

négligée; M. Roux a démontré que les spores sont tuées quand on les soumet, pendant 60 heures, à l'action combinée de l'air et d'une température de 70°; si on répète l'expérience, en les laissant à l'abri de l'air, on les trouve encore vivantes au bout de 165 heures. On observe des faits analogues en étudiant l'influence simultanée de l'air et du soleil. Il est intéressant de rappeler à ce propos que, d'après M. Arloing⁽¹⁾, la lumière solaire est plus nuisible aux spores qu'aux bâtonnets, même quand on place le liquide ensoleillé dans de la glace, de façon à empêcher le développement de la spore, et la production de bacilles naissants peu résistants. M. Roux soutient que, dans ces conditions, les spores ne croissent pas, non parce qu'elles ont péri, mais parce que, sous l'influence de la lumière solaire, le bouillon a subi des modifications chimiques qui le rendent impropre à la végétation de la bactérie.

M. Momont, qui a repris cette étude, a reconnu que les spores maintenues une heure dans l'eau distillée, périssent après 48 heures d'insolation, quand elles sont au contact de l'air; enfermées dans un tube sans air, elles sont encore vivantes après 110 heures. Les cultures asporogènes succombent rapidement; un liquide qui donnait, au début de l'expérience, 2520 bactéries, n'en contient plus que 50 après 20 minutes d'insolation, 4 après 40 minutes; il est stérile au bout de 3/4 d'heure.

Des différences analogues s'observent quand on étudie l'action de l'eau. Hochstetter a trouvé que la bactérie non sporulée, contenue dans de l'eau distillée ou dans l'eau de Berlin, stérilisée au préalable, périt en 5 jours; les spores se montrent encore vivantes au bout de 154 jours (Nœgeli et Koch) et même au bout d'un an. La résistance est plus grande quand la température est basse; d'après Meade Bolton⁽²⁾, les bâtonnets meurent au bout de 6 jours à 20°, tandis que les spores restent vivantes pendant 5 mois; mais si on les maintient pendant le même laps de temps à 55°, elles perdent le pouvoir de se développer. Une nouvelle cause d'erreur a été mise en évidence par Straus et Dubarry⁽³⁾: dans l'eau distillée, la bactérie peut donner des spores à 15 ou 20°, et, dès lors, la végétation se trouve encore possible au bout de 151 jours.

D'après Sirena, les spores conservées dans de l'eau distillée et stérilisée seraient encore vivantes et virulentes au bout de 2 ans et 19 jours; dans l'eau ordinaire au bout de 4 mois; dans la terre stérilisée, au bout de 16 mois.

On a étudié l'action de l'ozone sur le charbon, et on a vu que les spores résistent pendant trois et quatre heures (Szpilmann), mais sont détruites par un séjour de cinq heures (Oberdöffer); elles ne sont pas tuées quand on les soumet pendant 21 jours à l'influence de l'oxygène comprimé à dix atmosphères, tandis que, dans les mêmes conditions, les bâtonnets succombent en 8 jours.

Nous ne pouvons, à notre grand regret, insister sur toutes ces expériences fort intéressantes; nous avons cru seulement devoir signaler les principaux faits observés, et nous terminerons l'étude de la résistance vitale du charbon en disant quelques mots de l'action des substances chimiques. Comme toujours, les résultats diffèrent suivant qu'on considère les bâtonnets ou les spores. Ces

⁽¹⁾ ARLOING, Influence de la lumière sur le développement et les propriétés du bacillus anthracis. *Arch. de physiologie*, 1886.

⁽²⁾ MEADE BOLTON, Ueber das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser. *Zeitschr. f. Hygiene*, 1886.

⁽³⁾ STRAUS et DUBARRY, Recherches sur la durée de la vie des microbes pathogènes dans l'eau. *Arch. de Méd. expér.*, 1889.

dernières résistent à un mélange d'alcool et d'éther; elles peuvent rester vivantes pendant 57 jours dans une solution d'acide phénique à 5 pour 100 (Guttman et Merke), tandis que les bâtonnets sont tués en 10 secondes par une solution au centième (Gartner et Plagge). Le sublimé à 1 pour 100 fait périr les bâtonnets en quelques minutes (Geppert); pour détruire la spore, il faut des solutions à 1/400^e et 1/200^e (Tscherni).

Behring a étudié le rapport qui existe entre le pouvoir antiseptique des diverses substances vis-à-vis de la bactérie et leur action toxique sur les animaux; il est arrivé à cette conclusion assez curieuse que la toxicité relative ne varie guère, et oscille autour du chiffre 6; c'est-à-dire que pour tuer 1 kilogramme d'animal il faut 6 fois moins de substance que pour stériliser un litre de liquide. Voici quelques-uns des chiffres qu'il donne et qui peuvent présenter un certain intérêt au point de vue pratique.

	Pouvoir antiseptique.	Pouvoir toxique.	Toxicité relative.
Acide phénique.	1 ^{er} ,7	0 ^{er} ,27	6,6
Sublimé	0 ^{er} ,1	0 ^{er} ,017	5,8
Chlorhydrate de quinine.	0 ^{er} ,8	0 ^{er} ,17	4,7
Mercurio-cyanure de potassium.	0 ^{er} ,017	0 ^{er} ,005	5,6
Argento-cyanure de potassium.	0 ^{er} ,02	0 ^{er} ,005	6,6
Auro-cyanure de potassium.	0 ^{er} ,04	0 ^{er} ,006	6,6

Mais il faut remarquer encore que tous ces chiffres n'ont qu'une valeur relative, car l'action des antiseptiques varie suivant la température ambiante. Koch a montré, en effet, que la chaleur est un adjuvant des antiseptiques. Heider⁽¹⁾ a trouvé que l'acide phénique à 5 pour 100 n'a pas détruit les spores en 56 jours à la température ambiante; il les fait périr en deux heures à 55° et en trois minutes à 57°.

Enfin d'assez nombreuses expériences établissent que les bâtonnets sont rapidement détruits sous l'influence de la putréfaction, tandis qu'au bout d'un mois les spores sont encore vivantes.

Les quelques considérations que nous avons cru devoir présenter sur la résistance du charbon aux diverses causes de destruction étaient indispensables pour pouvoir aborder l'étude étiologique de cette maladie.

Étiologie. — Distribution géographique. — Si le charbon peut s'observer dans toutes les régions du globe, il est certaines contrées qui semblent particulièrement disposées à subir ses ravages. En France, il sévit dans la Brie, la Champagne, la Bourgogne, le Dauphiné, l'Auvergne, les Charentes, le Languedoc et surtout dans la Beauce; dans cette dernière contrée, l'infection charbonneuse a pu, à de certains moments, frapper 20 pour 100 de la population ovine, amenant par an une perte de 7 à 8 millions de francs. En Allemagne, on l'observe surtout dans la Bavière et la Saxe; en Autriche, ce sont les provinces danubiennes et la Hongrie qui sont plus spécialement atteintes. Mais, parmi les États d'Europe, c'est la Russie qui paye le plus lourd tribut à la terrible infection; la Sibérie a été à maintes reprises ravagée par des épizooties et des épidémies qu'on a réunies sous le nom de peste sibérienne; c'est ainsi qu'à

⁽¹⁾ HEIDER, Ueber die Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln bei höherer Temperatur. *Centralb. f. Bakteriologie*, 1891, Bd. IX, p. 221.

Novogorod, de 1867 à 1870, le charbon fit périr 56 000 individus des espèces chevaline, bovine et ovine et entraîna la mort de 528 hommes.

Les maladies charbonneuses semblent plus rares en Angleterre et dans l'Amérique du Nord. Elles sont assez répandues dans les autres parties du Nouveau-Monde, surtout à Buenos-Ayres, ainsi que dans l'Asie centrale et dans l'Inde. Mais souvent on n'a pas su les rattacher à leur véritable cause; rien d'instructif à cet égard comme cette épizootie d'Australie qu'on désignait, jusque dans ces derniers temps, sous le nom de *Cumberland disease* et qui causait, chaque année, la mort de 500 000 moutons. MM. Loir, Germond et Hinds⁽¹⁾ ont montré que cette affection n'est pas une maladie nouvelle; elle est sous la dépendance de la bactériodie.

Modes de propagation du charbon. — La résistance des spores charbonneuses aux différents agents chimiques ou physiques explique la persistance de l'infection dans certaines contrées. Pendant un temps fort long, les spores, déposées sur le sol ou même dans l'eau, peuvent conserver leurs propriétés végétatives. Bollinger⁽²⁾ rapporte à ce propos une observation bien curieuse, publiée par Einike. En 1852, un bœuf meurt du charbon; deux personnes mangent de sa chair et succombent. Au printemps, la peau de l'animal est mise à macérer dans une mare, puis manipulée par un sellier qui en fait des harnais. Cet homme contracte le charbon. Un troupeau de moutons se baigne dans la mare: vingt d'entre eux succombent au sang de rate; enfin on voit périr deux chevaux qui avaient porté les harnais préparés avec la peau de la bête charbonneuse. Cette observation est intéressante à plus d'un titre: elle confirme, en tout cas, ce que nous disions plus haut de la survie des spores, maintenues dans de l'eau.

Mais le plus souvent c'est la terre qui est contaminée par les urines, les excréments, le sang des animaux malades, et qui sert à la propagation de l'infection.

La persistance des germes à la surface du sol ou dans son épaisseur a été étudiée à maintes reprises; les résultats obtenus semblent au premier abord assez contradictoires. On savait depuis longtemps que, dans une même contrée, certains pâturages sont particulièrement dangereux; en Beauce, on les désigne sous le nom de champs « maudits ». Parfois les foyers sont circonscrits, se localisent à une ferme, un enclos, une étable. Pasteur aborda l'étude de cette question et réussit à trouver les spores charbonneuses sur les terres infectantes, dans le sol qui recouvrait ou entourait les fosses où l'on avait enfoui, plusieurs années auparavant, des cadavres d'animaux charbonneux. Souvent même la terre avait étéensemencée et avait donné des moissons sans que sa virulence eût disparu. Restait à trouver comment se faisait l'infection de la terre et comment les spores pouvaient remonter du point où l'on avait enfoui les cadavres à la surface du sol. Pasteur admit que les vers de terre étaient les agents de cette migration: les vers vont autour des cadavres, avalent la terre contaminée et, remontant à la surface, y déposent, par les excréments qu'ils rendent, les germes du charbon. C'est ce qu'on peut constater expérimentalement, en faisant vivre des vers dans de la terre mélangée à des spores.

⁽¹⁾ LOIR, GERMOND et HINDS, Le Cumberland disease des moutons. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1888, p. 511.

⁽²⁾ BOLLINGER, *Ziemssen's Handb. d. speciellen Path. und Therap.*, Bd III, 1876.

Koch attaqua vivement la théorie de Pasteur; il prétendit que la terre est trop froide pour permettre la végétation et surtout la sporulation du charbon. La température, dans l'intérieur du sol, à un demi-mètre de profondeur, est de 15 à 19°, et, à un mètre, de 14 à 18°, pendant les mois où elle atteint son maximum, c'est-à-dire en août et septembre. Ces chiffres mêmes nous indiquent que nous sommes sur la limite des conditions thermiques où peut se faire la sporulation. D'ailleurs Schrakamp a réussi à cultiver le charbon dans de la terre végétale stérilisée, maintenue entre 18 et 22°. La terre semble représenter en effet un bon milieu de culture; les expériences de Soyka⁽¹⁾ ont fait voir qu'en introduisant des particules de quartz dans les liquides où l'on cultive la bactériodie, on favorise notablement la sporulation. Il faut de plus remarquer qu'autour des animaux enfouis, la température du sol est plus élevée à cause de la chaleur que dégagent les cadavres pendant la putréfaction.

Koch a admis que l'infection se fait surtout en surface, par contamination de la partie superficielle du sol; ce mode étiologique n'explique guère la persistance de l'infection en certains points limités, car les germes devraient être tués par le soleil ou entraînés par les eaux et les vents.

Il faut enfin tenir compte de la façon dont se pratique l'enfouissement des moutons charbonneux; si on les enterrait aussitôt après la mort, en prenant grand soin de ne pas laisser couler au dehors les liquides virulents, peut-être verrait-on périr les bactériodies. Feser⁽²⁾ a enfoui dans de la terre des cadavres d'animaux charbonneux; cette terre, inoculée au bout d'un temps qui a varié de quatre jours à un an, ne s'est pas montrée virulente. Les expériences récentes de Kitasato, confirmant et précisant les recherches antérieures de Feser et de Eismarch, ont donné les résultats suivants: des cultures sur gélatine ou agar, enfouies dans la terre à 1 mètre de profondeur, ne peuvent sporuler que pendant les mois de juin, juillet et août; encore faut-il employer des cultures pures, car les microbes de la putréfaction détruisent rapidement les bactériodies; celles-ci ne se développent qu'avec difficulté aux profondeurs de 2 mètres, même pendant le mois de juillet; à 5 mètres, elles cessent de croître.

Mais dans la pratique journalière, les choses ne se passent pas aussi simplement. Le plus souvent les cadavres sont dépecés sur place; les chiens les mangent et en dispersent les débris; on attend plus ou moins longtemps avant de pratiquer l'enfouissement et on permet ainsi aux bâtonnets de donner naissance aux spores; c'est donc le plus souvent un cadavre sporulé qu'on enfouit. On conçoit dès lors le rôle des vers de terre, dont l'importance ressort encore des récentes recherches de Bollinger⁽³⁾; ce savant a opéré dans les Alpes bavaïses; il a recueilli des vers de terre dans des endroits où avaient été enfouis des animaux charbonneux et, dans quelques cas, il a pu démontrer dans ces vers la présence de spores virulentes.

Les vers de terre ne sont pas les seuls animaux capables de propager le charbon. Les expériences fort intéressantes de Karlinski⁽⁴⁾ ont démontré que les limaces et les escargots peuvent jouer le même rôle; leur intestin ren-

⁽¹⁾ SOYKA, Bodenfeuchtigkeit und Milzbrandbacillus. *Fortschritte der Medicin*, 1886.

⁽²⁾ FESER, Untersuchungen und Versuchen mit vergrabenen Milzbrandcadavern. *Deutsche Zeitsch. f. Thiermed.*, IV, 1878.

⁽³⁾ BOLLINGER, *Arbeiten aus dem path. Institut zu München*, Stuttgart, 1886.

⁽⁴⁾ KARLINSKI, Zur Kenntniss der Verbreitungswege des Milzbrandes. *Centralb. für Bakt.*, 1889, Bd V.

ferme des spores vivantes onze jours après un repas charbonneux. Ces animaux étant très migrants, on conçoit qu'ils doivent facilement transporter l'infection.

Les insectes et particulièrement les mouches peuvent aussi être incriminés; on trouve des spores vivantes dans leurs excréments (Celli). Enfin les moutons sont capables, par le même moyen, de propager la maladie; quand ils ont avalé des spores et qu'ils ne succombent pas, leurs excréments n'en contiennent pas moins des germes et se trouvent d'autant plus dangereux qu'on n'en soupçonne pas la virulence.

A ces causes de propagation du charbon, nous ajouterons les causes mécaniques et physiques, telles que le labour, les pluies qui entraînent les spores vers les ruisseaux et les mares, ce qui explique les épizooties observées à la suite des inondations.

Il ne faudrait pourtant pas exagérer le rôle de l'eau. Koch admet que la bactérie est un saprophyte qui ne devient parasite qu'accidentellement; elle vivrait dans les macérations végétales, les débris de plantes, près des marécages, et c'est là que les troupeaux viendraient puiser le germe de l'infection. Cette théorie ne doit pas être acceptée dans ce qu'elle a d'absolu: il suffit de rappeler que la Beauce est un plateau parfaitement sec; au contraire, la Sologne, pays marécageux, est à l'abri du charbon. Souvent même l'infection sévit à des altitudes assez élevées, comme en Saxe ou en Auvergne.

Étiologie du charbon chez les animaux. — Avant d'étudier de quelle façon l'homme peut être contaminé, il est indispensable de déterminer quelles sont les espèces animales capables de contracter et par conséquent de transmettre l'infection.

En première ligne se place le mouton, chez lequel la maladie charbonneuse est souvent désignée sous le nom de *sang de rate*. Toutes les races n'y sont pas également sensibles. M. Chauveau a montré que les moutons algériens sont réfractaires au charbon. C'est là une immunité qui semble bien tenir à la race elle-même; car les moutons français, transportés en Algérie, restent capables de contracter la maladie.

Les cobayes et les souris représentent les animaux les plus sensibles; une seule bactérie, injectée sous leur peau, amène fatalement la mort (W. Cheyne). Les lapins sont déjà plus résistants; on en voit qui survivent à l'inoculation, 1 sur 40 environ. L'immunité des rats blancs est assez variable: les animaux jeunes succombent facilement; les vieux résistent davantage et souvent l'inoculation ne détermine chez eux qu'une lésion locale.

Les bœufs et les veaux prennent bien le charbon spontanément; d'après la statistique allemande, ils seraient plus souvent atteints que les moutons; mais ils sont peu sensibles à l'inoculation sous-cutanée. La commission d'Eure-et-Loir ayant inoculé 20 vaches, une seule succomba; Pasteur en a vu périr 2 sur 7. En Algérie, les bovidés sont plus résistants qu'en Europe, mais ils le sont moins que les moutons; aussi le charbon, dans ces contrées, ne fait-il guère de victimes que parmi les bovidés.

La résistance des chevaux est aussi bien plus grande que celle des moutons; pourtant, en Russie, on a souvent observé des épizooties qui ont pu tuer ces animaux par milliers.

Les chevreuils, les daims et les cerfs sont assez souvent atteints. Les porcs

sont peu sensibles à cette maladie; les anciens auteurs, qui avaient émis une opinion inverse, avaient certainement confondu le charbon avec d'autres infections.

Pour donner une idée de la fréquence relative des maladies charbonneuses chez les diverses espèces animales, nous citerons les chiffres de la statistique allemande de 1888. Pendant cette année, 2 457 sujets furent atteints, savoir: 2 060 bœufs, 286 moutons, 49 chevaux, 59 porcs, 5 chèvres. Sauf 69 bœufs et 2 porcs, tous les animaux succombèrent ou furent abattus. Pendant la même année, on observa 40 cas chez l'homme. En 1895, il y eut 99 hommes atteints de charbon, 15 d'entre eux succombèrent.

Tout le monde connaît l'immunité relative des carnassiers: très souvent les chiens, les chats, les renards ont impunément mangé la viande des animaux charbonneux. Les fauves des ménageries les consomment sans inconvénient; mais, comme l'a montré M. Phisalix, ils peuvent contracter le charbon s'ils mangent de trop grandes quantités de viandes infectées ou s'ils sont déjà malades. L'immunité des chiens est encore moins solide; on peut leur communiquer le charbon quand ils sont jeunes ou quand on a recours à l'inoculation intra-veineuse; par ce dernier procédé, Toussaint a tué 2 jeunes chiens; 4 chiens adultes, auxquels nous avons injecté dans les veines 1 demi-centimètre cube de culture charbonneuse, ont succombé après un laps de temps qui a varié de 5 à 5 jours. Le chat, considéré généralement comme plus sensible que le chien, nous a semblé au contraire plus résistant. Sur 2 animaux auxquels nous avons introduit dans les veines 1 centimètre cube d'une culture charbonneuse, capable de tuer le chien à dose moitié moindre, un seul a succombé au bout de 5 jours.

Parmi les autres animaux qui peuvent être atteints de charbon, nous signalerons le cerf, le daim, le chevreuil, et, en Asie, le chameau. On en a cité quelques cas chez des carnassiers sauvages, et, en Russie, on a observé le charbon chez les ours; la peau de ces animaux a pu transmettre l'infection à l'homme.

Les oiseaux, surtout les poules, ne contractent guère le charbon; pourtant on réussit assez souvent à tuer les moineaux et les pigeons. Enfin, les animaux à température variable, tortue, lézard, grenouille, possèdent aussi une immunité remarquable. Mais tous les batraciens ne sont pas également réfractaires; c'est ainsi, d'après Fischel, que les crapauds ne se comportent pas du tout comme les grenouilles: 22 animaux de cette espèce, inoculés par cet expérimentateur, succombèrent tous. Oemler a réussi à transmettre le charbon aux poissons, Sabrazes et Colombet à l'hippocampe.

La résistance des oiseaux, des batraciens et des reptiles a soulevé une question théorique assez intéressante. On a pensé que leur immunité tenait à leur température organique, trop élevée chez les uns, trop basse chez les autres. Cette idée sembla trouver une confirmation dans l'expérience célèbre de Pasteur qui, en maintenant une poule les pattes dans l'eau, pour abaisser sa température, abolit son immunité. Réciproquement, M. Gibier, en plaçant des grenouilles dans de l'eau à 55°, a vu ces animaux contracter la maladie. Ces expériences, dont l'intérêt est considérable, ne comportent peut-être pas la conclusion qu'on a voulu en tirer. Le pigeon et le moineau, dont la température organique ne diffère guère de celle de la poule, prennent assez facilement le charbon; d'un autre côté, les animaux à sang froid ont une température