

saturé d'humidité occasionnent, comme nous l'avons reconnu précédemment, la précipitation d'une certaine quantité d'eau. Quand cette condensation s'opère au sein d'une masse gazeuse, l'eau précipitée se constitue en petites vésicules creuses, flottantes, troublant la transparence du milieu où elles sont momentanément en suspension. Ces vésicules, par leur accumulation, forment les nuages ou les brouillards; car, comme l'a dit un physicien célèbre, un brouillard est un nuage où l'on est, et un nuage est un brouillard où l'on n'est pas.

Ces vésicules tombent vers la terre comme tous les corps, mais par suite de leur légèreté, la résistance de l'air qu'elles déplacent diminue la rapidité de leur chute (1). Lorsqu'elles deviennent plus volumineuses, elles constituent, par leur réunion, des gouttes d'eau qui tombent avec une plus grande vitesse. Quand ces gouttes traversent des couches d'air très-sèches, elles se vaporisent en partie; et, c'est pour cette raison qu'il tombe quelquefois moins de pluie dans la plaine que sur les montagnes. Dans des circonstances différentes, c'est le phénomène inverse que l'on observe; les gouttes augmentent de masse en passant par les régions inférieures d'une atmosphère saturée, parce qu'alors elles en condensent de la vapeur; c'est même le cas le plus général.

En discutant un grand nombre d'observations, les météorologistes en ont tiré la conséquence que la

(1) Kaemtz, *Météorologie*, p. 123, traduct.

quantité annuelle de pluie varie avec la latitude, qu'elle augmente à mesure que l'on approche de l'équateur, ce qui revient à dire que cette quantité croît avec la température du climat. Il y a cependant, d'assez nombreuses exceptions. Ainsi, presque sous la ligne équinoxiale, à Payta, sur le bord de la mer, il ne pleut que fort rarement, la pluie est un événement, et lorsque je m'y trouvai il y avait plus de dix-huit ans qu'on avait eu une averse. Les causes locales ont la plus grande influence sur le phénomène de la pluie; aussi à parité de latitude, les pays sont loin d'être également humides.

On croit avoir reconnu en Europe qu'il pleut davantage le jour que la nuit. Dans les régions équinoxiales, du moins dans les parties que j'ai visitées, il semblerait que c'est le contraire qui a lieu. Tout le monde admet qu'il y pleut principalement pendant la nuit. C'est ce que confirmeraient des observations que j'ai faites dans les environs de Marmato (*al rodeo*), et dont voici les résultats :

PLUIE EN CENTIMÈTRES. ANNÉE 1827.

	Le jour.	La nuit.	Pluie totale.
Octobre...	3,4	15,1	18,5
Novembre.	1,8	20,8	22,6
Décembre..	0,2	15,9	15,1

Deux séries d'observations exécutées dans la même contrée, sur deux points assez voisins, mais placés à des élévations fort différentes, justifieraient pour la zone équatoriale la conclusion des météorologistes

précédé d'un vent léger, et bientôt la pluie tombe par torrent.

Dans mon opinion, la permanence des orages dans le sein de l'atmosphère est un fait capital, parce qu'il se rattache à une des questions les plus importantes de la physique du globe, celle de la fixation de l'azote de l'air dans les êtres organisés.

Les recherches les plus récentes indiquent pour la composition en volume de l'air atmosphérique sec :

Oxygène.....	20,8
Azote.....	79,2

L'air contient encore 2 à 5 dix millièmes de gaz acide carbonique, et des quantités bien plus faibles encore de vapeurs ammoniacales.

Nous avons établi précédemment que les animaux ne s'assimilent pas directement l'azote atmosphérique. L'azote est cependant un élément essentiel à la constitution de tout être vivant de l'un ou de l'autre règne. Si l'on recherche quelle peut être la source de ce principe dans les herbivores, on la trouve tout naturellement dans les végétaux alimentaires. Si l'on s'enquiert ensuite de l'origine la plus prochaine de l'azote des plantes, on la découvre surtout dans les engrais provenant plus particulièrement des débris des animaux ; car les plantes, pour prospérer, pour se développer activement, doivent recevoir par leurs racines une nourriture azotée. On arrive ainsi à concevoir, que les végétaux fournissent

l'azote aux animaux, et que ces derniers le restituent au règne végétal lorsque leur existence est accomplie; on croit reconnaître, en un mot, que la matière organisée vivante tire la plus grande partie de son azote de la matière organisée morte.

Cette conclusion tendrait à établir que la matière vivante est limitée à la surface du globe, et que sa limite est posée en quelque sorte par la quantité d'azote actuellement en circulation dans les êtres doués d'organisation ; mais la question doit être envisagée d'un point de vue plus élevé, en demandant quelle est l'origine de l'azote qui entre dans la constitution de la matière organique considérée dans son ensemble.

Si nous examinons maintenant quels sont les gisements de l'azote, nous trouverons, en mettant en dehors les êtres organisés ou leurs débris, qu'il n'y en a véritablement qu'un seul : l'atmosphère. Il est donc extrêmement probable que les êtres vivants ont emprunté l'azote à l'atmosphère, comme ils lui ont certainement emprunté le carbone (1).

La supposition la plus vraisemblable, dans l'état actuel de la science, est de considérer comme l'origine des substances azotées des végétaux, et par suite des animaux, soit les vapeurs ammoniacales de l'atmosphère, soit l'ammoniaque formée aux dépens de l'azote de l'air pendant la combustion lente des ma-

(1) Boussingault, *Annales de Chim. et de Phys.*, t. LXXI, année 1839.

tières hydrogénées. Une des conséquences de cette supposition, c'est d'admettre que le carbonate d'ammoniaque préexistait déjà dans l'atmosphère avant l'apparition des êtres vivants sur le globe. Le phénomène de la constance des orages tend à justifier cette opinion. On sait, en effet, que toutes les fois qu'une série d'étincelles électriques passe dans de l'air humide, il y a production et combinaison d'acide nitrique et d'ammoniaque ; le nitrate d'ammoniaque accompagne d'ailleurs constamment l'eau des pluies d'orage ; mais ce nitrate, étant fixe de sa nature, ne saurait se maintenir à l'état de vapeur : c'est d'ailleurs du carbonate ammoniacal que l'on a signalé dans l'air. En rappelant les réactions que j'ai fait connaître, on conçoit aisément que l'ammoniaque du nitrate amenée sur la terre par la pluie, mise en contact avec les roches calcaires, se volatilise ensuite à l'état de carbonate lors de la prochaine dessiccation du sol. Ainsi, en définitive, ce serait une action électrique, la foudre, qui disposerait le gaz azote de l'atmosphère à s'assimiler aux êtres organisés. En Europe, où les orages sont rares, on accordera peut-être difficilement autant d'importance à l'électricité des nuages. Cependant, en négligeant ce qui se passe en dehors des tropiques, en considérant uniquement la zone équinoxiale il est possible de prouver que pendant l'année entière, tous les jours, probablement même à tous les instants, il se fait dans l'air une continuité de décharges électriques. Un observateur placé à l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles,

y entendrait continuellement le bruit du tonnerre.

A mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, l'époque pluvieuse devient moins périodique. Sous les tropiques, les pluies d'orages, toujours les plus abondantes, tombent pendant que le soleil passe dans la proximité du zénith. Dans notre hémisphère il pleut surtout durant l'hiver ; sur des points assez méridionaux la pluie d'été est tout à fait insignifiante. En désignant par 100 la quantité annuelle de pluie, on a :

	Madère.	Lisbonne.
Hiver.....	51	40
Printemps....	16	34
Été.....	3	3
Automne.....	30	23

Il tombe moins de pluie dans la partie orientale de l'Europe que dans la région occidentale. Cette pluie annuelle est d'ailleurs distribuée fort inégalement dans les différentes saisons, ainsi que l'a établi M. de Gasparin dans un travail remarquable. Si l'on exprime par 100 la quantité de pluie mesurée dans un an, on a pour chaque saison :

	Angleterre occidentale.	France occidentale.	France orientale.	Allemagne.	Saint-Petersbourg.
Hiver.....	26	23	20	18	15
Printemps..	20	18	23	22	18
Été.....	23	25	29	37	37
Automne...	31	34	28	23	30

La quantité d'eau qui tombe dans une année varie considérablement, suivant les climats ; pour se former une idée de l'étendue de ces variations, il suffit d'exa-

miner quelques-uns des résultats enregistrés dans les observatoires :

	Centim.		Centim.
Saint-Domingue (Cap français).....	308	Viviers.....	92
Grenade (Antilles).....	284	Lyon.....	89
Bombay.....	208	Manchester.....	84
Kendal.....	156	Strasbourg.....	71
Gènes.....	140	La Rochelle.....	66
Alais.....	99	Paris.....	56
Milan.....	96	Londres.....	53
Naples.....	95	Saint-Petersbourg.....	46
Douvres.....	95	Stochkolm.....	44

Sous le rapport agricole, c'est moins la quantité annuelle d'eau que reçoit une contrée que la répartition mensuelle de la pluie qu'il importe de connaître ; c'est de cette répartition que dépend le plus souvent la fertilité ou l'aridité du sol. Dans les localités suivantes, on reçoit par mois :

TABLEAU.

PLUIE EN CENTIMÈTRES.

	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DECEMBRE.
Kendal.....	13,6	13,0	8,0	7,6	8,8	6,9	12,6	12,8	12,6	13,8	12,2	15,5
Alais.....	8,7	6,1	6,4	8,4	9,0	4,5	5,2	4,4	13,2	14,0	11,1	8,1
Strasbourg.....	3,6	2,8	4,7	4,4	7,6	8,1	8,9	8,9	7,0	5,1	5,5	4,3
La Rochelle.....	5,6	5,1	3,9	4,2	5,1	4,1	4,3	4,2	6,9	7,9	7,5	6,8
Paris.....	3,8	4,1	2,8	5,3	6,0	6,1	5,9	5,1	5,0	3,7	4,7	3,8
Londres.....	3,7	3,2	3,0	3,3	4,1	4,4	6,1	4,6	4,7	5,3	5,6	4,4
Stockholm.....	1,2	1,5	1,9	0,8	4,5	1,7	6,1	10,7	6,1	3,3	3,4	2,3

§ 4. — De l'influence des défrichements sur la diminution des cours d'eau.

C'est une question importante, et aujourd'hui généralement agitée, que celle de savoir si les travaux agricoles des hommes peuvent modifier le climat d'un pays. Les grands défrichements, les dessèchements de marais si influents sur la répartition de la chaleur dans les différentes saisons de l'année, influent-ils aussi sur les eaux vives qui arrosent une contrée, soit en diminuant la quantité de pluie, soit en permettant aux eaux pluviales une évaporation plus prompte, lorsque des forêts ont été abattues et transformées en grandes cultures ?

Dans de nombreuses localités, on a cru reconnaître que, depuis un certain nombre d'années, des cours d'eau utilisés comme moteurs se sont très-sensiblement amoindris. Sur d'autres points, on est fondé à croire que les rivières sont devenues moins profondes ; et l'étendue croissante des plages recouvertes de galets qui apparaissent sur leurs bords, semble attester la disparition d'une partie de leurs eaux ; enfin des sources abondantes se sont presque taries. Ces remarques ont principalement été faites dans les vallées dominées par de hautes montagnes, et l'on croit avoir remarqué que cette diminution des eaux a suivi de près l'époque à laquelle on a commencé à détruire, sans aucun ménagement, les bois qui se trouvaient répartis à la surface du pays.

Ces faits indiqueraient que là où des déboise-

ments se sont effectués, il y pleut moins qu'autrefois : c'est en effet l'opinion assez généralement adoptée, et, si on l'admettait définitivement sans un examen plus approfondi, on serait conduit à tirer tout d'abord cette conséquence, que les défrichements diminuent la quantité de pluie que reçoit annuellement une contrée. Mais, en même temps que l'on a constaté les faits que je viens de rapporter, on a observé que, depuis le déboisement des montagnes, les rivières et les torrents qui semblent avoir perdu une partie de leurs eaux, présentent des crues subites et tellement extraordinaires qu'il en résulte souvent de grands désastres. De même on a vu, à la suite de violents orages, des sources à peu près sèches surgir tout à coup avec impétuosité, pour se tarir bientôt après. Ces dernières observations, on le conçoit facilement, doivent avertir de ne pas embrasser légèrement l'opinion commune, qui admet que la coupe des bois diminue la quantité annuelle de pluie : car il n'y aurait rien d'impossible à ce que non-seulement cette quantité n'ait pas varié, mais il pourrait encore arriver que le volume des eaux courantes fût resté le même, malgré les apparences de sécheresse présentées à certaines époques de l'année par les rivières et les sources : peut-être y trouverait-on cette seule différence, que l'écoulement de la même masse d'eau devient beaucoup plus irrégulier par l'effet du déboisement : par exemple, si les basses eaux que présente le Rhône pendant une partie de l'année, étaient compensées exactement par un nombre suffisant de grandes crues,

européens, en ce sens que la quantité annuelle de pluie diminue en même temps que la hauteur au-dessus du niveau de la mer augmente. Elles montreraient que, sous des latitudes très-peu différentes, il pleut davantage là où la température moyenne est de 20°,45, que là où elle est de 14°,5.

Marmato est située par 5° 27' N., et par 5h 11' de long. O. Altitude 1,426 mètres. Santa-Fé par 4° 36' N, long. O. 5h 6'; latitude 2,650 mètres.

PLUIE EN CENTIMÈTRES.

	Marmato,		Santa-Fé.
	1855.	1854 (1).	1807 (2).
Janvier...	8,1	1,8	6,6
Février...	12,2	5,4	1,7
Mars.....	22,1	5,	0,6
Avril.....	10,2	17,9	6,0
Mai....	27,9	22,4	15,3
Juin... ..	23,6	33,4	7,9
Juillet.	0,0	7,8	9,5
Août... ..	0,0	2,5	12,3
Septembre..	5,1	13,2	1,8
Octobre....	9,4	25,7	12,7
Novembre..	33,3	17,8	9,5
Décembre..	2,5	17,8	16,4
	154,4	171,2	100,3

Cependant de précieuses observations météorologiques faites par M. Carlos Aguirre, sous l'équateur, dans la métairie d'Antisana, à 4100 mètres d'altitude établissent qu'il ne faut pas généraliser.

(1) Observations des officiers des mines.

(2) Observations de Caldas.

Voici l'eau tombée à l'Antisana, près Quito, pendant sept mois (1).

		Pluie en centimètres.
Année 1846.	Janvier.....	4,2
	Février.....	9,7
	Mars.....	11,8
	Avril.....	20,9
	Mai.....	23,2
	Juin.....	27,3
	Juillet.....	27,8
	Août.....	41,9
En sept mois.....		166,8

Dans les climats tempérés, la fréquence de la pluie varie avec les saisons. Près de l'équateur où la température reste constamment la même, les fortes pluies, la saison des orages, commence précisément à l'époque où le soleil approche du zénith. Toutes les fois que la latitude d'un point de la zone équinoxiale est de même dénomination et égale à la déclinaison du soleil, les orages se forment. Dans de semblables circonstances, le ciel, dans la matinée, est souvent d'une pureté remarquable; l'air est calme, la chaleur du soleil insupportable. Vers midi des nuages s'élevent sur l'horizon, l'hygromètre ne marche pas au sec comme cela a lieu ordinairement, il reste fixe ou avance vers le signe de l'humidité extrême. C'est toujours après la culmination de l'astre que le tonnerre se fait entendre; il est ordinairement

(1) Ces résultats sont extraits d'une suite d'observations que M. Carlos Aguirre a exécutées avec un zèle et une précision qui lui assurent la reconnaissance des météorologistes.