient dans l'atmosphère ambiante.

Ces idées qui remontent aux premiers âges de la médecine sont encore celles de bien des épidémiologistes éminents et peuvent s'appuyer sur les recherches de Miquel montrant la marche parallèle que suivent à Paris la courbe des maladies épidémiques et celles des bactéries atmosphériques.

Toutefois, depuis que l'on connaît des voies plus sûres et plus régulières pour la contagion de plusieurs maladies infectieuses, qu'on a pu saisir sur le fait dans bien des cas le mode de transmission de l'agent spécifique, le rôle de l'air dans la propagation des affections zymotiques tend à s'amoindrir.

Sans repousser complètement ce mode de contagion, Chamberland le considère comme peu fréquent et d'importance secondaire.

L'exhalation pulmonaire a longtemps, et non sans apparence de raison, été accusée d'être une source d'infection. Or les recherches de Grancher, de Charrin et Karth, de Cadéac et Mallet qui n'ont jamais pu déceler la présence du bacille de Koch dans l'air expiré par les phthisiques, celles de Gumming et de Straus qui ont fait des cultures de cet air s'accordent à témoigner qu'il est très pauvre en microbes, et *presque pur*. Ce n'est donc pas en jetant dans l'atmosphère une plus

ou moins grande quantité de germes que la respiration de l'homme malade altère cette atmosphère.

Si l'agent virulent ne se trouve pas dans les exhalations gazeuses, il existe dans les sécrétions, les déjections solides ou liquides. Tant que ces matières déposées sur les linges, le sol, restent humides, elles demeurent attachées aux objets et ne présentent aucun danger de dissémination. Mais si elles viennent à se dessécher, elles peuvent se répandre sous forme de poussières dans l'atmosphère et pénétrer avec lui dans les organes respiratoires. Koch, Cadéac et Mallet, Tapeiner, Veraguth etc., etc. ont déterminé chez des animaux la tuberculose en leur faisant inhaler des poussières de crachats desséchés. Buchner a communiqué le charbon par le même procédé. La possibilité de l'infection par l'air est donc mise hors de doute. Mais se réalise-t-elle souvent dans la pratique? C'est là une autre question.

Chamberland fait observer que l'agent de plusieurs maladies infectieuses, le choléra par exemple, perd rapidement ses propriétés virulentes par la dessiccation.

Les microbes, tels que la bactérie charbonneuse, qui possèdent des spores (Dauerzustand) offrent plus de résistance. Toutefois dans les inoculations innombrables faites dans le laboratoire de Pasteur avec le bacillus anthracis ou avec le microbe du choléra des poules, jamais les animaux témoins, séparés par une simple claire-voie des animaux inoculés, n'ont contracté la maladie.

Ces résultats ne sont nullement contradictoires de ceux de Buchner et des expérimentateurs précédemment cités. Il s'agit ici d'une question de dose.

Dans la nature, les microbes entraînés dans l'atmosphère sont presque aussitôt dilués dans une énorme quantité d'air. Ils subissent l'action atténuante de l'oxygène, de la lumière solaire. Jamais l'organisme ne les respire à l'état de concentration obtenue artificiellement dans les expériences (Duclaux). Nous pouvons donc conclure, au moins dans l'état actuel de nos connaissances, que l'infection par l'air est possible, mais est beaucoup moins fréquente qu'on ne le croyait autrefois, beaucoup moins sans doute que les autres modes d'infection.

4° *Analyse bactériologique de l'air.* — L'analyse bactériologique de l'air comprend deux opérations : 1° la récolte des germes ; 2° l'évaluation de leur nombre.

a) Récolte des bactéries. — L'essentiel, pour avoir avec une exactitude suffisante le chiffre des bactéries contenu dans un volume donné d'air, est de bien recueillir tous les germes. Les appareils employés pour cette récolte, de formes et de dispositions très variées, consistent essentiellement en un récipient contenant une substance à travers laquelle passe un courant d'air appelé par un aspirateur et qui est destinée à arrêter et à retenir ces germes. La substance employée varie beaucoup. Miquel fait barboter l'air dans de l'eau distillée, Straus, dans de la gélatine nutritive maintenue liquide. Petri se sert de sable fin, Gautier, de sulfate de soude desséché, qui a l'avantage sur le sable de se dissoudre dans le liquide de culture et de répandre par suite uniformément tous les germes dans ce liquide. Hesse fait passer l'air à travers un tube assez long, dont la paroi inférieure est préalablement enduite de gélatine nutritive

solidifiée. Chacun de ces procédés a ses avantages et ses inconvénients qu'il n'y a pas lieu de discuter ici.

b) Numération des bactéries atmosphériques. — Une fois la récolte des bactéries faite, il s'agit d'en déterminer le nombre. Cette détermination peut se faire par deux procédés. Le premier, celui de Pasteur, modifié par Miquel, qu'on peut appeler le procédé des

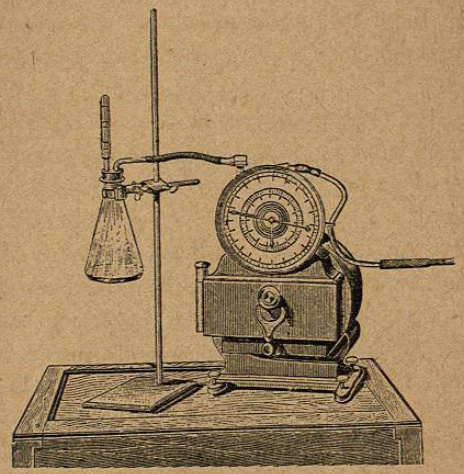

Fig. 3. — Appareil pour l'analyse bactériologique de l'air (d'après Rubner).

bouillons liquides, consiste à répartir par parties égales le liquide dans lequel on a recueilli les bactéries dans un certain nombre de ballons, contenant du bouillon nutritif stérilisé et de compter, après avoir soumis ces ballons un certain temps à l'étuve, le nombre de ceux qui s'altèrent. Comme les bactéries sont également répar-

ties dans le liquide de culture, on est en droit d'admettre qu'il n'existe qu'un seul germe par ballon altéré. Si donc sur 30 ballons soumis à l'épreuve, il en reste 10 inaltérés, on pourra conclure qu'il y avait 20 germes dans le volume d'air examiné.

On a reproché, non sans raisons, à cette méthode, d'exiger un matériel et un outillage compliqué et fort encombrant, d'être longue et coûteuse, de ne pas permettre la séparation des diverses espèces, et la plupart des expérimentateurs y ont renoncé pour adopter la méthode des cultures solides beaucoup plus simple et beaucoup plus rapide. Dans le procédé de Hesse, les colonies se développent sur place, sur la gélatine placée contre la paroi. Le procédé est simple et n'exige aucune manipulation, mais il est difficile d'examiner au microscope et de recueillir avec le fil de platine les colonies, qui se trouvent dans l'intérieur du tube. Aussi préfère-t-on en général séparer les deux opérations : récolter les bactéries, ainsi que nous l'avons dit plus haut, puis distribuer sur un certain nombre de plaques de culture la substance solide ou liquide qui les a retenues.

On peut ainsi les compter facilement, les examiner tout à loisir et suivre leur développement. L'inconvénient de cette méthode est la liquéfaction rapide de la gélatine sous l'influence de certains microbes, liquéfaction qui ne permet peut-être pas à d'autres bactéries de germination plus lente de se développer et d'apparaître ; ce qui entache par suite les résultats de la numération.

III. — Pression barométrique.

La pression barométrique est en moyenne de 760 millim. au niveau de la mer. En d'autres termes le poids de l'atmosphère fait équilibre à une colonne de mercure d'une hauteur de 760 millimètres.

Par suite des appels ou des refoulements d'air occasionnés par les différences de température entre les points divers de la surface de la terre, cette pression éprouve dans un même lieu des oscillations plus ou moins étendues.

Ces oscillations cependant ne sont pas assez considérables, pour influencer d'une façon notable l'organisme. Lorsque la dépression est forte et brusque, les personnes impressionnables éprouvent souvent un certain malaise, de l'agacement nerveux, une sensation d'oppression toute particulière ; mais ce malaise se dissipe rapidement, avec la cause qui l'a produit et ne va pas en général jusqu'au véritable trouble morbide.

L'abaissement de la pression barométrique pourrait aussi, suivant Renk, exercer une influence indirecte sur la santé en déterminant un appel de l'air du sol vers la surface. Nous avons vu plus haut l'importance que l'école de Munich attribue à ces courants gazeux telluriques, dans le développement de certaines maladies infectieuses.

A. — Diminution de la pression atmosphérique. — Au fur et à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer, la densité de l'air diminue et la pression atmosphérique décroît. Cet abaissement est d'environ 1 millim. de mercure par chaque 10 m. 50 d'éléva-

tion pour les altitudes moyennes. Aux hautes altitudes, par suite de la raréfaction de l'air, l'abaissement d'un millimètre de mercure correspond à 16 m. 8 de différence de niveau.

Les rapports des deux gaz qui constituent l'air restant la même, la quantité d'oxygène, ou en d'autres termes sa tension, qui est le cinquième de celle de l'air (20 p. 100) diminuera proportionnellement pour un même volume d'air.

Cet abaissement de la proportion en poids d'oxygène aura pour conséquence d'introduire à chaque inspiration une moins grande quantité de ce gaz dans les voies respiratoires. Aussi l'organisme s'efforcera-t-il de compenser cette insuffisance en précipitant la fréquence de ces inspirations. De son côté le cœur accélèrera ses mouvements pour permettre à une plus grande quantité de sang de traverser les poumons. C'est en effet le premier et le plus constant effet de la diminution de pression barométrique, et il s'observerait déjà à des altitudes assez faibles, d'après les observations de Mermod qui a constaté sur lui-même une accélération du pouls, en séjournant successivement pendant 2 semaines à Strasbourg (142 m.) à Erlangen (343 m.), à Lausanne (614 m.), à Ste Croix (1106 m.).

Lorsque l'altitude est plus considérable, cette accélération des mouvements respiratoires et du pouls est encore bien plus marquée. A 4.000 mètres, Jaubert dont le pouls normal était de 100 et les inspirations de 10 par minutes avait 130 pulsations et 30 inspirations. Chez Penaud, ces chiffres s'étaient élevés de 68 puls. et 25 resp. à 104 puls. et 45 resp., chez Sivel de 80 puls. et 25 resp., à 108 puls. et 40 resp.

Il arrive cependant un moment où cette suractivité respiratoire et circulatoire compensatrice est impuissante à combler le déficit d'oxygène. L'hémoglobine ne pouvant plus se saturer apporte aux éléments anatomiques une quantité insuffisante de gaz vital, et les symptômes de l'asphyxie commencent à apparaître.

La respiration devient précipitée et anxieuse, la dyspnée s'accuse de plus en plus. L'aréonaute éprouve des battements dans les tempes, des bourdonnements d'oreille, des palpitations, une sensation de lassitude extrême et de brisement, une soif vive, un dégout profond pour les aliments, de la céphalalgie. A une période plus avancée surviennent des vertiges, une faiblesse croissante et une impuissance absolue à accomplir le moindre effort musculaire, des nausées et des vomissements, puis la somnolence à laquelle ne tarde pas à succéder la perte complète de connaissance et parfois la mort, ainsi que le fait s'est produit dans la malheureuse ascension de Crocé Spinelli, de Sivel et de Tissandier.

Mal des montagnes. — Dans les ascensions de montagnes, la plupart des explorateurs des hautes altitudes éprouvent, à des degrés divers, des accidents analogues à ceux dont nous venons de tracer le tableau, et auxquels on a donné le nom de *mal des montagnes*.

Ces effets observés depuis fort longtemps, et que l'on rapportait, les uns, à la diminution de température (Lortet), les autres, à l'abaissement de pression, d'autres, à la fatigue musculaire, ont pour cause première, pour condition nécessaire, ainsi que l'ont montré les expériences de P. Bert qui les a reproduits artificiellement en faisant respirer à des animaux, des atmosphères de plus en plus pauvres en oxygène, l'insuffisance

absolue de ce gaz dans l'air inspiré. C'est une véritable asphyxie par défaut d'hématose.

Les autres facteurs, température, efforts musculaires, diminution de pression jouent toutefois un rôle important, au moins à titre de cause adjuvante, et exercent une influence sur le plus ou moins de rapidité et d'intensité avec lesquelles les accidents se produisent. C'est ainsi que l'altitude à laquelle ceux-ci commenceront à se manifester variera suivant les conditions dans lesquelles se trouvent les ascensionnistes.

Plus l'individu aura besoin d'oxygène, soit pour produire un travail musculaire, soit pour lutter contre le refroidissement, plus tôt il ressentira les premières atteintes du mal. C'est ce qui explique pourquoi les explorateurs des sommets qui sont obligés à de grands efforts musculaires commencent à éprouver des troubles à des altitudes bien moins considérables que les aéronautes immobiles dans leur nacelle. Tandis que chez ceux-ci les symptômes n'apparaissent guère qu'à 4.000 mètres en moyenne, altitude qui correspond à 460 millimètres de pression ou à 92 de tension partielle d'oxygène, dans les Alpes et les Pyrénées, c'est à 3.000 mètres, c'est-à-dire à la pression de 522 ou de 104 de tension partielle d'oxygène, qu'on commence à les observer.

C'est ce qui explique aussi pourquoi, sous les tropiques où l'organisme n'a plus besoin de lutter contre le froid, la limite du mal de montagnes est beaucoup plus élevée. (4.500 mètres au Mexique).

Nous verrons plus loin en étudiant les climats d'altitudes que l'organisme parvient à la longue à s'adapter dans une certaine mesure aux conditions particulières résultant de cette insuffisance habituelle d'oxygène.

Limites de l'atmosphère respirable. — Il existe une limite au-delà de laquelle la vie devient impossible par suite du défaut d'oxygène. Cette limite est difficile à préciser d'une façon absolue, car elle varie suivant la résistance de chaque individu et la durée du séjour. P. Bert a pu rester 2 à 3 minutes dans une cloche à la pression de 240 millimètres ou de 49 millimètres de tension d'oxygène, correspondant à 9.000 mètres environ d'altitude. Glaisher a pu atteindre en ballon la hauteur de 8.838 mètres, non sans éprouver de graves accidents qui faillirent lui coûter la vie. Crocé Spinelli et Sivel sont morts à l'altitude de 8.600 mètres et Tissandier ne dût son salut qu'à une syncope prolongée. On peut donc fixer de 8.500 à 9.000 mètres la limite de l'atmosphère au delà de laquelle la vie est impossible ; c'est à peine le dixième de l'épaisseur totale de la masse gazeuse qui nous enveloppe.

B. — **Augmentation de pression.** — Une augmentation de pression atmosphérique assez considérable pour influencer l'organisme ne s'observe guère que dans les appareils à air comprimé utilisés pour certains travaux à faire sous l'eau ou employés comme moyen thérapeutique.

Les phénomènes signalés chez les ouvriers qui séjournent dans ces appareils ont été dans ces derniers temps l'objet de plusieurs travaux intéressants.

Dans les appareils employés dans l'industrie, la pression varie de 2 à 4 atmosphères. Un des effets les plus constants et qui s'explique de lui-même est l'augmentation de la capacité thoracique. Plusieurs observateurs ont signalé le ralentissement de la respiration, et de la circulation. Bucquoy ne l'a constaté cependant qu'une

des grandes villes, ils sont beaucoup plus abondants qu'à l'air libre. Dans une chambre à coucher de la rue Monge, Miquel a trouvé plus de 5.000 microbes par mètre cube et dans les salles de La Pitié plus de 14.000. Ajoutons toutefois que, dans les espaces clos, comme à l'air libre, le chiffre des microbes en suspension dépend beaucoup du plus ou moins d'agitation de l'air. Si celui-ci est au repos depuis quelques instants, l'atmosphère même des lieux d'une salubrité suspecte pourra être très pauvre en microbes, ceux-ci s'étant déposés contre les murailles. On voit donc à combien d'influences variables est sujette la quantité des microbes aériens et combien on doit, dans l'état actuel de nos connaissances, être réservé sur les conclusions pratiques à en tirer.

2° Suivant les conditions météréologiques de l'atmosphère, d'après les observations de Miquel, le chiffre des bactéries, faible en hiver, augmenterait au printemps, resterait très élevé en été et en automne et décroîtrait rapidement à la fin de cette saison. Mais cette marche dans les oscillations des bactéries est loin d'être régulière.

C'est bien moins la température, en effet, que le plus ou moins d'abondance des pluies qui exerce une influence prédominante sur le nombre des bactéries. Celles-ci sont très rares dans l'atmosphère pendant les périodes pluvieuses et deviennent au contraire très nombreuses pendant les sécheresses.

Il y a là un effet purement mécanique, les pluies les entraînent avec les autres poussières dans le sol et purifient ainsi l'atmosphère, aux dépens de la couche superficielle du sol, il est vrai.

2° *Nature des bactéries de l'atmosphère.* — Il ne suffit pas de déterminer le nombre des bactéries de l'atmosphère. Il importe beaucoup plus à l'hygiène de connaître la nature et les propriétés de ces bactéries.

Nos connaissances sont malheureusement encore bien limitées sur ce point. Ce que l'on sait, c'est que toutes les formes, microcoques, bactéries, bacilles, vibrions, y sont représentées. La plupart paraissent être des microbes saprophytes, absolument inoffensifs, tels que le bacillus subtilis, fort abondant, le bactérium termo, etc, etc. En existe-t-il ayant une action nocive ? Malgré les résultats négatifs obtenus par la plupart des expérimentateurs, il est difficile de répondre, dans l'état actuel de nos connaissances d'une façon précise à la question.

3° *Présence de microbes spécifiques dans l'air. — Infection par l'air.* — Sauf le cas jusqu'ici unique d'Emmerich qui aurait trouvé le *coccus* de l'érysipèle dans l'air d'une salle d'autopsie où deux personnes avaient déjà contracté la maladie, on n'a pu jusqu'ici déceler la présence d'un microbe infectieux spécifique dans l'atmosphère. On n'est nullement autorisé cependant à tirer de ces résultats négatifs la conclusion que de pareils microbes n'existent pas dans l'air et que l'infection par cette voie n'a jamais lieu. Ces microbes peuvent très bien s'y trouver sous une forme que nous ne connaissons pas, et ne pas rencontrer dans le milieu de culture que nous leur offrons les conditions nécessaires à leur développement. La question toutefois mérite d'être examinée de près, et il nous semble indispensable d'exposer l'état actuel de nos connaissances à ce sujet.