L'exercice de beaucoup de professions, en soumettant ceux qui les exercent à l'action de produits dangereux, en les exposant à des chances de traumatisme, en les obligeant à vivre dans un milieu insalubre, les prédispose à une foule de maladies, qu'on a avec juste raison appelées *maladies professionnelles*.

L'étude de ces conditions hygiéniques si diverses constitue l'*hygiène spéciale* dont le domaine ne cesse de s'étendre, et l'intérêt de grandir, à mesure que la complexité de notre organisation sociale, le développement de la grande industrie, les exigences de la lutte pour la vie transforment les rapports naturels de l'homme avec le monde extérieur. Le genre de vie passablement artificiel que nous menons, nous civilisés, en multipliant nos devoirs, nos besoins, nos jouissances, multiplie aussi, il ne faut pas se le dissimuler, les causes de troubles de la santé et de maladies. C'est à l'hygiène à atténuer dans la mesure du possible ces fâcheuses conséquences de notre civilisation raffinée et c'est assurément une de ses plus nobles tâches.

Il est enfin un autre rôle qui incombe à l'hygiène, rôle dont l'importance s'accroît tous les jours grâce à la lumière qu'ont jetée les récentes découvertes sur l'étiologie d'une grande classe de maladies, celles qui étaient justement les plus meurtrières et les plus redoutées. Nous voulons parler de la *prophylaxie des maladies infectieuses*, ces maladies qu'on appelait autrefois les *fléaux de Dieu* et qu'on peut maintenant, sans être taxé d'utopiste, qualifier de *maladies évitables*.

CHAPITRE PREMIER

DU SOL

Le sol, en allemand, *Boden* ou *Grund*, en anglais, *ground*, est cette partie superficielle de la croûte terrestre avec laquelle l'homme se trouve incessamment en rapports. Il n'est pas besoin d'insister sur l'importance de son étude au point de vue de l'hygiène. C'est du sol que nous tirons nos aliments, l'eau de boisson ; c'est dans le sol que viennent se déverser et se résoudre en leurs éléments primitifs tous les déchets de la vie ; c'est sur le sol que nous posons nos demeures, et sa constitution géologique et minéralogique n'est point indifférente à la salubrité de celles-ci.

Enfin d'éminents hygiénistes admettent que le sol joue un rôle important dans la genèse et le développement de plusieurs maladies épidémiques.

I. Constitution géologique du sol. — La croûte terrestre est constituée par deux ordres de roches, les premières, compactes, cristallines, nommées terrains primitifs, forment la base, le soubassement universel sur lequel les eaux qui ont recouvert tour à tour les diverses parties du globe sont venues déposer par lits successifs les roches dites sédimentaires. Par suite des soulèvements et des dislocations qui se sont produits

lentement la chaleur qu'il reçoit du soleil. Il est lent à se réchauffer, mais son pouvoir émissif en revanche est faible et il conserve longtemps le calorique qu'il a reçu.

La capacité calorifique et la conductibilité du sol varient du reste suivant la nature des terrains, suivant leur état d'humectation, suivant la proportion d'air qu'ils retiennent dans leurs pores. Le sable garde mieux la chaleur que l'argile, et celle-ci, mieux que l'humus. En revanche celui-ci est plus prompt à s'échauffer et c'est l'argile qui absorbe le plus lentement la chaleur, d'où le nom de terres froides donné aux terres argileuses. Les sols humectés conduisent mieux la chaleur que les sols secs, l'eau étant meilleur conducteur que l'air.

Oscillations thermiques quotidiennes et mensuelles. — D'après ce que nous venons de dire, on comprend que, tout en étant dans une étroite dépendance de la température atmosphérique, la température des couches superficielles du sol doit retarder dans ses variations sur la première, et que ces oscillations doivent être d'autant plus lentes et moins considérables que l'on s'enfonce davantage. Les oscillations journalières disparaissent à 1 mètre de profondeur. Plus profondément les oscillations mensuelles elles-mêmes ne se font plus sentir, et dans les caves de l'Observatoire à Paris la température s'est maintenue depuis un siècle, époque du début des observations, à 11° 76 sans variations notables.

Certaines tentatives ont été faites en Allemagne pour établir une relation entre le développement des épidémies, celles du choléra en particulier, et les oscillations thermiques des couches superficielles du sol (Delbruck, de Halle), Pfeiffer (de Weimar). Un examen plus approfondi des faits a montré que cette doctrine était beaucoup trop exclusive et ne pouvait s'appliquer à la généralité des cas. Néanmoins, si l'on admet que nombre de germes pathogènes peuvent se conserver dans le sol, il n'est pas irrationnel de supposer qu'un certain degré de chaleur constitue une condition éminemment favorable à l'éclosion et la prolifération de ces germes.

III. Relations du sol avec l'air et avec l'eau. — Le sol, quelle que soit sa composition, à part les roches absolument compactes, est plus ou moins poreux et perméable à l'eau et à l'air. En d'autres termes, il se laisse pénétrer par l'eau et par l'air, en retient une partie et laisse passer à travers ses pores l'autre portion. On peut comparer les couches superficielles du sol à une sorte d'éponge dans les innombrables lacunes de laquelle circulent incessamment des liquides et des gaz.

L'aptitude à retenir l'air et l'eau, à laquelle Fodor donne le nom de porosité, ainsi que la faculté de se laisser traverser par eux, qui constitue la perméabilité, varient naturellement suivant la nature de la roche. L'argile est très poreuse et peu perméable, le sable très perméable et peu poreux, les roches cristalines ne sont ni perméables, ni poreuses.

Ces propriétés du sol dépendent principalement, comme nous le verrons plus loin, de la constitution physique du terrain, de la grosseur des éléments dont il est composé, de leur degré de cohésion, bien plus que de sa composition minéralogique. Ainsi le granit, qui à l'état de roche massive est à peu près imperméable, se laisse facilement traverser par l'eau et l'air quand il est

désagrégé et réduit en fragments plus ou moins gros. Certaines roches, quoique compactes, telles que les grès, sont cependant très perméables.

Les liquides et les gaz étant les véhicules qui transportent d'habitude dans les profondeurs du sol les souillures organiques et les germes pathogènes qu'elles peuvent recéler, on comprend quelle influence ont sur la salubrité d'un lieu la porosité et la perméabilité du sol sur lequel il repose.

a) Air du sol. — *Sa composition, ses mouvements. Importance hygiénique de cette étude.* Toutes les roches, quelle que soit leur compacité, retiennent dans leurs pores une certaine quantité d'air. La terre sèche en contient en moyenne un tiers de son volume (Wiel et Gnehm). La terre arable incessamment remaniée par le travail de l'homme en contient une bien plus grande proportion, 10 volumes pour 1 volume de terre (Hervé-Mangon).

Malgré les échanges incessants qui se font entre le sol et l'atmosphère, l'air tellurique diffère sensiblement par sa composition de l'air extérieur. La principale différence consiste dans la proportion d'acide carbonique qu'il contient. Cette proportion varie dans des limites assez étendues. L'air pris dans le sol du désert de Libye, sur un point absolument dépourvu de végétation, ne renferme pas plus d'acide carbonique que l'air pris à la surface, environ 2,5 à 5 dix-millièmes, tandis que dans les oasis plantées en palmiers, la quantité CO^2 atteint jusqu'à 31 dix-millièmes. (Pettenkofer). Dans une terre non fumée la proportion a été 22 fois plus considérable que dans l'air atmosphérique, et dans une terre récemment engraissée, 255 fois. Fodor a trouvé dans le

sol de la cour de l'Université de Klausenbourg, à 4 mètres de profondeur, 400 fois plus d'acide carbonique que dans l'air de cette cour.

De nombreuses recherches faites de divers côtés, en Allemagne, dans les Indes anglaises, en Amérique, ont montré que la quantité d'acide carbonique croissait avec la profondeur pour un même terrain, mais qu'elle dépendait aussi de la perméabilité du sol. Les sols perméables et peu poreux ont un air moins riche en CO^2 que les sols poreux et peu perméables.

Quant aux relations que certains observateurs ont cru voir entre la température, la pression barométrique et la quantité de CO^2, elles ne sont point encore assez sûrement établies pour que nous ayons à en parler.

Il n'est point douteux que la source de cet acide carbonique ne soit les oxydations organiques et les fermentations qui se passent dans le sol. Plus la quantité de matières fermentescibles accumulée sera considérable, plus actifs seront les processus de fermentation. Le dégagement d'acide carbonique est une des manifestations vitales des innombrables micro-organismes qui vivent dans la terre, et sa proportion peut dans bien des cas, comme le fait observer Pettenkofer, donner la mesure de la souillure du sol.

L'air tellurique diffère de l'air libre, non seulement par une plus forte proportion d'acide carbonique, mais aussi par une diminution de la quantité d'oxygène, celui-ci ayant été consommé en partie par les oxydations organiques. Il y a là un phénomène qui rappelle un peu la respiration des animaux. On a aussi signalé dans cet air la présence de traces d'ammoniaque, d'hydrogènes carboné et sulfuré.

Mouvements de l'air du sol. — Conformément aux lois qui régissent les gaz, l'air du sol tend à se mettre en équilibre de tension avec l'air de l'atmosphère. Que cet équilibre soit rompu par suite de variations dans la pression barométrique ou dans la température de l'air extérieur, il se produira un mouvement de l'air contenu dans les couches profondes du sol vers la surface, ou un mouvement en sens inverse. Si la pression barométrique diminue, si la température de l'atmosphère s'élève, il y aura dilatation, raréfaction de l'air extérieur et appel d'air tellurique à la surface. Si au contraire, la pression s'élève et la température s'abaisse, le phénomène inverse se produira.

Le matin et dans la journée l'air extérieur s'échauffant plus rapidement que l'air des couches profondes du sol, le courant gazeux aura lieu des profondeurs vers la surface : ce sera un *courant ascendant*; le soir et la nuit au contraire, l'air atmosphérique étant plus froid que celui du sol, il y aura refoulement des gaz vers les couches profondes : *courant descendant*.

Des phénomènes analogues s'observeront sous l'influence des oscillations thermiques mensuelles. Pendant l'automne et l'hiver le refroidissement du sol se produisant plus lentement que celui de l'air extérieur, le courant sera descendant. Le contraire se produira au printemps et en été, par suite de la lenteur avec laquelle s'opère l'échauffement des couches profondes.

Mentionnons aussi comme causes de ces mouvements de l'air tellurique les pluies et les oscillations de la nappe d'eau souterraine. Il est évident que si une certaine quantité d'eau pénètre dans le sol, soit à la suite des pluies, soit à la suite de l'élévation du niveau de la

nappe souterraine, cette eau expulsera des pores de la terre un égal volume d'air, d'où mouvement du dedans au dehors. Si au contraire l'eau du sol s'évapore, si la nappe d'eau s'abaisse, elle sera remplacée par un même volume d'air venu de la surface.

De l'étude de ces phénomènes, qui semblent au premier abord être plutôt du domaine de la physique et de la météréologie, découlent un certain nombre de conséquences qui intéressent l'hygiène.

L'air tellurique, comme nous l'avons vu, peut contenir d'énormes proportions de gaz irrespirables et même toxiques. Si les courants ascendants que nous avons vu se produire dans certaines circonstances l'entraînent dans l'atmosphère libre, le mélange n'a pas grand inconvénient, mais il n'en sera pas de même si ces courants pénètrent dans un espace clos, tel qu'une maison, un appartement, une chambre. C'est ce qui a lieu parfois en hiver, alors que les habitations chauffées constituent de véritables cheminées d'appel où l'air du sol, s'il existe des fissures dans les planchers, se précipitera et pourra déterminer chez les habitants des intoxications plus ou moins graves.

La réalité de pareils faits ne peut être mise en doute, et il existe dans la science un certain nombre d'observations d'accidents asphyxiques dus à cette cause.

Le rôle pathogénique de ces courants se borne-t-il à ces accidents? Ne jouent-ils pas un rôle dans la genèse et la propagation des maladies infectieuses, comme l'admettent Pettenkofer et ses élèves? Ne peuvent-ils pas entraîner dans certaines circonstances les germes morbides déposés dans le sol et être les agents de transmission et de diffusion de ces germes dans l'atmosphère?

Ce sont là des questions auxquelles il est difficile dans l'état actuel de nos connaissances de donner une réponse précise ; mais le problème est assez grave au point de vue de l'étiologie et de la prophylaxie des épidémies pour qu'il y ait intérêt à le poser nettement.

b) Eau tellurique. — *Capacité d'absorption du sol.* — Quand une pluie tombe à la surface de la terre, une portion plus ou moins grande suivant la compacité de la roche, la configuration du sol, sa saturation antérieure s'écoule directement dans les cours d'eau. Une autre portion qui pénètre dans la couche superficielle est restituée bientôt après à l'atmosphère, soit par l'évaporation, soit par les racines des végétaux.

La quantité ainsi perdue pour le sol a été évaluée en moyenne aux deux tiers, évaluation assez arbitraire d'ailleurs, car cette proportion dépend d'une foule de facteurs essentiellement variables, suivant les lieux et le temps, relief du sol, abondance des précipitations aqueuses, température etc., etc.

L'eau définitivement absorbée par la terre constitue l'eau tellurique, qui, quelle que soit la nature de la roche, existe toujours en quantité plus ou moins considérable dans les interstices du sol. Fodor (de Buda-Pesth) a trouvé, suivant les terrains et la profondeur, de 3 grammes à 17 grammes d'eau pour 100 grammes de terre.

Cette eau tend, si le terrain est perméable, à descendre, en vertu des lois de la pesanteur, dans les couches de plus en plus profondes. Mais ici intervient une action qui retient dans les couches superficielles une portion de l'eau absorbée. Cette action est la capillarité des interstices ou pores qui séparent les éléments du sol, et dont les effets contrebalancent ceux de la pesanteur.

La quantité d'eau ainsi retenue représente la porosité ou capacité absolue d'absorption d'un terrain. Cette capacité dépendant du nombre et de la capillarité des interstices variera nécessairement suivant la composition minéralogique et bien plus encore suivant la constitution physique du sol. Plus la roche sera à l'état de division, plus ses éléments seront fins, plus nombreux et plus petits seront les interstices et plus par suite sera considérable la capacité absolue d'absorption.

La proportion de matière organique que renferme un sol influe aussi sur la porosité. Une terre riche en humus pourra recevoir le double d'eau qu'elle n'en admet normalement.

Mouvements de l'eau du sol, courants aqueux ascendants et descendants. Perméabilité du sol à l'eau. L'eau contenue dans les interstices de la terre, pas plus que l'air, n'est immobile. Nous avons vu que lorsqu'une couche a épuisé sa capacité d'absorption, l'excédant du liquide chemine en vertu de son poids vers les couches profondes. Il se produit donc un courant descendant, courant dont l'intensité et la vitesse sont essentiellement liées à la perméabilité du terrain.

Cette question de perméabilité du sol a, au point de vue de la salubrité d'une localité, une si grande importance que nous devons nous y arrêter un instant.

Comme pour la porosité, nous retrouvons ici l'influence prédominante de la constitution minéralogique du terrain. Le sol est d'autant moins perméable qu'il contient une plus forte proportion d'argile.

Le sable et le gravier ont une perméabilité presque absolue.

C'est ce qu'ont bien mis en lumière les expériences

de Flugge. Celui-ci plaçait dans un cylindre de terre cuite de 1 mètre de haut et de 1m60 de section des échantillons de diverses terres fortement tassées sur lesquelles il versait et maintenait constamment une couche d'eau de 1 centimètre d'épaisseur.

Voici les résultats obtenus :

	Quantité d'eau s'écoulant par minute à la surface inférieure.
Gravier pur à gros élément	∞
I. Sable grossier	103 cent. c.
II. Sable très fin	25.7
3 p. de sable et 1 p. de limon argileux	15.5
1 p. de gravier, 2 p. de sable, 1 p. de limon	7.4
1 p. de sable, 1 p. de limon	2.1
Limon argileux pur	0.

Ce tableau a de plus l'avantage de montrer l'influence de la finesse des éléments sur la perméabilité. Tandis qu'un sable grossier laisse passer dans une minute 103 centimètres cubes d'eau, un sable fin n'en laisse plus passer que 25 centimètres cubes, c'est-à-dire à peu près le quart.

Il se produit aussi dans le sol des courants capillaires ascendants. Si l'on plonge dans l'eau l'extrémité inférieure d'un tube plein de terre, cette eau s'élèvera dans la terre, en vertu de la capillarité, à un niveau plus ou moins élevé. L'ascension sera d'autant plus considérable que le diamètre des pores sera plus petit, et qu'ils seront plus nombreux. C'est dans l'argile que le liquide montera à la plus grande hauteur. Pettenkofer et son école attachent une certaine importance à ces courants ascendants, au point de vue de la diffusion des maladies épidémiques.

c) Nappe souterraine. — (*Grundwasser*). — L'eau absorbée par le sol, et qui n'est point retenue dans les couches superficielles ni utilisée par les besoins de la végétation, obéissant aux lois de la pesanteur, s'infiltre peu à peu dans les couches de plus en plus profondes jusqu'à ce qu'elle rencontre une couche imperméable. Arrêtée par cet obstacle, elle s'accumule et finit par imbiber complètement la zone située immédiatement au-dessus de l'assise imperméable. C'est à cette zone de terre saturée d'eau que l'on donne le nom de nappe souterraine, *nappe de puits*, parce que c'est elle qui alimente d'ordinaire les puits, ou encore *nappe d'infiltration*, *Grundwasser*, en Allemand. C'est une sorte d'immense réservoir souterrain où viennent s'emmagasiner une partie des eaux de pluie et qui joue vis-à-vis des eaux libres de la surface le rôle important de régulateur. La profondeur à laquelle se trouve cette nappe dépendant de la constitution géologique est nécessairement très variable pour chaque localité. Suivant exactement la configuration et les inclinaisons de la couche imperméable, sa disposition est loin de correspondre toujours aux reliefs et aux accidents de la surface.

A Paris, elle repose sur les marnes tertiaires supérieures et forme une ligne légèrement inclinée vers le lit de la Seine. Dans les quartiers riverains, elle est à une profondeur de 6 à 7 mètres, tandis que vers l'Observatoire et à l'Étoile elle est à 31 mètres, à Belleville à 50 et 76 mètres et à la rue Taitbout, à 2 mètres seulement.

Par suite des inflexions et des ondulations que présente dans certains cas la couche imperméable sur laquelle elle repose, la puissance d'une même nappe

aux diverses époques géologiques et qui ont donné à la terre son relief actuel, ces diverses couches primitivement horizontales se sont relevées en certains points et sont venues affleurer à la surface, si bien qu'en parcourant une région accidentée on peut observer la série plus ou moins complète des terrains de tous les âges.

Les terrains primitifs comprennent le granit et les roches cristallines de la même famille, *gneiss*, *micaschites* etc., etc. Ce sont des roches imperméables qui se laissent difficilement traverser par l'eau ou par les racines des plantes quand elles sont à l'état compact, d'où leur infécondité. Aussi les régions appartenant à ces terrains, bien que salubres en général, sont-elles peu peuplées, et leurs habitants, n'y trouvant pas des moyens de subsistance suffisants, émigrent en nombre vers les centres. C'est ce qui a fait dire à Elie de Beaumont que, si le bassin parisien était le pôle d'attraction de la France, le plateau central granitique en était le pôle de répulsion, au point de vue des courants humains.

On a attribué aux terrains granitiques une immunité vis-à-vis les maladies infectieuses, le choléra en particulier (Fourcault, Nerée-Boubée). On a souvent cité à ce sujet l'exemple des quartiers de Lyon, bâtis sur un sol granitique et qui ont été toujours épargnés dans les diverses épidémies dont la France a été le théâtre. Cette immunité, qui est du reste loin d'être absolue, semble bien plutôt en rapport avec les conditions physiques du sol qu'avec l'âge géologique des terrains.

Les roches stratifiées comprennent les roches siliceuses, *sables*, *molasses* et *grès*, les roches argileuses et les roches calcaires, *calcaires compacts*, *craie*, les

marnes qui ne sont autres qu'un mélange de calcaire et d'argile, enfin les terrains intermédiaires peut-être les plus nombreux, au moins dans la couche superficielle, dans lesquels les divers éléments, silice, argile, calcaire viennent se mélanger en proportions variables, et qui participent aux propriétés de chacun d'eux. C'est à cette dernière classe qu'appartiennent les alluvions des fleuves et des rivières.

Au point de vue de l'hygiène, c'est beaucoup moins l'âge ou la composition des terrains que les propriétés physiques qui sont à considérer. Ce qui rend un sol salubre ou insalubre, c'est sa perméabilité ou son imperméabilité à l'eau et au gaz, sa thermalité, ou en d'autres termes, sa capacité pour la chaleur, l'eau et le gaz. C'est aussi sa richesse en matières organiques. L'étude de ces diverses propriétés fera l'objet des paragraphes suivants.

II. Thermalité du sol. — Les sources de chaleur du sol sont :

1° La chaleur centrale de la terre qui s'accroît de 1° par 30 mètres environ, mais dont il n'y a pas lieu de tenir compte dans les couches superficielles qui intéressent seules l'hygiéniste.

2° La chaleur dégagée dans les nombreux processus chimiques dont le sol est le théâtre. Contrairement à ce que l'on eût pu supposer *à priori*, l'influence de cette source de chaleur paraît tout à fait secondaire et n'a pu être constatée que dans un très petit nombre de cas.

3° La source de chaleur de beaucoup la plus importante pour les couches superficielles de l'écorce terrestre est le soleil. D'une façon générale le sol absorbe