

BULLETIN DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Les forêts de plaine et les eaux souterraines. Expériences faites dans la forêt de Mondon (Meurthe-et-Moselle), 1900-1902, par E. HENRY.

En mars 1897 je recevais de M. Ototzky, conservateur du Musée minéralogique de l'Université de Saint-Pétersbourg, un travail fort intéressant renfermant les résultats des recherches hydrologiques entreprises en 1895 dans les forêts des steppes de la Russie méridionale par la *Société libre impériale économique* qui en confia la direction à M. Ototzky.

Ces recherches se reliait à la vaste enquête que poursuivent actuellement les Russes sur les causes de la décroissance du niveau des cours d'eau dans leur pays et de la plus grande fréquence des années sèches qui amènent de si terribles famines. Le département forestier organise, de son côté, des excursions hydrologiques dans les régions où l'assèchement du climat et la diminution des eaux courantes et des sources ont provoqué le plus de plaintes. On sent que la recherche des causes de ce phénomène est d'un intérêt capital pour la Russie d'Europe où la pluviosité est faible, souvent insuffisante pour la bonne végétation des récoltes, surtout des betteraves et des céréales ; la lame d'eau annuelle n'y oscille, en effet, suivant les régions et les années, qu'entre 20 et 60 centimètres ; les steppes caspiennes ne reçoivent même pas 20 centimètres d'eau par an (1).

(1) Le maximum de la Russie (60 centimètres) correspond au minimum de la France qui reçoit de 60 à 180 centimètres d'eau par an.

Les nombreux sondages exécutés dans la forêt Chipoff (gouvernement de Voronej) et dans la forêt Noire (gouvernement de Kherson) qui, toutes deux, se trouvent sur le bord sud de la région appelée en Russie *Steppe à forêt*, ont permis à M. Ototzky de formuler la conclusion suivante que je cite textuellement : « Il résulte de l'ensemble des faits observés dans les forêts de steppe de la Russie méridionale que, toutes conditions physico-géographiques égales, le niveau des eaux phréatiques ⁽¹⁾ dans les forêts de la zone des steppes est plus bas que dans la steppe adjacente ou qu'en général dans un espace libre voisin... La dépression du niveau est plus accusée sous les vieux massifs que sous les jeunes peuplements ⁽²⁾. »

D'après les mesures prises pendant la saison de végétation (du 1^{er} juin au 1^{er} septembre) dans les sondages pratiqués en forêt et hors forêt, le niveau de la nappe souterraine serait abaissé sous la forêt Chipoff d'une dizaine de mètres et sous la forêt Noire de 4 à 5 mètres.

Il est à présumer que ce sont là des maximums qui seront rarement atteints, déjà pour les deux raisons suivantes : 1^o les mesures ont été prises au moment où la forêt transpire le plus, au moment où elle extrait du sol les plus grandes quantités d'eau; les différences de niveau doivent, semble-t-il, être moindres en hiver; 2^o les expériences ont été faites sur des points où il ne tombe que 30 centimètres d'eau par an, où les forêts naturelles manquent à peu près complètement et en grande partie par défaut d'eau, où, presque toujours assoiffées, elles utilisent avidement pour les besoins de leur transpiration la maigre provision que leur apportent, sous forme de pluie ou de neige, les précipitations atmosphériques.

La Société impériale libre économique voulut étudier l'influence des forêts sur les eaux souterraines dans d'autres conditions de sol et de climat. En 1897, des observations furent faites, encore sous la direction de M. Ototzky, mais cette fois bien plus au nord, sous le 60^e degré de latitude tandis que les précédentes concer-

(1) Daubrée, dans son ouvrage *Les Eaux souterraines*, t. 1^{er}, p. 19, appelle ainsi la nappe d'eau souterraine la plus rapprochée de la surface, celle qui alimente les puits ordinaires (du grec φρέαρ, φρέατος, puits).

(2) On trouvera dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1897, t. II, p. 455-477, la traduction du Mémoire de M. Ototzky relatif à la campagne hydrologique de 1895.

naient des régions situées à 10 degrés environ plus au sud. Les sondages furent faits dans les forêts d'Oudielnaïa et de Pavlosk, du gouvernement de Saint-Pétersbourg, à climat plus froid et plus humide, à pluviosité plus grande, avec eaux souterraines abondantes ; ce sont des sapinières et non plus des forêts feuillues comme celles de Voronej et de Kherson. Il est inutile d'ajouter qu'ici encore on eut grand soin de placer les trous de sonde dans des conditions physico-géographiques aussi semblables que possible, c'est-à-dire en terrain plat (d'origine morainique) formé de couches minérales de même composition à stratifications parallèles, à nappe phréatique immobile.

Voici la conclusion de M. Ototzky (1) :

« Ainsi, malgré d'autres conditions physico-géographiques et climatiques (eaux souterraines abondantes et proches de la surface, climat froid et très humide, arbres à racines traçantes, etc.) dans les forêts de la zone septentrionale de la Russie, j'ai rencontré le même fait que dans les steppes : *partout, dans les forêts étudiées, le premier horizon des eaux souterraines se trouve plus bas que dans le champ voisin.* Ce fait s'est surtout accusé très fort dans la forêt d'Oudielnaïa où le premier horizon des eaux souterraines était complètement absent. Mais, en général, pour des raisons faciles à comprendre, l'influence des forêts septentrionales est plus faible que celle des forêts de steppe. La différence de niveau n'est plus que de 0^m,50 à 1^m,15 suivant les forêts. »

Ces résultats étaient tellement en opposition avec les idées régnantes qu'il était urgent de les vérifier et de voir si des conditions climatiques différentes, notamment une bien plus forte pluviosité, n'arriveraient pas à modifier, voire à inverser les rapports obtenus en Russie.

Le 1^{er} juillet 1899, M. Daubrée, directeur de l'Administration des eaux et forêts, voulut bien, sur ma demande, accorder à l'École forestière un crédit pour des recherches relatives à l'influence des forêts sur les eaux souterraines dans le Nord-Est de la France où la tranche pluviale est environ trois fois plus épaisse que celle qui tombe sur les forêts des gouvernements de Voronej et de Kherson.

(1) Voir la traduction de son travail dans les *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, 1899, t. II, p. 300-316.

Situation. — La forêt domaniale de Mondon, près Lunéville (Meurthe-et-Moselle), fut choisie pour ces recherches parce qu'elle réalise la plupart des conditions exigées. D'accès facile, elle forme à l'est de Lunéville, entre les rivières de la Meurthe et de la Vezouse, un massif de 2 000 hectares environ (avec les bois communaux avoisinants) dont l'altitude ne varie que d'une vingtaine de mètres (de 246 mètres à 266 mètres). Ce sol plat est constitué par les alluvions anciennes de ces rivières beaucoup plus volumineuses autrefois et dans lesquelles alluvions la Meurthe et la Vezouse actuelles ont fini, après maints tâtonnements, par se creuser le lit que nous voyons aujourd'hui. Ces deux rivières coulent vers l'ouest de chaque côté du massif à des cotes variant entre 235 mètres et 240 mètres, par conséquent à un niveau de fort peu inférieur (30 mètres au maximum) à celui du seuil très peu accusé qui sépare les deux rivières ; la Vezouse se jette dans la Meurthe à Lunéville.

Sol. — Le sol est surtout formé de grains de sable, de graviers ou de cailloux, le tout de grosseur très inégale suivant les remous et les courants, suivant les variations d'étiage et de régime qui se sont produites pendant la longue période de formation de ces alluvions anciennes. A la surface on trouve le plus souvent des éléments fins (sable rouge, gris ou blanc) ; parfois le grain est si ténu que le sol ressemble à de l'argile par la faculté d'imbibition ; au-dessous viennent des graviers, puis des cailloux (quartzite ou quartz laiteux) de plus en plus humides (1), à mesure qu'on se rapproche de la nappe aquifère qu'on atteint à une profondeur ne dépassant guère 5 mètres.

Voici, du reste, la coupe d'un sondage exécuté par la ville de Lunéville sur le bord septentrional de la forêt pour la recherche d'eaux de source :

		0 ^m ,40	Terre végétale.
		1,70	Sable argileux fin, jaune.
Terrain perméable . . .	} 7 ^m ,10	0,70	Le même mélange de graviers.
Couche aquifère . . .		2,20	Gravier avec sable.
		2,10	Gros gravier avec sable grossier.

(1) De nombreux dosages d'humidité du sol faits en divers points et à diverses profondeurs, en mars 1901, il résulte qu'à cette date le taux d'eau depuis la surface jusqu'à 3 mètres oscillait entre 10 et 16 p. 100, diminuant régulièrement dans 1 bis et dans 2 bis à partir de la surface. Sur 20 dosages, 3 seulement se sont écartés de ces chiffres et ont donné 6,78, 7,23 et 19,4 d'eau pour 100.

Couche imperméable.	8 ^m ,10	Argile bleue très collante.
	1,30	Argile bleue mélangée d'un peu de sable.
	8,50	Argile bleue avec rognons de calcaire et sans sable.

« Les couches des terrains rencontrés, ajoute M. le directeur des travaux de la ville qui a obligeamment communiqué ces relevés, sont sensiblement horizontales. Nous sommes entrés d'une quinzaine de mètres dans les marnes du keuper dont la puissance est d'environ 300 mètres et nous nous sommes arrêtés, car à cette profondeur les eaux sont généralement chargées de sel. » Ainsi la couche imperméable sur laquelle repose la nappe souterraine est sur l'emplacement de ce sondage à 7 mètres au-dessous de la surface.

Climat. — L'élément le plus important au point de vue qui nous occupe est la pluviosité.

La lame d'eau qui est tombée sur la forêt avait en 1900 une épaisseur de 713 millimètres et de 891 millimètres en 1901 (1). La pluviosité est plus grande (année moyenne) de juin à décembre que dans les cinq premiers mois, la tranche pluviale s'élevant à 5 décimètres pour l'été et l'automne (juin-novembre) et se réduisant à 3 décimètres pour l'hiver et le printemps (décembre-mai). Le nombre total des jours de pluie est de 160 à 170.

La température moyenne annuelle est de 9°,4 centigrade avec une moyenne de 1°,43 pour l'hiver (décembre, janvier, février), de 9°,05 pour le printemps, de 17°,70 pour l'été (juin, juillet, août) et de 9°,42 pour l'automne.

Ces chiffres moyens donnés par M. Millot pour Nancy, ville située à 30 kilomètres à l'ouest de la forêt de Mondon, sont à peu près vrais aussi pour cette forêt.

On fora dix trous de sonde (2) de 0^m,05 de diamètre à l'aide de la sonde géologique belge dès le printemps de 1900 et on les garnit de tubes en zinc percés de petits trous et munis à leur

(1) Ce sont les chiffres relevés à la Station météorologique de Croismare, village situé à 3 kilomètres au nord du centre du périmètre des sondages.

(2) Grâce à l'obligeance de M. l'inspecteur des Forêts, Majorelle, qui me donna de précieuses indications pour le choix des sondages dans cette forêt qu'il connaît si bien, ma tâche fut fort simplifiée. Je l'en remercie-ainsi que de l'amabilité avec laquelle il mit son personnel à ma disposition pour la besogne longue et pénible du forage des trous.

extrémité inférieure d'un cône perforé de la même façon. On empêchait ainsi la terre de s'ébouler et de venir remplir le fond du puits. Les nombreux petits trous percés dans le métal permettaient à l'eau de prendre aisément son niveau.

Cinq trous furent creusés en terrain nu, dans des parcelles défrichées pour l'usage des gardes, dans des pépinières, des pâtis communaux mais toujours aux abords de la forêt, le plus éloigné n'en étant distant que d'une centaine de mètres, et cinq autres, destinés à être comparés aux précédents, furent installés sous le massif avoisinant aussi près et dans des conditions aussi comparables qu'on a pu le faire.

Il y avait donc cinq couples de sondages.

Les observations ont été prises une fois par mois depuis le 4 mai 1900 jusqu'au 24 août 1902.

Le nivellement a été fait par les élèves de l'École forestière en mai 1900 et mai 1901 en prenant pour point initial l'altitude de la gare de Marainvillers qui est de 240^m,82.

On trouvera dans le tableau ci-dessous *toutes les mensurations qui ont été faites à Mondon ; aucune n'a été écartée*(¹). On a dû seulement renoncer à utiliser un de ces cinq couples (celui dont un des sondages avait été foré dans les champs de la ferme de Saint-Georges et l'autre dans le taillis voisin — coupe 3 de la 3^e série de taillis) parce que le sondage fait dans le champ a été détruit par la charrue en mars 1901.

TABLEAU.

(1) J'adresse ici de bien sincères remerciements à mon dévoué collaborateur, le brigadier forestier Jost, qui chaque mois mesurait avec grand soin le niveau de l'eau dans chacun des sondages et m'envoyait les relevés.

Profondeur des eaux souterraines dans les quatre couples de sondages de la forêt domaniale de Mondon, du 4 mai 1900 au 24 août 1902.

La lettre *h* indique l'altitude.

DATES.	No 1.	No 1 bis.	No 2.	No 2 bis.	No 3.	No 3 bis.	No 4.	No 4 bis.
	Terrain du brigadier. <i>h</i> = 243 ^m ,77.	Boisé. Vieux taillis. Parcelle 2. <i>h</i> = 244 ^m ,58.	Nu. Pépinière de 24 ares. <i>h</i> = 244 ^m ,53.	Boisé. Vieux taillis. Parcelle 11. <i>h</i> = 245 mètr.	Terrain de garde. Gouttes-Meix. <i>h</i> = 257 ^m ,67.	Boisé. Vieux taillis. Parcelle 25. <i>h</i> = 258 ^m ,87.	Nu. Pâtis de Croismare. <i>h</i> = 247 ^m ,46.	Boisé. Pins sylvestres. Parcelle 34. <i>h</i> = 246 mètr.
4 mai 1900	2 ^m ,12	3 ^m ,31	3 ^m ,45	»	»	»	2 ^m ,43	1 ^m ,30
17 juin	2 ,35	3 ,40	3 ,65	»	»	»	2 ,65	1 ,22
13 juillet	2 ,55	3 ,50	3 ,93	»	»	»	2 ,90	1 ,44
16 août	2 ,70	3 ,72	4 ,53	4 ^m ,89	»	»	»	»
20 septembre	2 ,90	3 ,90	4 ,95	5 ,30	»	5 ^m ,25	3 ,30	1 ,68
13 octobre	3 ,08	4 ,00	5 ,00	5 ,15	3 ^m ,72	5 ,32	3 ,37	1 ,73
17 novembre	3 ,18	4 ,10	5 ,10	5 ,20	3 ,75	5 ,35	3 ,40	1 ,76
18 décembre	3 ,12	4 ,20	4 ,60	5 ,17	3 ,66	5 ,20	2 ,90	1 ,60
15 janvier 1901	3 ,20	4 ,25	4 ,85	5 ,22	3 ,75	5 ,20	3 ,00	1 ,54
21 février	3 ,16	4 ,25	4 ,74	5 ,18	3 ,58	4 ,95	Sondage introuvable à cause de la neige.	
18 mars	3 ,05	4 ,17	3 ,85	5 ,18	2 ,71	4 ,36	1 ^m ,89	0 ^m ,27
18 avril	2 ,13	3 ,65	3 ,27	4 ,27	2 ,39	4 ,18	1 ,65	0 ,28
14 mai	2 ,28	3 ,35	3 ,37	4 ,09	2 ,62	4 ,22	2 ,23	0 ,86
23 juin	2 ,53	3 ,58	3 ,73	4 ,38	2 ,85	4 ,54	2 ,61	1 ,23
17 juillet	2 ,64	3 ,70	4 ,00	4 ,64	3 ,20	4 ,80	2 ,88	1 ,50
20 août	2 ,82	3 ,90	4 ,47	4 ,95	3 ,35	4 ,99	2 ,87	1 ,52
21 septembre	2 ,69	3 ,98	3 ,84	5 ,07	3 ,07	4 ,85	2 ,11	1 ,06
21 octobre	2 ,75	4 ,02	4 ,06	5 ,05	2 ,97	4 ,75	2 ,05	0 ,85
21 novembre	2 ,73	3 ,90	4 ,29	5 ,00	3 ,07	4 ,49	2 ,03	0 ,74
21 décembre	2 ,67	3 ,85	4 ,15	4 ,98	2 ,80	4 ,42	1 ,80	0 ,52
27 janvier 1902	2 ,28	3 ,72	3 ,73	4 ,62	2 ,58	4 ,08	0 ,86	0 ,37
25 février	2 ,03	3 ,28	3 ,32	4 ,07	2 ,19	3 ,70	0 ,80	0 ,27
26 mars	2 ,13	3 ,25	3 ,41	4 ,03	2 ,01	3 ,60	0 ,22	0 ,35
23 avril	1 ,99	3 ,20	3 ,30	3 ,96	1 ,95	3 ,48	1 ,27	0 ,52
21 mai	1 ,85	3 ,23	3 ,22	3 ,98	1 ,72	3 ,35	0 ,13	0 ,20
21 juin	2 ,19	3 ,25	3 ,63	3 ,98	1 ,81	3 ,54	1 ,50	0 ,65
22 juillet	2 ,66	3 ,49	3 ,68	4 ,30	2 ,35	4 ,15	2 ,54	1 ,20
24 août 1902	2 ,71	3 ,67	4 ,12	4 ,64	2 ,80	4 ,62	2 ,89	1 ,49
Moyenne p ^r les 28 mois et en tenant compte de la différence d'altitude des orifices dans chaque couple de sondages, la moyenne devient . . .	2 ^m ,59	3 ^m ,69	4 ^m ,06	4 ^m ,69	2 ^m ,82	4 ^m ,44	2 ^m ,16	1 ^m ,01
	+ 1 ^m ,10		+ 0 ^m ,63		+ 1 ^m ,62		- 1 ^m ,15	
Sous la forêt le niveau est plus bas de . . .	3 ^m ,39	3 ^m ,69	4 ^m ,49	4 ^m ,69	4 ^m ,02	4 ^m ,44	2 ^m ,16	2 ^m ,47
Écart maximum . . .	+ 0 ^m ,30		+ 0 ^m ,20		+ 0 ^m ,42		+ 0 ^m ,31	
	1 ^m ,35	1 ^m ,05	1 ^m ,73	1 ^m ,27	2 ^m ,03	2 ^m ,00	3 ^m ,27	1 ^m ,56

Le trait plein souligne les niveaux les plus élevés. — Le trait ponctué souligne les niveaux les plus bas.

DISTANCES ET ALTITUDES DES SONDAGES.

1^{er} couple. — Le premier couple comprend le sondage n° 1, pratiqué au milieu d'une surface carrée de 8 hectares environ défrichée pour servir de terrain de culture au brigadier et au garde qui demeurent à la maison forestière du Rendez-Vous, et le sondage n° 1 *bis* distant du précédent d'environ 300 mètres, foré dans la parcelle 2 de la 1^{re} série de taillis sous futaie près de la ligne qui la sépare de la parcelle 3. C'est un taillis garni d'assez nombreuses réserves. L'altitude du sondage n° 1 est de 243^m,77; celle du sondage n° 1 *bis* sous bois est de 244^m,58. Il y a donc une différence de 0^m,81 qu'il faut ajouter aux profondeurs trouvées dans le sondage n° 1 si l'on veut rapporter les deux groupes de mensurations au même plan de niveau.

2^e couple. — Il comprend le sondage n° 2, représenté par le puits qui se trouve au milieu d'une petite pépinière de 24 ares située sur la route de Laronxe, et le sondage n° 2 *bis*, situé dans un vieux taillis de 50 ans, p. 11, à 100 mètres du puits et à même distance que lui de la route; son orifice est de 0^m,47 plus haut que celui du puits. Celui-ci n'est éloigné du massif que d'une vingtaine de mètres; malgré le peu d'étendue de ce vide, l'absence de la forêt se fait déjà sentir sur le niveau des eaux souterraines, plus même que les chiffres du tableau ne l'indiquent. On sait qu'autour des puits la nappe s'infléchit, le puits exerçant une sorte de succion. Le niveau véritable est plus élevé que le plan d'eau du puits dont les variations ont seules été mesurées (1). C'est sans doute pour cela que la dénivellation est moindre ici que dans les autres couples.

3^e couple. — Le sondage n° 3 en sol nu a été placé au milieu du terrain (1 hectare environ) du garde de la maison forestière de la Goutte-des-Meix.

Le sondage sous bois n° 3 *bis* est situé dans la parcelle 25 de la 2^e série de taillis sous futaie portant un taillis de 30 à 35 ans avec réserves assez nombreuses sur l'emplacement du sondage.

La distance entre le n° 3 et le n° 3 *bis* est d'environ 900 mètres; plusieurs tentatives de forage faites à des distances moindres

(1) Voir DAUBRÉE, *Les Eaux souterraines*, t. 1^{er}, p. 13.

n'ont pas abouti parce que la sonde rencontrait de trop gros cailloux. L'altitude du n° 3 est de 257^m,67 ; celle du n° 3 *bis* de 258^m,87 : il y a donc 1^m,20 de différence de niveau.

4^e couple. — Dans des terres incultes, faisant partie des pâtis communaux de Croismare, on a creusé le trou n° 4 situé à l'altitude de 247^m,46 et on a comparé les oscillations du niveau de l'eau dans ce tube à celles du sondage n° 4 *bis*, creusé dans la parcelle 34 de la première série, à l'altitude de 246 mètres, soit à 1^m,46 plus bas que le niveau du sol du pâtis. La distance entre les deux sondages est d'environ 650 mètres.

Le peuplement est un perchis très serré, d'une trentaine d'années, presque entièrement constitué par du pin sylvestre. Le sol est garni d'une couche épaisse d'aiguilles plus ou moins décomposées. — Le plan de la forêt, avec mention des sondages et des altitudes, permettra de se rendre mieux compte de l'emplacement des trous, de les retrouver facilement et de vérifier ainsi les résultats des trois premières années.

Les tubes sont encore en place dans tous les sondages et l'on pourra toujours y relever le niveau de l'eau, ce qui, dans certaines circonstances climatiques extraordinaires, sera peut-être d'une grande utilité.

Examen des résultats. — Si l'on compare les profondeurs moyennes trouvées dans chaque sondage pour les 28 mois qu'ont duré les observations, on constate que le niveau des eaux phréatiques est plus bas sous la forêt de 1^m,10 pour le 1^{er} couple, de 0^m,63 pour le 2^e, de 1^m,62 pour le 3^e et plus haut de 1^m,15 pour le 4^e couple.

Le graphique ci-joint représente les oscillations de la nappe souterraine, sous bois et hors bois, dans les deux premiers couples de sondage de mai 1900 au mois d'août 1902. On voit que, dans la forêt de Mondon, c'est en avril-mai que les eaux souterraines sont le plus près du sol ; c'est en janvier 1901 et en août 1901, comme on le voit en consultant soit le tableau soit le graphique, qu'elles ont atteint leur niveau le plus bas.

Il paraît singulier, de prime abord, qu'il y ait une telle divergence dans les époques d'étiage des eaux souterraines de même que dans la forme des courbes : mai 1900 à mai 1901 et mai 1901 à mai 1902.

Le fait s'explique par les deux particularités suivantes :

1° L'année 1901 a été plus humide que l'année 1900 et surtout les mois d'août et de septembre ont été extraordinairement pluvieux. Dans les trois mois de juillet, août, septembre 1901 il est tombé à Croismare 376^{mm}, 2 de pluie (dont 163^{mm}, 5 en septembre), tandis que dans la même période il n'est tombé en 1900 que 160^{mm}, 8 (dont 51^{mm}, 3 seulement en septembre). Sous l'influence de ces pluies excessives le niveau des eaux phréatiques, qui, normalement, baisse jusqu'en novembre, a remonté et n'a plus atteint depuis une cote aussi basse qu'au 20 août.

D'ordinaire à Nancy ¹ le mois de septembre est, après les cinq premiers mois de l'année, le moins pluvieux ; en 1901 il a dépassé de beaucoup tous les autres par sa richesse en pluie. Bien qu'à cette saison les pluies aient encore peu d'influence le plus souvent sur les eaux souterraines, il y en a eu un tel excès que le niveau des puits remonta du 20 août au 21 septembre, du moins en sol nu où l'infiltration est plus prompte ; car sous la forêt le niveau continua à baisser ;

2° D'autre part, janvier 1901 a été froid et février a été neigeux et très froid jusqu'au dégel du 24, si bien que jusqu'à cette date l'eau resta à l'état de glace immobile dans les couches superficielles du sol, ne prononçant nettement son mouvement d'ascension qu'à partir du 24 février. Habituellement, comme on le voit sur la courbe de 1902, sous l'influence des grandes pluies d'octobre, novembre, décembre (très pluvieux à Nancy) le niveau commence à remonter à partir de janvier.

L'écart maximum de niveau varie suivant les sondages (voir le tableau) ; en tout cas, pour chaque couple, il est plus grand sous le sol nu que sous la forêt. Celle-ci joue donc encore sous ce rapport le rôle de régulateur qu'on lui connaît vis-à-vis de la température.

Si l'on tient compte des différences de niveau des orifices des sondages et qu'on rapporte les mesures à un même plan horizontal, l'anomalie apparente du 4^e couple disparaît et l'on voit par les moyennes inscrites au tableau que, dans tous les couples de

(1) Voir *Répartition de la pluie et des orages dans une année normale à Nancy*, par C. MILLOT. Nancy, Berger-Levrault et C^o, 1892. — En supposant une pluviosité normale on n'obtiendrait, d'après les chiffres donnés par cet auteur, que 228 millimètres pour ces trois mois avec une tranche pluviale de 891 millimètres et il est tombé 376^{mm}, 2.

sondages, le plan d'eau sous la forêt, en toutes saisons, est plus bas que sous le sol nu :

De 0^m,30 pour le 1^{er} couple ;

De 0^m,20 pour le 2^e couple ;

De 0^m,42 pour le 3^e couple ;

De 0^m,31 pour le 4^e couple.

Il est certain que la dénivellation est plus accentuée que ces chiffres ne l'indiquent puisqu'on sait que, dans les terrains perméables, la nappe phréatique suit les accidents du relief quoique avec des ondulations beaucoup moins prononcées (1).

Mais acceptons comme des minimums incontestables les chiffres précédents dont la moyenne est 0^m,30.

Nous pouvons affirmer que, d'après les mesurages effectués chaque mois, du 4 mai 1900 au 24 août 1902, dans huit sondages forés au hasard, soit sous le massif soit dans les terrains nus avoisinant la forêt domaniale de Mondon (Meurthe-et-Moselle), *le niveau des eaux souterraines est, en toutes saisons, de trois décimètres au moins plus bas sous bois que hors bois.*

On voit que cet abaissement de niveau est bien faible et n'a rien d'inquiétant. Il suffit à démontrer la généralité du phénomène au moins pour l'Europe ; mais, comme je l'ai dit ailleurs² et comme on pouvait le prévoir, l'action de la forêt doit être et est en effet d'autant moins accusée que les arbres ont plus d'eau à leur disposition.

Dans les forêts russes de la zone des steppes, où il ne tombe annuellement qu'une trentaine de centimètres de pluie ou de neige, le premier niveau des eaux souterraines peut être complètement épuisé par la forêt et par sa couverture, comme le cas s'est présenté dans la forêt Chipoff où même le second niveau, quand il ne manque pas, est très pauvre et situé plus bas.

Aux environs de Saint-Petersbourg, où le climat est plus humide

(1) Voir les nombreuses coupes (p. 30, 33, 34, 53, etc.), de l'ouvrage de M. DAUBÉE, *Les Eaux souterraines*, t. 1^{er}. « En Gascogne, dit-il (p. 53), les eaux pluviales qui tombent à la surface des dunes pénètrent immédiatement dans le sol sans ruisseler à la surface. Elles s'infiltrent dans le sable et vont former une nappe dont la surface supérieure est ondulée comme celle des dunes, mais avec des ondulations beaucoup moins prononcées et dont les formes varient d'ailleurs à la suite des pluies et des sécheresses...

« En Hollande, la nappe souterraine est encore limitée par une surface courbe qui d'ordinaire suit, plus ou moins régulièrement, les ondulations de la surface du sol. »

(2) *Sur le rôle de la forêt dans la circulation de l'eau à la surface des continents.* (Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes à Nancy, en 1901. — Sciences.)

et plus froid (1), où l'évaporation et la transpiration sont moins actives en même temps que la pluviosité est plus grande, la différence de niveau entre les eaux souterraines hors bois et sous bois n'est plus que de 0^m,50 à 1^m,15 suivant les forêts.

Dans la forêt de Mondon sur laquelle il tombe une lame d'eau dont l'épaisseur s'est élevée en 1900 à 713^{mm}, en 1901 à 891^{mm}, l'abaissement du plan d'eau est encore moins accusé. La pluviosité est presque trois fois plus forte que dans les forêts de la zone des steppes russes et, en se reportant aux chiffres donnés par von Höhnel pour la transpiration d'une forêt de hêtre de 115 ans, cette provision d'eau pluviale serait le double de celle qu'exigerait annuellement une vieille futaie pour son accroissement et sa transpiration.

On comprend que, dans ces conditions, le plan d'eau ne s'abaisse que de quelques décimètres. Avec une pluviosité plus grande encore la différence tendrait vers zéro. La comparaison des courbes du graphique suggère encore d'autres réflexions.

En 1900, 1901 et 1902, le niveau descend à peu près du même pas en mai, juin, juillet, août (2) pour remonter en avril exactement au même niveau. Mais en septembre 1901, au lieu de continuer son mouvement de descente comme il arrive d'habitude, la courbe en terrain nu remonte à cause des pluies extraordinaires de septembre 1901 et ne s'abaisse plus aussi bas que le 20 août (époque anormale d'étiage pour les eaux souterraines).

En outre, comme janvier et février 1902 ont été très doux, l'eau a pu circuler dans le sol et faire remonter fortement le niveau, tandis qu'elle était gelée en 1901 pendant ces mêmes mois où le niveau est resté très bas. Dès le dégel de la fin de février 1901, l'eau remonte brusquement en mars dans le puits de la pépinière largement ouvert et prenant vite la température ambiante, tandis

(1) On se fera une idée de la différence qui existe entre le climat de Mondon et celui des environs de Saint-Petersbourg où ont eu lieu les observations de M. Ototzky, en 1897, et celles de M. Tolsky, en 1901-1902 (à Staraja-Russa, 58° de latitude, pres et au sud du lac Ilmen), par les données suivantes :

	Saint-Petersbourg.	Mondon.
Hauteur de pluie	45 à 50 ^{cm}	80 ^{cm}
Température moyenne annuelle.	3° 8	9° 4
— — de janvier	— 9°	0° 50
— — de juillet	17°	18° 08

(2) Sous bois c'est seulement à partir du 20 juin 1902 que la descente se prononce parce que les grandes pluies de mai font encore sentir leur effet le 20 juin en forêt.

que l'action du dégel ne se fait à la même date sentir qu'à peine dans les sondages étroits (0^m,05 centimètres de diamètre) et fermés par un bouchon.

La plus grande lenteur de l'infiltration et de l'imbibition du sol forestier ressort aussi nettement de l'examen des courbes. Le maximum atteint le 20 avril 1901 pour les eaux en terrain nu ne l'est qu'un mois plus tard — le 20 mai — pour le sol boisé. De même à la suite des grandes pluies de septembre, l'eau remonte sous le sol nu ; elle continue à baisser sous le sol boisé où elle n'atteint son étiage que le 20 septembre ou même le 20 octobre. Mai 1902 a été aussi très pluvieux ; aussitôt l'eau remonte, très vite en terrain nu, bien moins sous bois. En revanche, de mai à juin la descente est rapide en terrain nu, le niveau reste le même sous bois.

Toutes ces particularités démontrent de la façon la plus nette l'action régulatrice, compensatrice de la forêt.

On la saisit aussi du premier coup d'œil en constatant que les courbes sous terrain boisé (pointillé) sont moins accidentées et présentent des écarts moindres que les courbes sous terrain nu (trait plein). Enfin le gel et le dégel influent grandement. Ainsi le mois de février 1901 a été neigeux et très froid, beaucoup plus froid que janvier ; l'eau à l'état de glace reste immobile dans le sol. Le dégel survient brusquement le 24 février ; la neige et la glace fondent ; les pluies abondantes en mars (67 millimètres), plus encore en avril (130 millimètres) viennent s'ajouter à l'eau de fusion : aussi l'eau monte rapidement dans tous les sondages ; elle atteint son maximum le 18 avril dans les sondages 1 et 2 et seulement un mois plus tard dans les sondages sous bois où les cimes, la couverture, le sous-sol plus sec et plus avide d'eau s'opposent à une inflation aussi rapide et aussi intense de la nappe phréatique qu'en terrain nu.

CONCLUSIONS

Ces résultats obtenus en France, aux environs de Nancy, concordent entièrement avec toutes les autres observations faites jusqu'ici sur ce sujet, c'est-à-dire avec les observations faites en Russie en 1895 dans les forêts de la zone des steppes, en 1897 dans les environs de Saint-Pétersbourg et avec celles qui viennent

d'être récemment publiées par M. Tolsky dans les environs de Saint-Pétersbourg (École forestière de Staraïa-Russa, tout près et au sud du lac Ilmen).

La question semble donc résolue au moins en ce qui concerne l'Europe ⁽¹⁾ et on peut affirmer que dans les forêts de plaine, dont le sol est formé par la superposition de couches identiques à stratification horizontale dont, par suite, la nappe souterraine est immobile :

1° Jamais le niveau de l'eau n'est plus élevé sous bois qu'en terrain nu ;

2° Toujours la nappe phréatique a été trouvée plus éloignée de la surface sous bois que hors bois, en tenant compte du relief ;

3° La dépression du niveau est plus accusée sous les vieux massifs que sous les jeunes peuplements ;

4° Elle est plus accusée aussi dans les climats secs que sur les points où il pleut beaucoup. Dans ces dernières conditions elle peut, comme à Mondon, ne pas dépasser quelques décimètres.

Ces conclusions ne font que corroborer une opinion dès longtemps accréditée, à savoir la faculté remarquable que possède la végétation forestière d'assécher et d'assainir les plaines marécageuses, les régions où l'eau stagne une partie de l'année. Ce pouvoir asséchant de la forêt est démontré par les exemples devenus classiques des Landes de Gascogne, de la Sologne, des marais Pontins ⁽²⁾, pour ne citer que les plus célèbres. Son rôle à cet égard est bien connu.

Chaque fois que l'on a besoin d'enlever un excès d'eau stagnante on s'adresse, et jamais en vain, à la végétation forestière.

Sa puissance de transpiration est prouvée encore par les mo-

(1) * Nous nous garderions bien, disions-nous déjà il y a deux ans (*Comptes rendus du Congrès des sociétés savantes* en 1901), de généraliser ces résultats et de dire que dans toutes les régions de plaine du globe la forêt doit exercer la même influence. Il peut même se faire que, dans certains cas, l'inverse ait lieu et que l'évaporation du sol ne l'emporte sur la transpiration de la forêt. Ce fait doit se présenter surtout dans les régions tropicales où la chaleur est torride, où le sol évapore d'énormes quantités d'eau, quantités d'autant plus fortes que la température est plus élevée, tandis qu'il n'en est pas de même pour la transpiration, phénomène physiologique et non plus physique. » *La Revue des Eaux et Forêts*, 1901, p. 19, cite dans ce sens une observation de M. Ribbentrop, près de Madras. Il serait fort intéressant de faire des expériences dans ces régions afin d'avoir une vue d'ensemble des relations entre l'évaporation du sol nu et la transpiration des forêts sur tous les points du globe.

(2) Dans la Campagne romaine, au couvent de Saint-Paul-des-Trois-Fontaines, à 3 kilomètres de Rome, les plantations d'eucalyptus, commencées en 1870, ont fait baisser le niveau des eaux phréatiques de plusieurs décimètres.

difications qu'éprouvent, jusqu'à 1 500 mètres de hauteur, les masses d'air qui se trouvent au-dessus des grands massifs forestiers.

« Le refroidissement ressenti par les aéronautes en passant au-dessus de massifs boisés d'une certaine étendue, écrit ⁽¹⁾ M. le chef de bataillon du génie Renard, sous-directeur de l'établissement central d'aérostation militaire, se traduit par une descente bien marquée du ballon. Cette descente ne s'arrête jamais d'elle-même comme il arrive souvent quand une cause passagère la produit. Elle ne s'enraie qu'après la projection d'une quantité souvent notable de lest.

« Quant à la hauteur à laquelle se fait sentir cette influence, elle varie nécessairement avec l'étendue du massif forestier et peut-être aussi avec l'altitude et la configuration des terrains environnants.

« En tout cas, un fait précis d'expérience est qu'elle a été ressentie par nombre d'aérostiers militaires au-dessus de la forêt d'Orléans ⁽²⁾, le ballon étant à une altitude de 1 000 mètres environ.

« Il paraît démontré, par toute la série d'ascensions faites jusqu'ici, que l'influence de massifs d'une étendue semblable est sensible jusqu'à une hauteur de 1 500 mètres environ. »

Ces deux faits, assèchement du sol, humidification et refroidissement de l'air au-dessus des forêts, sont intimement liés. L'un est le corollaire de l'autre. Ils montrent que la forêt doit être considérée comme une pompe aspirante et foulante d'une merveilleuse puissance.

Une autre conséquence nécessaire des deux faits précédents est qu'il doit pleuvoir plus au-dessus des grands massifs forestiers que sur le même emplacement supposé non boisé.

Me permettra-t-on d'ajouter, aux exemples que j'ai cités ailleurs ⁽³⁾, une nouvelle preuve récemment mise en évidence et qui semble des plus démonstratives. Il s'agit de l'influence de la forêt de Mormal, massif de 10 000 hectares environ situé dans le dé-

(1) Lettre du 21 mai 1900 à l'auteur.

(2) C'est la plus grande forêt de France (30 000 hectares) et le type des forêts de plaine.

(3) Voir *Compte rendu du congrès international de sylviculture*, tenu à Paris du 4 au 7 juin 1900, p. 344.

partement du Nord, sur la pluviosité de la plaine avoisinante. Dans un article récent sur *La pluviosité de la plaine du nord de la France* on lit ce qui suit (1) :

« Une anomalie assez importante se produit du côté du sud. Les précipitations s'élèvent rapidement de l'Escaut (Valenciennes 705 millimètres) vers la Sambre (Le Quesnoy 795 millimètres, Gommeqnes 907 millimètres) pour diminuer ensuite au delà de la rivière, *l'altitude continuant cependant à augmenter*: Avesnes, à 183 mètres reçoit 742 millimètres ; Fourmies à 178 mètres reçoit 757 millimètres ; à Hirson seulement, par 196 mètres nous retrouvons plus de 800 millimètres (806). *Le maximum établi sur la haute Sambre ne dépend donc pas seulement de l'altitude. Regardant de plus près, nous voyons qu'il englobe complètement dans la courbe de 850 millimètres la forêt de Mormal.* D'où l'idée que la forêt est le facteur d'augmentation cherché. Cette influence a été déterminée par M. Bouvart avec une grande précision dans le tableau suivant (voir les *Annales*) où les cinq stations de Bavai, Gommeqnes, Locquignol, Landrecies, Maroilles, placées de manière à être influencées par la forêt, sont comparées à celles du Quesnoy qui est hors du rayon d'action des bois (station-témoin).

« Quand il tombe à la station-témoin 737 millimètres, la lame pluviale moyenne des cinq stations ci-dessus est (réduite au niveau du témoin) de 855 millimètres, soit de 118 millimètres plus épaisse, grâce à la forêt. En d'autres termes, c'est de 16 p. 100 (2) qu'il faudrait réduire les hauteurs d'eau tombées sur ce coin de territoire pour pouvoir les comparer aux quantités de pluie des stations voisines ; on obtiendrait alors 730 millimètres de pluie environ, chiffre qui se rapproche en effet de ceux d'Avesnes (742 millimètres) et de Fourmies (757 millimètres).... Ainsi s'explique la présence, sur la haute Sambre, d'un maximum délimité aussi bien du côté de l'est que de l'ouest et qui précède en quelque sorte le maximum que nous trouverions plus loin, sur les hauteurs très boisées de l'Ardenne. »

(1) Voir *Annales de géographie* du 15 mai 1902, p. 215. L'article (p. 203-220), avec une figure dans le texte et deux cartes hors texte, est de M. Raoul Blanchard, agrégé d'histoire et de géographie. Les observations ont été faites par M. Bouvart, inspecteur des forêts en retraite, observateur de la Station du Quesnoy, dont M. Blanchard dit qu'il est le plus précieux collaborateur de la *Commission météorologique du Nord* et qu'il serait à souhaiter que chaque département possédât un observateur tel que lui.

(2) On remarquera que c'est à peu près le rapport trouvé à Nancy, à Nuremberg et dans les Indes.

J'ai déjà montré ailleurs ⁽¹⁾ [et je n'y reviendrai pas ici] que cette action de la forêt sur les eaux phréatiques n'était nullement en contradiction avec l'influence heureuse qu'elle possède d'une manière incontestable sur les nappes souterraines *mobiles* des pays à relief accidenté où s'exerce le ruissellement ⁽²⁾ et sur les sources qu'elles alimentent.

Dans les régions de plaines ce sont les puits et les citernes, non les sources qui fournissent l'eau. Qu'importe que l'eau des puits se trouve sous bois à un mètre plus bas qu'en terrain non boisé ?

Avant de laisser de côté cette question, qui peut être considérée comme résolue pour nos climats, quelques mots encore sur son historique.

Ce sont les recherches russes de 1895 publiées par moi en février 1898 (*Annales de la science agronomique française et étrangère*), traduites un peu plus tard en allemand dans le *Zeitschrift für Gewässerkunde* de Gravelius, 1898 et 1899, qui ont remis à l'ordre du jour cette question dont les recueils spéciaux ne s'occupaient plus depuis longtemps ⁽³⁾.

Extrêmement surpris de ces résultats, qui semblaient en contradiction avec la doctrine généralement admise, j'écris à M. Ototsky pour lui faire diverses questions et objections, ainsi qu'à plusieurs forestiers français et belges pour avoir des renseignements sur des cas cités par les auteurs et relatifs à l'action des forêts sur les sources. Après avoir étudié presque tous les documents publiés sur la matière, j'arrive à cette conviction que la contradiction apparente, entre des faits également bien observés, peut s'expliquer en partie par la considération de la fraction de ruissellement, et qu'il faut faire entre les forêts de plaine et celle des régions accidentées (régions à sources) une distinction nécessaire à ce point de vue et qui fait cesser toute antinomie. Déjà en mars 1898

(1) « Rôle de la forêt dans la circulation de l'eau à la surface des continents. »

(2) On sait que cette fraction de ruissellement est très importante dans les périodes de grande pluie ou de fonte brusque des neiges. M. Imbeaux l'a trouvée supérieure au tiers de la pluie tombée pour trois crues de la Duranee (voir son « Mémoire sur le régime de la Duranee » — *Annales des Ponts et chaussées*, 1892, p. 1-200). M. Lauda, pour le Danube, à Vienne, a trouvé 42 p. 100.

(3) Dans les trois années 1895-1897 on ne trouve sur cette question dans la *Revue des Eaux et Forêts* qu'un seul article : encore n'est-ce qu'une analyse d'un travail américain, tandis que du mois d'août 1898 au mois d'août 1901 il paraît douze articles ou brochures.

je faisais part de mon opinion à M. Crahay, inspecteur des forêts à Bruxelles, et le 15 août paraissait, dans la *Revue des eaux et forêts*, l'article : *Les forêts et les eaux souterraines dans les régions de plaine* qui souleva une certaine émotion dans le public forestier et provoqua l'apparition de plusieurs travaux sur le même sujet.

A la suite de l'émoi causé par les résultats obtenus en Russie, les stations de recherches forestières d'Allemagne, d'Autriche et de Suisse élaborent un projet de *programme pour la recherche de l'influence de la forêt sur le régime des eaux* et c'est le docteur Ebermayer, de Munich, qui est chargé de la rédaction des chapitres V et VII.

Son travail (1), publié à la fin de 1900, renferme un chapitre (p. 35-40) relatif à l'action des forêts sur les eaux souterraines qui reproduit presque textuellement, sans le citer, mon article de 1898 que j'avais envoyé au professeur de Munich (2). Jusqu'alors les Allemands n'ont pas publié de résultats sur cette question et les seuls que M. Ebermayer puisse citer sont ceux de M. Ototzky et des autres observateurs russes. « Pour ne laisser aucun doute sur ce sujet, dit-il (p. 37), j'ai déjà fait tous les préparatifs pour l'installation d'une série de mesurages comparés de la nappe souterraine en Bavière. » Mais à ce jour rien n'a été publié et les seules données relatives à l'action des forêts de plaine sur les eaux souterraines sont d'origine russe et française.

(1) *Einfluss der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit, auf das Sickerwasser, auf das Grundwasser und auf die Ergiebigkeit der Quellen.* — Stuttgart, 1900; Ferdinand Enke. 50 p. in-8°.

(2) Vraies ou fausses, la distinction nécessaire à faire au point de vue des eaux souterraines entre les forêts en plaine et les forêts en régions accidentées, l'explication des contradictions apparentes, mais non réelles, entre les faits et les théories par la considération de la fraction du ruissellement sont de moi. Ces idées n'avaient pas encore été exprimées; elles ne pouvaient pas l'être puisque la question n'était pas née. Voir, du reste, dans les *D^r A. Petermanns geogr. Mitteilungen*, 1903, 1^{er} fasc., p. 11, l'appréciation par M. Günther de l'article : « Sur le rôle de la forêt dans la circulation de l'eau à la surface des continents. »

DÉGATS CAUSÉS AUX FORÊTS

PAR LES BALLES DU FUSIL DE L'ARMÉE

L'INDEMNITÉ QU'ILS EXIGENT ET SON RÈGLEMENT

Par J. GEORGE J.-B. M.

GARDE GÉNÉRAL DES EAUX ET FORÊTS

INTRODUCTION

La forêt a de tous temps été exposée à de nombreux dangers ; elle possède une quantité d'ennemis dont elle a toujours à souffrir plus ou moins et contre lesquels elle ne cesse de réclamer aide et protection. Mais depuis plusieurs années déjà, la forêt a à craindre un nouveau danger, à supporter un nouveau dommage, qui, provenant du fait de l'homme, et très peu envisagé jusqu'à présent, s'aggrave, devient de jour en jour plus considérable et contre lequel il est nécessaire de réagir si on ne veut pas voir en certains points la forêt être détruite complètement dans quelque temps. Ce nouveau danger provient des exercices de tir de l'armée et ce dommage, des dégâts causés aux arbres et aux peuplements par les balles du fusil de l'armée.

Contre ses ennemis habituels, l'arbre réagit de bien des manières et parvient souvent à réparer complètement le dommage qui lui a été causé ; mais lorsque le danger auquel il est exposé et les dégâts qui en résultent deviennent un fait constant, établi et causé par l'homme d'une façon permanente, l'arbre ne peut résister longtemps à ce nouvel ennemi qu'est la balle, déchaîné

contre lui avec une si grande violence ; il est forcé de succomber bientôt sous ses coups, ne pouvant lutter avec avantage, même s'il est sain, contre une attaque aussi directe. Mais si l'arbre frappé a déjà une prédisposition à devenir malade, s'il est dans un état de végétation languissante, s'il possède des tares, s'il est dans des conditions défectueuses de milieu, il résistera encore bien moins à cette attaque ; sa maladie poursuivra d'une façon bien plus rapide son cours fatal et sa mort sera bien plus prématurée.

Avec les blessures ordinaires telles qu'en reçoivent généralement les arbres, blessures qui sont presque toujours très superficielles, l'arbre arrive souvent à se garantir assez contre la maladie par une cicatrisation active consistant dans la formation d'un bourrelet cicatriciel de recouvrement, ou par une cicatrisation passive résultant du dessèchement des tissus mis à nu et de leur imprégnation de tanin, de résine ou de gomme formant une couche isolante et protectrice.

Mais pour les blessures causées par les balles, qui sont des blessures pénétrantes consistant dans l'arbre en des fentes et en une galeric creusée aux dépens des tissus qui sont hachés et tués, l'arbre ne peut pour ainsi dire rien, et ces blessures inguérissables deviennent immédiatement le siège d'un foyer d'infection pour tous les organismes inférieurs qui y ont libre entrée. La décomposition des tissus s'accroît de jour en jour ; l'arbre, incapable de réagir, est livré sans défense à tous ses autres ennemis ; il reste exposé à être frappé par de nouvelles balles, perd toutes ses qualités marchandes et industrielles, et sa mort survient, prématurée, dans un délai plus ou moins court suivant les circonstances.

L'Administration des eaux et forêts s'est émue avec juste raison de ces dégâts qui, joints à d'autres conséquences encore du dommage causé, ont pour résultat une diminution sensible du revenu des forêts en France. Leur étude s'imposait et l'Administration la prescrivit en 1901.

C'est cette étude à laquelle nous nous sommes livré que nous allons exposer ici.

Prenant comme exemples un champ de tir permanent et un champ de tir de circonstance que nous avons à notre portée, nous avons étudié dans la première partie les dégâts causés aux arbres et aux peuplements après avoir envisagé, à l'aide de rensei-

gnements techniques sur le tir, la façon dont les arbres pouvaient être frappés par les balles et dans quelles conditions.

La deuxième partie met en évidence les graves conséquences qui, provenant de ces dégâts, consistent en la diminution de la richesse forestière, la dépréciation de la valeur des coupes et des lots de chasse et la baisse du revenu forestier. Elle montre ensuite la nécessité impérieuse pour le propriétaire forestier de voir ces dégâts remplacés par une indemnité équivalente, ce qui jusqu'à présent n'a pas lieu.

La troisième partie étudie la législation actuelle relative aux exercices de tir et au règlement des indemnités qui en résultent. Elle montre combien cette législation est défectueuse, et à quel point sa modification et sa revision s'imposent.

Enfin la quatrième partie traite de l'insuffisance de protection des forêts dans les zones dangereuses.

Les renseignements techniques sur le tir dont nous nous sommes servi sont empruntés à une brochure de M. le lieutenant-colonel Journée intitulée : « Choix et établissement des champs de tir pour armes portatives ».

1^{er} mars 1903.

J. GEORGE.

PREMIÈRE PARTIE

DÉGATS CAUSÉS PAR LES BALLES AUX ARBRES DES DIFFÉRENTES
ESSENCES

TITRE PREMIER

DÉGATS CAUSÉS AU CHÊNE

A. — Champ de tir et conditions dans lesquelles les arbres
et les forêts peuvent être atteints.

CHAPITRE PREMIER

DESCRIPTION DU CHAMP DE TIR PERMANENT PRIS POUR ÉTUDE

Les champs de tir que nous avons eus à notre portée sont au nombre de trois, deux champs de tir permanents et un champ de tir de circonstance. Nous ne nous occuperons du champ de tir de circonstance que plus loin, et des deux champs de tir permanents, un seul nous retiendra auquel nous avons limité nos recherches et nos observations.

Ce champ de tir est situé sur le flanc d'une colline et sur un repli de terrain légèrement incliné, à pente ascendante de 8 p. 100. Il sert à la garnison du fort qui couronne cette côte, s'élevant à une compagnie d'infanterie, pour y exécuter ses tirs individuels d'instruction entre 100 et 300 mètres.

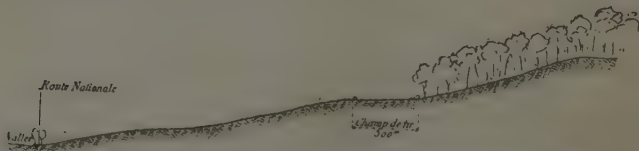


Fig. 1. — Profil du versant de la colline suivant la capitale du champ de tir.

Il est orienté nord-sud et date de 1878. Depuis cette époque,

les tirs y ont été exécutés successivement avec le fusil Gras, puis avec le fusil Lebel.

Le terrain en avant de la butte est assez meuble bien qu'ayant quelques pierres, celui de la colline en arrière de la butte est assez pierreux en certaines places.

La butte de tir seule est enclavée dans la forêt en arrière du fossé de périmètre (Pl. II, fig. 1), elle a une largeur de 12 mètres à la base, de 8 mètres au sommet et une hauteur totale au-dessus du sol de 3^m,40 seulement. Cette hauteur, qui est inférieure de 2^m,60 à la hauteur réglementaire minimum que doit avoir actuellement une butte de tir pourrait être considérée à la rigueur comme

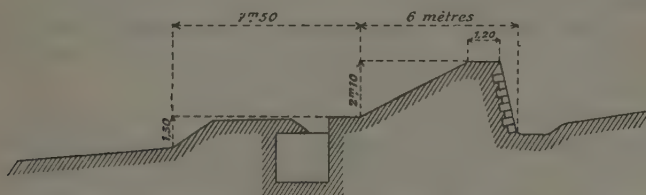


Fig. 2. — Profil de la butte suivant la capitale du champ de tir.

suffisante, en raison de la pente moyenne de 15 p. 100 de la colline derrière elle, si le terrain était nu; mais nous allons voir qu'elle ne l'est pas et que la forêt qui recouvre la colline en souffre énormément.

Ce canton de forêt appartient à une forêt communale traitée en taillis sous futaie à la révolution de 25 ans. La butte se trouve dans la coupe n° 15, à 8 mètres de la laie séparatrice de la coupe voisine. La capitale du champ de tir prolongée fait avec la direction de cette laie un angle d'environ 10 degrés et s'en va couper la croupe Est de la colline. Il résulte de cette configuration que le plus grand nombre des arbres atteints par les projectiles se trouvent dans cette coupe large de 200 mètres, profonde de 500 mètres et dont le taillis est aujourd'hui âgé de 14 ans; mais on en rencontre aussi disséminés un peu partout dans les coupes voisines situées dans la direction du tir, par suite des ricochets qui se produisent. Ces arbres atteints sont très nombreux, nous en donnons plus loin une liste partielle.

Il est donc nécessaire de voir comment et dans quelles conditions la forêt et les arbres peuvent être atteints d'abord par les coups de plein fouet et ensuite par les ricochets.

CHAPITRE II

DES ARBRES FRAPPÉS PAR LES COUPS DE PLEIN FOUET MAL DIRIGÉS

I. — Recherche de la limite sur le terrain des arbres les plus exposés aux pleins fouets et hors d'atteinte de ceux-ci.

1. — *Définition.* — La distance à partir de laquelle les arbres ne peuvent plus être atteints par les coups de plein fouet dépend des écarts maxima réalisés de plein fouet dans le tir du fusil en joue par les plus mauvais tireurs, écarts imputables à leur maladresse, et des écarts des coups qui partent accidentellement lorsqu'un fusil se trouve dans une position quelconque autre que celle de : en joue, et que l'on désigne sous le nom d'écarts anormaux.

2. — *Écarts probables dus au défaut d'adresse de la moyenne des tireurs.* — Les écarts probables des tirs d'une même troupe, avec une même arme, sont fort variables suivant le mode d'exécution du tir; d'une façon générale, les écarts sont d'autant plus grands que la vitesse du tir est plus grande et que les tireurs sont plus groupés pour tirer.

Les écarts de la précision des tirs de toute espèce, faits avec le fusil modèle 1886, imputables au défaut d'adresse des tireurs et à l'arme, sont, à fort peu près, proportionnels à la distance jusqu'à la portée de 1 600 mètres. Au delà de cette distance, ces écarts croissent suivant une progression un peu plus rapide, mais, dans le cas présent, nous n'avons pas à nous en occuper.

En raison de la proportionnalité aux distances, il nous suffit ici de connaître la valeur des écarts à la portée de 100 mètres pour pouvoir en déduire avec une approximation suffisante la valeur de l'écart à la portée extrême, considérée ici, de 300 mètres.

Les écarts probables verticaux à la portée de 100 mètres des tirs réglementaires et des tirs d'expériences, à tous les degrés de dispersion, qu'une troupe peut exécuter avec le fusil modèle 1886 sont de :

0^m,125 dans les tirs individuels d'instruction et d'application lents ;

0^m,25 dans les tirs collectifs de troupe à vitesse modérée ;

0^m,50 dans les tirs rapides collectifs.

Les écarts horizontaux sont en moyenne les $8/10$ des écarts verticaux.

Comme nous l'avons dit, le champ de tir qui nous intéresse ne sert qu'aux tirs individuels d'instruction. L'écart probable vertical est donc de $0^m,125$ à la portée de 100 mètres.

Si, en outre, on désigne par E cet écart, il a été constaté que les écarts des plus mauvais tireurs peuvent atteindre la valeur $3,2 E$; il en résulte que l'écart probable vertical des plus mauvais tireurs sera $3,2 \times 0,125 = 0^m,4$ par centaine de mètres. A la distance de 300 mètres il sera donc $3 \times 0,4 = 1^m,20$ pour la moyenne des tireurs. Or, le centre de la cible étant à 1 mètre au-dessus du sol, les balles de ces tireurs passent donc à $2^m,20$ au-dessus du pied de la cible, c'est-à-dire ici à $0^m,10$ au-dessus du sommet de la butte.

3. — *Écarts maxima réalisés dans le tir par les plus mauvais tireurs.* — Cet écart admis de $0^m,4$ par centaine de mètres s'applique à la moyenne des tireurs maladroits. La proportion des tireurs de troupe qui dépassent sensiblement cet écart, dans les tirs individuels lents au fusil, est négligeable. Cependant il existe de ces tireurs.

On a reconnu que les coups les plus mal tirés par les plus mauvais tireurs ont des écarts extrêmes par rapport au point moyen ou au centre des cibles de $1^m,60$ par centaine de mètres. Ces écarts extrêmes sont donc de 4,8 à la distance de 300 mètres.

Le centre de la cible étant à 1 mètre au-dessus du sol, il en résulte que les balles les plus hautes des plus mauvais tireurs passent à $5^m,8$ au-dessus du pied de la cible à la distance de 300 mètres, et par conséquent ici à $3^m,70$ au-dessus du sommet de la butte.

4. — *Écarts anormaux.* — Il arrive parfois que des maladroits fassent partir accidentellement une cartouche sous un angle quelconque et dans une direction quelconque, soit dans la position de la charge, soit en dehors de cette position et de celle de joue. Les départs de cette nature sont heureusement fort rares et nous n'en tiendrons pas compte ici. La portée des balles varie dans ce cas avec l'angle de tir sous lequel elles partent et elles s'en vont se perdre n'importe où dans la forêt ou ailleurs.

5. — *Détermination de la limite de la zone des arbres les plus atteints et hors d'atteinte des pleins fouets.* — Considérons le

champ de tir et faisons un profil suffisamment exact du terrain dans la direction du tir, en adoptant pour les longueurs et pour les hauteurs l'échelle du $\frac{1}{3,000}$:

Considérons la trajectoire de la balle pour la portée de 300 mètres : sa flèche est 0,382, la distance de la flèche à l'origine est 163 mètres, c'est-à-dire un peu plus de la moitié de la portée, l'ordonnée à demi-distance étant 0,378. Cette trajectoire est donc très tendue et nous pouvons la confondre, sans erreur sensible, avec une ligne droite. Prenons d'abord la trajectoire rasant la crête de la butte, elle rencontre le sol à environ 70 mètres en arrière; traçons ensuite la trajectoire passant à 0^m,10 au-dessus du sommet de la butte, nous trouvons qu'elle vient rencontrer le sol à environ 75 mètres en arrière de la butte. C'est donc dans cette zone de 75 mètres de profondeur derrière la butte que les arbres seront le plus exposés aux coups de plein fouet mal dirigés dus aux écarts de la moyenne des tireurs, comme le confirme la reconnaissance des arbres sur le terrain. Nous dénommerons cette limite, « limite supérieure de la zone des arbres les plus atteints ». Nous appellerons « zone la plus battue », la zone comprise entre ces deux trajectoires. Nous voyons que la limite supérieure de la zone la plus battue coïncide sur le terrain avec la limite supérieure des arbres les plus atteints.

Considérons maintenant la trajectoire de l'écart extrême qui passe à 3^m,70 au-dessus du sommet de la butte. Elle vient rencontrer la surface du sol en un point situé à environ 155 mètres de la butte. Ce point est donc ici la limite au delà de laquelle les pleins fouets n'arriveront plus et à partir de laquelle les arbres ne seront plus atteints par eux mais seulement par les ricochets.

Cette limite est donc bien la limite supérieure d'atteinte des arbres par les coups de plein fouet et, s'il n'y avait pas à tenir compte des ricochets, ce serait la limite extrême au delà de laquelle on n'au-

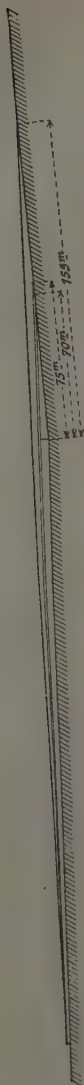


Fig. 3. — Trajectoires de la balle d'écart moyen et d'écart maximum.

rait plus à redouter aucun projectile et aucune blessure pour les arbres dans la forêt considérée.

6. — *Variations de ces limites dans le cas général.* — Ces limites, ainsi déterminées dans ce cas particulier, sont donc, dans le cas général, variables d'un champ de tir à un autre et pour un même champ de tir suivant les distances auxquelles les tirs s'exécuteront.

La limite supérieure de la zone des arbres les plus atteints variera :

1° Suivant la distance à laquelle le tir doit se faire et proportionnellement à cette distance jusqu'à la portée de 1 600 mètres ;

2° Suivant le genre de tir exécuté et la valeur des écarts probables verticaux à la portée de 100 mètres afférents à chacun de ces tirs ;

3° Suivant le relief et la pente du terrain en arrière de la butte.

La limite extrême d'atteinte variera :

1° Suivant la distance à laquelle le tir se fera et proportionnellement à cette distance jusqu'à la portée de 1 600 mètres ;

2° Suivant le relief et la pente du terrain en arrière de la butte.

Ces deux limites deviendront nulles lorsque la hauteur de la butte sera supérieure à la valeur de l'écart maximum pour un tir à une distance déterminée.

II. — *Différents degrés d'exposition des arbres aux coups de plein fouet mal dirigés.*

Dans le cas particulier considéré, trois zones se distinguent donc sur le terrain :

Une première zone, indéfinie à partir d'une certaine limite, dans laquelle les arbres ne reçoivent aucune blessure de plein fouet. Cette limite, située à 155 mètres environ de la butte, nous la désignerons donc sous le nom de limite extrême d'atteinte des arbres par les pleins fouets.

Une seconde zone comprise entre la limite précédente et la limite supérieure de la zone des arbres les plus atteints distante de la butte d'environ 75 mètres, ayant par conséquent une profondeur de 80 mètres environ, dans laquelle les arbres ne sont que rarement atteints.

Enfin une troisième zone, profonde d'environ 75 mètres, com-

prise entre la limite supérieure de la zone des arbres les plus atteints et la butte, dans laquelle les arbres sont exposés au plus grand nombre des pleins fouets mal dirigés et que nous dénommerons zone des arbres les plus atteints.

III. — Hauteurs des blessures de plein fouet sur les arbres.

Si nous représentons (fig. 4) le profil du terrain derrière la butte et les trajectoires considérées plus haut, nous voyons :

1° Que la hauteur supérieure à laquelle les arbres peuvent être atteints par les pleins fouets est maximum près de la butte ; à mesure qu'on s'en éloigne dans la direction du tir, elle va en décroissant proportionnellement à la distance et devient nulle à la limite extrême d'atteinte ;

2° Que la hauteur inférieure des blessures de plein fouet est également maximum près de la butte ; elle décroît aussi à mesure

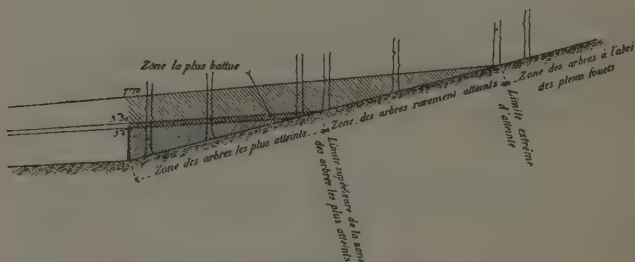


Fig. 4.

qu'on s'en éloigne proportionnellement à la distance et devient nulle à la limite inférieure de la zone la plus battue sur le terrain. A partir de cette limite et jusqu'à la limite extrême d'atteinte, on voit que les arbres pourront être frappés depuis le sol jusqu'à la hauteur maximum d'atteinte à la distance considérée ;

3° Que sur chaque arbre, les blessures de plein fouet seront groupées nombreuses dans la partie de l'arbre comprise dans la zone la plus battue et disséminées dans la partie de l'arbre qui domine cette zone.

Ces variations de hauteur sont représentées par la figure 5.

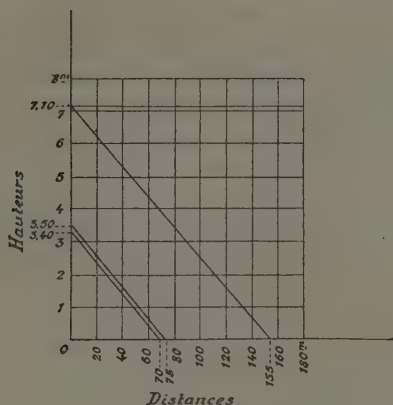


Fig. 5. — Hauteur sur les arbres des blessures de plein fouet.

IV. — Largeur de la zone battue par les pleins fouets.

On trouve sur le terrain, en dehors et de chaque côté de la partie de forêt protégée par la butte, de nombreux arbres atteints plusieurs fois par des balles de plein fouet, ce qui prouve que les écarts horizontaux ne sont pas ici à négliger, que la butte n'est pas assez large et que certaines balles passent librement de chaque côté d'elle. Il importe donc de chercher à reconnaître sur quelle largeur.

Nous avons dit que les écarts horizontaux sont en moyenne les $\frac{8}{10}$ des écarts verticaux. L'écart maximum à 300 mètres étant $4^m,8$, l'écart maximum horizontal par rapport au centre de la cible sera $8 \times 0,48 = 3^m,84$. La largeur de la zone battue dépend donc, pour cet écart, de la distance de l'axe vertical de la cible extérieure à l'angle extérieur du pied de la butte sur le même plan.

Les tirs s'exécutent ici sur deux cibles carrées de 2 mètres de côté. Supposons-les espacées d'axe en axe de 5 mètres seulement, la trajectoire d'écart maximum horizontal passera de chaque côté du pied de la butte, sur son plan, à $(1^m,5 + 1^m + 3^m,84) - 6^m = 0^m,34$. Ainsi donc les balles passent librement sur une largeur de $0^m,34$ de chaque côté du pied de la butte. A plus forte raison, les balles tirées plus haut que ce pied, ce qui est le cas général,

peuvent-elles passer librement et plus souvent, avec un écart moindre, au-dessus du talus de côté de la butte. C'est pourquoi on trouve ces nombreux arbres atteints mentionnés ci-dessus.

En supposant les meilleures conditions remplies, c'est-à-dire le tireur placé exactement sur la parallèle à la capitale passant par l'axe de la cible, on trouve par le calcul graphique que pour

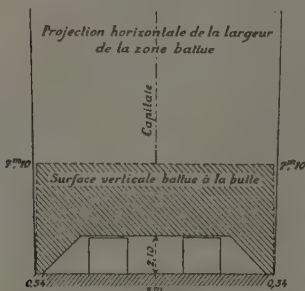


Fig. 6.

la distance de 300 mètres et la butte considérée, l'angle d'écart maximum est de $0^{\circ}45'$, cet angle étant constitué par la trajectoire d'écart maximum partant du tireur et la parallèle envisagée à la capitale. Si donc nous considérons la butte et si nous faisons de chaque côté, à $0^{\text{m}},34$ de son pied, cet angle de $0^{\circ}45'$, nous déterminons ainsi la largeur de la zone battue. En faisant le calcul, on trouve que cette largeur de $12^{\text{m}},68$ à la butte est $15^{\text{m}},30$ à 75 mètres, et $18^{\text{m}},10$ à 155 mètres de la butte. Cette largeur théorique est en réalité plus grande sur le terrain.

V. — Insuffisance de protection de la forêt due au défaut de hauteur et de largeur de la butte.

Il résulte de tout ce qui précède que la hauteur de la butte est ici par trop insuffisante ainsi que sa largeur et que la protection de la forêt n'est pas assurée du tout, comme le confirme du reste bien la reconnaissance des arbres sur le terrain.

La hauteur prescrite réglementaire minimum d'une butte est 6 mètres. Or nous avons vu que les écarts extrêmes verticaux des coups les plus mal tirés sont, par rapport au centre de la cible, de $1^{\text{m}},6$ par centaine de mètres. Ces écarts extrêmes seront donc de $6^{\text{m}},4$ à la distance de 400 mètres et de $9^{\text{m}},6$ à la distance de 600 mètres.

Le centre de la cible étant en général à 1 mètre du sol, les balles les plus hautes des plus mauvais tireurs passent donc à $7^{\text{m}},4$ au-dessus du pied de la cible à la distance de 400 mètres et à $10^{\text{m}},6$ au-dessus du pied de celles qui sont à la distance de 600 mètres.

Une butte de 6 mètres de haut, comme le prescrit l'instruction sur l'armement et les champs de tir, est donc même insuffisante pour arrêter tous les coups de plein fouet dans les tirs individuels de troupe, et pour assurer, par conséquent, une protection efficace des forêts dans la direction du tir. Nous verrons du reste plus loin qu'une pareille butte est encore bien plus insuffisante pour arrêter les ricochets qui se produisent dans ces tirs.

Quant à la largeur de la butte ici, elle est aussi insuffisante que sa hauteur, même si les tirs ne s'exécutaient qu'avec une cible placée au centre, car la trajectoire d'écart maximum horizontal passerait dans ce cas à 4^m,84 de l'axe de la cible et l'angle du sommet de la butte est à 4 mètres seulement de cet axe.

L'autorité militaire ne devrait donc pas laisser construire et utiliser de telles buttes de tir, et il est du devoir de l'Administration forestière de s'y opposer.

CHAPITRE III

DES ARBRES FRAPPÉS PAR LES RICOCHETS

I. — Dangers des ricochets pour les forêts et difficulté d'y reconnaître tous les arbres atteints par des projectiles.

Il résulte de ce qui précède que si on n'avait à redouter, au sujet de la protection d'une forêt, que des coups de plein fouet mal dirigés, la reconnaissance de tous les arbres atteints serait relativement facile à faire, tous ces arbres étant confinés et groupés dans une zone que l'on peut déterminer d'une façon suffisamment précise sur le terrain pour chaque cas particulier, comme nous l'avons fait. Malheureusement les coups de plein fouet ne sont pas seuls à craindre et il y a à tenir compte des ricochets qui se produisent et qui sont quant à leur nombre et quant à leurs effets tout au moins aussi redoutables que les pleins fouets dans certains champs de tir comme celui étudié ici, sinon plus redoutables encore dans le cas général des champs de tir où la butte au moins a les dimensions réglementaires qu'elle devrait avoir partout.

La reconnaissance sur le terrain de tous les arbres atteints par des balles, au lieu d'être facile, devient donc très difficile et l'on pourrait presque dire impossible, des arbres situés très loin, dans

des directions très différentes de celle du tir, pouvant être atteints depuis leur sommet jusqu'à la base, à une hauteur qu'il n'est plus possible de prévoir et de déterminer, sans qu'on le soupçonne et même sans qu'on puisse les reconnaître.

Les ricochets sont donc d'autant plus à craindre qu'ils vont en forêt n'importe où comme nous le verrons et qu'ils peuvent causer de ce fait, pour certaines coupes situées dans la zone dangereuse où ils peuvent arriver, une dépréciation considérable du prix de ces coupes à leur vente, même si aucun arbre n'y est atteint, si aucun ricochet n'y est venu tomber, par la crainte seule qu'ils peuvent arriver jusque-là et qu'on peut trouver des arbres frappés par eux.

II. — *Utilité de connaître la façon dont les balles ricochent.*

Les ricochets donnent lieu, avec les fusils, à des écarts qui peuvent être très fréquemment supérieurs à ceux que la maladresse des plus mauvais tireurs cause aux coups de plein fouet les plus divergents.

Les dangers qui résultent de l'exécution du tir pour les abords des champs de tir et leur prolongement sont presque entièrement dus aux ricochets.

La connaissance des conditions dans lesquelles se produisent les ricochets, la connaissance de leur portée, de leurs déviations et de leur probabilité est donc indispensable pour apprécier en général, et pour une forêt en particulier, les dangers résultant du tir sur un terrain déterminé.

Définition. — Soit XY l'obstacle frappé par une balle B.

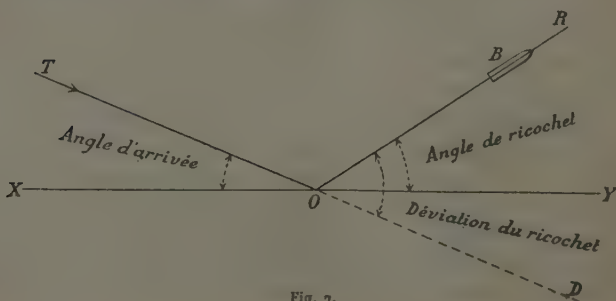


Fig. 7.

On appelle *angle d'arrivée* l'angle TOX que fait la trajectoire avec l'élément de surface au point frappé. L'angle ROY est l'*angle de ricochet*. La *déviations* du projectile qui a ricoché est ROD et est égale à la somme de l'angle d'arrivée et de ricochet.

III. — *Loi générale des ricochets sur le terrain.*

Lorsqu'un projectile vient frapper un obstacle et lorsque l'angle que fait la trajectoire avec la surface frappée est inférieur à une certaine limite, le projectile ricoche.

On admet que les ricochets des balles modèle 1886 peuvent se produire sur le sol ordinaire dans la proportion donnée par le tableau ci-après :

Angle d'arrivée A.	Proportion des ricochets.	Portée correspondante à l'angle d'arrivée A en terrain plan avec le fusil et la cartouche modèle 1886.
1°	99 p. 100	600 mètres
3°	90 —	1 100 —
11°	50 —	1 850 —
14°	25 —	2 030 —
16°	0 —	2 150 —

Lorsque le sol est couvert d'une croûte glacée, les ricochets peuvent se produire jusqu'à l'angle d'arrivée de 25 degrés, ce qui correspond, pour la balle modèle 1886, à la portée de 2 400 à 2 500 mètres.

Tous les projectiles d'infanterie ou d'artillerie peuvent atteindre en ricochant une ou plusieurs fois, et quelle que soit la distance du premier ricochet, la portée à laquelle ils auraient cessé de ricocher en terrain horizontal dans le tir de plein fouet.

Cette portée est de 2 100 mètres avec les cartouches modèle 1886 ; elle est de 1 600 mètres avec les fusils modèle 1874 et presque tous les anciens fusils du calibre de 11 millimètres ; elle est de 600 mètres avec les cartouches des revolvers modèle 1873 dont sont actuellement munis les chasseurs forestiers et modèle 1892. Les ricochets peuvent donc aller en plusieurs bonds et en terrain à peu près plan jusqu'à la portée de 2 100 mètres.

Toutefois, il y a lieu d'ajouter que toutes les balles qui ricochent n'atteignent pas la portée extrême des ricochets. La pro-

portion de celles qui atteignent une portée déterminée, au delà du point où s'est produit le ricochet, est d'autant moindre que cette portée est plus grande.

Les projectiles de toute nature ricochent sur toutes les espèces de terrain.

Les balles ricochent fort bien sur l'eau, sur la neige et des prairies marécageuses. La limite des ricochets sur l'eau est à peu près la même que sur un sol ferme et ayant à peu près les mêmes ondulations.

Lorsque le sol est irrégulier, comme l'est celui d'un champ fraîchement labouré, dont les sillons profonds se trouvent perpendiculaires à la direction du tir, la proportion des ricochets diminue à peu près de moitié aux grandes distances, mais cet état du sol n'a pas d'influence bien sensible aux distances inférieures à 1 000 mètres.

Lorsque des balles rencontrent des pierres avec une grande vitesse, elles se brisent, se pulvérisent même en partie, et cela d'autant plus complètement que l'angle d'arrivée est plus grand.

La portée des éclats des balles qui se sont brisées sur des pierres est relativement faible, et la portée moyenne des ricochets qui se produisent sur des pierres est beaucoup moindre que celle des balles qui ricochent sur un sol meuble et sans pierres.

Lorsque le sol n'est nullement caillouteux, les écarts des ricochets des balles modèle 1886 en dehors du plan de tir sont au plus de 20 mètres sur la droite et de 80 mètres sur la gauche.

L'angle de ricochet est, *en moyenne*, double de l'angle d'arrivée, mais le rapport de ces deux angles est très variable et l'angle de ricochet, qui est parfois égal à l'angle d'arrivée, peut être, dans d'autres cas, vingt fois plus grand.

Le premier bond des ricochets est, en moyenne, de 500 mètres lorsque la distance à laquelle se produit le ricochet est inférieure à 1 000 mètres. A des distances plus fortes, l'amplitude de ce bond décroît et elle n'est plus que d'environ 200 mètres à la distance de 2 000 mètres.

Les ricochets qui se produisent aux petites et moyennes distances ont une flèche qui est de 10 à 15 mètres en moyenne, cette flèche varie notablement d'un coup à l'autre. Une butte de 10 mè-

tres de relief au-dessus d'un sol plan n'arrête que la moitié des ricochets qui se produisent à plus de 100 mètres de la crête de cette butte.

Il résulte d'observations faites dans plusieurs champs de tir, qu'il faut une hauteur à pente d'au moins 20 p. 100 et d'au moins 60 mètres de relief au-dessus du plan de tir pour arrêter *tous* les ricochets des balles de fusil, qui peuvent se produire sur le sol à plus de 100 mètres en avant de la hauteur.

Il faut compter le relief des hauteurs au point de vue de leur capacité pour arrêter les ricochets, non pas au-dessus de l'horizontale passant par les tireurs, mais bien au-dessus de la ligne qui joint le tireur au point où se produit le premier ricochet ainsi que l'indiquent les figures 8 et 9 :

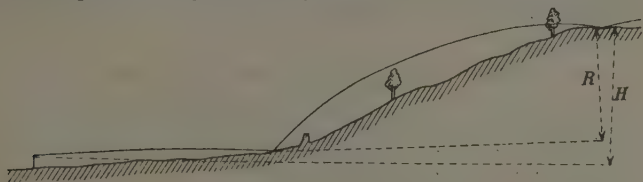


Fig. 8.

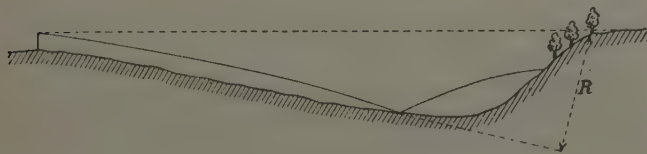


Fig. 9.

Dans la figure 8, le relief utile pour arrêter les ricochets est R, il est inférieur au relief topographique qui est H ; dans la figure 9, le relief topographique est nul et le relief utile contre les ricochets est R.

Pour un même genre de tir, on a des ricochets d'autant plus rapprochés du tireur, et qui risquent d'autant plus de sortir du champ de tir, que la ligne de tir rase le sol de plus près.

En admettant que la hauteur du fusil au-dessus du sol est :

1 ^m ,5	pour les tireurs debout,
0,9	— à genou,
0,25	— couchés,

on a trouvé que, dans les tirs individuels des tireurs de 3^e classe, sur un but placé à 1 mètre au-dessus d'un sol plan, il y aura au moins 1 p. 100 des ricochets qui se produiront à une distance des tireurs inférieure aux distances du tableau ci-après :

Distances de la cible.	Tireurs		
	debout.	à genou.	couchés.
	Distance aux tireurs des ricochets les plus rapprochés.		
200 mètres.	170 mètres	155 mètres	100 mètres
400 —	200 —	150 —	57 —
600 —	210 —	150 —	50 —

En général, la crête de la butte est à une distance de 20 mètres des cibles ; dans ces conditions, les ricochets les plus éloignés de la crête de la butte se produiront à une distance d'au moins :

Distance des tireurs.	Tireurs		
	debout.	à genou.	couchés.
	Distance des ricochets à la crête de la butte.		
200 mètres.	50 mètres	65 mètres	120 mètres
400 —	220 —	270 —	370 —
600 —	410 —	470 —	570 —

Il résulte du tableau ci-dessus et des renseignements déjà donnés sur les déviations des ricochets que, en exécutant des tirs individuels lents à la distance de 200 mètres, il y a peu de chance d'avoir un ricochet passant au-dessus d'une butte de 10 mètres lorsqu'on tire debout et à genou, mais qu'il y a des chances pour que des ricochets passent par dessus la butte dans le tir couché. Cette probabilité devient une certitude dans un tir prolongé aux distances de 400 à 600 mètres sur le terrain envisagé.

Dans les tirs individuels ou encore dans les tirs collectifs, lorsqu'on vise le pied de la cible avec des écarts extrêmes de 2 mètres par centaine de mètres, on aura au moins 1 p. 100 des ricochets qui se produiront à une distance des tireurs inférieure aux distances ci-dessous :

Distances de la cible.	Tireurs		
	debout.	à genou.	couchés.
	Distance aux tireurs des ricochets les plus rapprochés		
200 mètres.	55 mètres	37 mètres	12 mètres
400 —	63 —	40 —	12 —
600 —	67 —	42 —	12 —

Dans les tirs rapides et les tirs collectifs, on peut s'attendre à avoir des ricochets passant au-dessus d'une butte de 15 mètres de relief et au-dessus d'une colline de 40 mètres de relief dont la crête se trouve en arrière de la butte.

Le seul moyen pratique, pour diminuer les ricochets et les dangers qui en résultent pour les abords du champ de tir, consiste à placer les tireurs le plus haut possible au-dessus du sol qui est en avant d'eux, ou, plus exactement, à écarter le plus possible la ligne de tir du sol (fig. 10) :

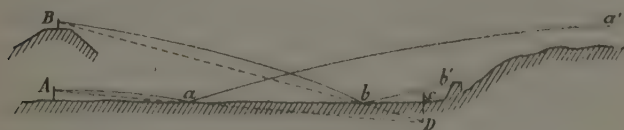


Fig. 10.

Un même écart cD , des lignes de mire BD et AD par rapport au but c , produira le ricochet en a pour le tireur placé en A et produira le ricochet en b pour le tireur placé en B . Il est facile de voir que le ricochet aa' a bien plus de probabilités de franchir la butte et les hauteurs au fond du champ de tir que le ricochet bb' .

Lorsque après un ricochet l'axe de la balle se trouve incliné sur la tangente à la trajectoire, et c'est le cas le plus fréquent, la trajectoire du ricochet prend la forme d'une hélice dont le rayon et le pas varient avec l'inclinaison de l'axe de la balle et avec sa déformation. En général le pas est de 5 à 10 mètres; quant au rayon, il peut dépasser 2 mètres.

IV. — Application de ces principes au cas particulier envisagé.

1. — *Exposition de la forêt aux ricochets.* — Considérons maintenant le champ de tir qui nous intéresse. D'après ce qui précède on voit de suite que la butte, dont les dimensions plus que réduites sembleraient plutôt avoir été proportionnées à la petite garnison qui s'en sert qu'aux dangers des balles, et qui laisse passer la majorité des pleins fouets mal dirigés, n'arrêtera, *a fortiori*, aucun des ricochets qui se produisent en avant d'elle. On en conclut immédiatement que la forêt, déjà très exposée aux

pleins fouets, est entièrement exposée aux ricochets et que le nombre des arbres atteints doit être bien supérieur à ce que l'on peut reconnaître facilement sur le terrain.

2. — *Ricochets se produisant en avant de la butte.* — Envisageons seulement le tir debout à 200 mètres, les conclusions pour ce tir s'appliqueront *a fortiori* au tir à 300 mètres. D'après le premier tableau ci-dessus, on voit qu'en terrain plan, le ricochet le plus rapproché des tireurs se produit à 170 mètres d'eux pour le tir à 200 mètres. Or ici, bien que le pied de la cible soit à 1^m,30 au-dessus du sol au lieu de 1 mètre, le terrain n'est pas très plan et est incliné, et les ricochets pourront même se produire ici à une distance inférieure à 170 mètres.

Déterminons graphiquement l'angle d'arrivée de la balle sur le sol à 170 mètres, il est de 0°45'; à 100 mètres des tireurs, il est de 1° et à 200 mètres, c'est-à-dire en avant de la butte et à son pied, l'angle d'arrivée est de 0°30'. A la distance de 300 mètres, ces angles seront plus petits encore.

Donc, en tenant compte de la proportion indiquée précédemment des ricochets qui se produisent par rapport à l'angle d'arrivée A de la balle, on voit que toutes les balles qui rencontreront le sol en avant de la butte ricocheront et s'en iront en forêt pour peut-être ricocher de nouveau, si elles ne sont pas arrêtées par un arbre ou un autre obstacle.

3. — *Ricochets des pleins fouets rencontrant le sol en arrière de la butte.* — Nous avons vu précédemment qu'une certaine proportion de pleins fouets, mal dirigés et ne rencontrant pas le sol en avant de la butte, passent de chaque côté de la butte et au-dessus d'elle.

Supposons d'abord un plein fouet passant à côté de la butte au niveau du pied des cibles. S'il n'est pas arrêté par un arbre, il vient rencontrer le sol à une distance de 20 mètres environ en arrière; son angle d'arrivée est 4°30', c'est l'angle maximum d'arrivée de ces pleins fouets.

A la limite supérieure de la zone la plus battue sur le terrain, c'est-à-dire à 75 mètres, l'angle d'arrivée est 3°30'; à la limite extrême d'atteinte, il est de 3°.

On voit donc qu'encore ici, la plus grande partie des balles, 80 p. 100 au moins, ricocheront et rebondiront pour aller, ou bien pénétrer dans un arbre, ou bien ricocher à nouveau, soit contre

un élément du sol, soit contre un arbre, ou s'arrêter définitivement dans la terre.

4. — *Insuffisance du relief de la colline pour arrêter les ricochets.* — Étant donné que le sommet de la hauteur est à environ 500 mètres de la butte et la dénivellation d'environ 75 mètres, considérons le ricochet se produisant à 170 mètres du tireur. On trouve graphiquement que le relief utile est de 50 mètres, c'est-à-dire insuffisant avec la pente de 15 p. 100 pour arrêter les ricochets. Le premier bond étant en moyenne de 500 mètres, le ricochet arrivera ici en dessous du sommet et pourra repartir à nouveau et franchir la colline si rien ne l'arrête (fig. 11).



Fig. 11.

Il en sera de même *a fortiori* pour les ricochets se produisant seulement derrière la butte.

Il résulte donc de tout ce qui précède que la forêt sera battue par tous les ricochets qui se produiront, sur une profondeur de presque un kilomètre. Les ricochets qui, après leur premier bond, ne seront pas arrêtés par un arbre ou un accident de terrain quelconque, tel qu'un amas de pierres ou un rocher, rebondiront de nouveau pour aller se perdre dans la forêt sur le versant opposé de la croupe dont la largeur au sommet n'est que de 200 mètres environ. La profondeur de forêt battue peut donc être même supérieure à un kilomètre et, dans toute cette étendue, on pourra trouver des arbres atteints et disséminés.

On voit qu'en général les ricochets sont donc plus à craindre que les pleins fouets, et qu'une forêt, située même assez loin de la butte dans la direction du tir, pourra être complètement à l'abri des pleins fouets si les dimensions de la butte sont suffisantes et être battue par les ricochets.

V. — *Ricochets des balles sur les arbres.*

Tout ce qui vient d'être dit ne s'applique qu'aux ricochets produits par les balles rencontrant un élément de surface quelconque du sol : terre, eau, etc. Mais il y a en forêt une autre espèce de ricochet à considérer : c'est celui produit par une balle ricochant sur l'élément de surface verticale frappé d'un arbre. Ce ricochet peut avoir lieu aussi bien avec une balle de plein fouet qu'avec une balle ayant déjà ricoché sur le sol.

Lorsque des balles rencontrent un arbre, elles peuvent ricocher sous des angles d'arrivée d'autant plus grands que leur vitesse est plus faible.

L'angle limite d'arrivée au delà duquel les balles cessent de ricocher et pénètrent dans le bois dépend (1) :

- 1° De la vitesse d'arrivée ;
- 2° De la dureté du bois ;
- 3° De la forme du projectile.

Angles limites d'arrivée sous lesquels les projectiles ricochent sur du bois.

VITESSE D'ARRIVÉE DU PROJECTILE.	BOIS DUR. (CHÊNE, ORME, ETC.)		BOIS TENDRE. (SAPIN, PEUPLIER, ETC.)	
	Projectile allongé.	Projectile sphérique.	Projectile allongé.	Projectile sphérique.
150 mètres	37°	54°	23°	24°
200 —	27	37	17	18
300 —	18	24	10	12
400 —	13	18	8	9
500 —	10 30'	14	6 30'	7
600 —	8 40	12	5 30	6

Les balles ricocheront plus facilement sur les arbres à écorce lisse (hêtre et charme) que sur ceux à écorce crevassée (chêne).

On a reconnu que lorsque les balles ricochent sur du bois sous des angles d'arrivée inférieurs à 10°, l'angle de ricochet est généralement inférieur à l'angle d'arrivée. Lorsque des balles rico-

(1) Colonel JOURNÉE, *Tir des fusils de chasse*. Paris, 1902.

chent sur du bois sous des angles d'arrivée compris entre 10° et 45° , l'angle de ricochet est généralement égal à l'angle d'arrivée.

Lorsque les balles ricochent sur du bois sous des angles supérieurs à 45° , l'angle de ricochet est généralement supérieur à l'angle d'arrivée.

Pour les balles du fusil modèle 1886, la vitesse d'arrivée aux différentes portées est donnée par le tableau ci-dessous :

PORTÉES.	VITESSE RESTANTE ou d'arrivée.	PORTÉES.	VITESSE RESTANTE ou d'arrivée.
100 mètres.	550 mètres	1 100 mètres.	241 mètres
200 —	488 —	1 200 —	228 —
300 —	438 —	1 300 —	217 —
400 —	397 —	1 400 —	206 —
500 —	364 —	1 500 —	197 —
600 —	335 —	1 600 —	188 —
700 —	311 —	1 700 —	180 —
800 —	290 —	1 800 —	173 —
900 —	272 —	1 900 —	166 —
1 000 —	255 —	2 000 —	160 —

L'angle sous lequel la balle ricochera sur un arbre dépendra donc de sa vitesse à cette distance, on voit qu'il sera compris entre 9° environ et 37° sur du bois dur et entre 53° et 23° environ sur du bois tendre. L'angle de ricochet sera donc généralement égal à l'angle d'arrivée et quelquefois supérieur. Il en résulte que ces ricochets changeront complètement de direction suivant leur angle d'arrivée sur l'arbre et que les balles pourront rebondir ainsi en forêt dans toutes les directions. Une même balle pourra ricocher plusieurs fois d'un arbre à un autre, comme on l'observe très bien sur le terrain, et s'enfoncer dans un dernier ou aller se perdre en terre.

Des arbres, situés très loin et dans une direction très différente de celle du tir, pourront donc être atteints sur une face quelconque, ils pourront même être frappés par derrière sur la face opposée au côté des tireurs par une balle revenant en avant après plusieurs ricochets successifs (fig. 12).

On voit en même temps que ces ricochets sur les arbres peuvent devenir très dangereux pour les abords latéraux d'un champ de tir et même presque pour les tireurs eux-mêmes.

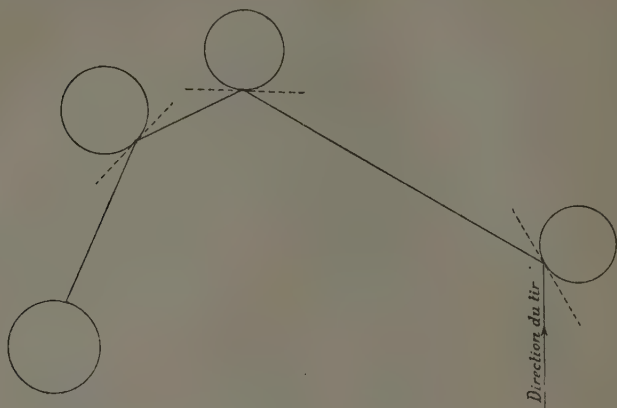


Fig. 12.

On peut donc conclure que, d'une façon générale, lorsqu'une forêt située soit en plaine, soit sur une colline, se trouve dans la zone dangereuse d'un champ de tir et est exposée à recevoir des ricochets ou bien des pleins fouets et des ricochets, elle a pour effet d'élargir la zone dangereuse, et les chances qu'ont les arbres d'être frappés sur n'importe quelle face et à n'importe quelle hauteur sont très grandes. On en déduit que les blessures sur les arbres doivent présenter différentes formes et que les dégâts causés au peuplement doivent être considérables. Ce sont ces différentes blessures et ces dégâts que nous allons maintenant étudier.

B. — Étude du Chêne.

CHAPITRE PREMIER

BLESSURES SUR LE CHÊNE ET CICATRICES EN RÉSULTANT

I. — Chêne pris comme type.

1. — *Description.* — Parmi tous les arbres atteints un jeune chêne nous a paru particulièrement intéressant, son faible dia-

mètre rendant l'étude facile, et pouvant en outre être regardé comme un sujet type des déformations qui peuvent survenir chez les arbres à l'état jeune, par suite des blessures qu'ils reçoivent. Chez les arbres plus âgés, ces déformations se produisent difficilement mais les dégâts intérieurs restent les mêmes comme nous le verrons.

Ce chêne (Pl. I) est un jeune baliveau âgé de 39 ans, de 0^m,40 de circonférence à 1^m,30 du sol, point où il n'est plus déformé, et d'une hauteur de 4 mètres jusqu'à la première branche. Sa distance à la butte est de 50 mètres.

Il a donc dû être réservé, sain, il y a 14 ans, à la dernière exploitation et l'âge de ses blessures ne dépasse pas ce nombre d'années.

8 cicatrices existaient apparentes à la surface de son écorce, quelques-unes s'aperçoivent sur la photographie, qui montre dans une vue d'ensemble les déformations produites que nous verrons plus loin, plus distinctement et plus en détail, à une plus grande échelle.

2. — *Aspect extérieur.* — A voir ce chêne, sa vitalité ne paraît pas compromise du tout immédiatement bien qu'étant dépérissant en cime. Il ne révèle extérieurement aucune de ses dégradations intérieures et il semblerait qu'il puisse et doive vivre encore un certain temps dans cet état de végétation que bien des personnes pourraient croire satisfaisant pour longtemps.

Il apparaît seulement sans forme cylindrique régulière, bosselé, avec des renflements à section elliptique ; il est couvert de blessures ou cicatrices de formes différentes et situées aux hauteurs suivantes au-dessus du sol :

c	0 ^m ,25	c ₅	1 ^m ,33
c ₁	0 ,35	c ₆	1 ,43
c ₂	} 0 ,50	c ₇	1 ,53
c ₃		c ₈	2 ,10
c ₄	1 ,20		

3. — *Déchaussement et direction de croissance arquée.* — Ce chêne montre en outre une direction de croissance particulière, se détachant fort bien sur l'écran. Cette direction de croissance, inclinée d'abord fortement à partir du sol, se redressant ensuite petit à petit pour redevenir verticale et donner au fût, dans son

ensemble, une forme arquée dont la flèche est parallèle à la direction du tir, provient sans aucun doute de ce que ce chêne a subi de la part des projectiles qui l'ont frappé lorsqu'il était plus jeune, une poussée qui a déplacé son enracinement en le soulevant et a incliné le tronc suivant son sens. L'arbre, grandissant et grossissant, s'est ensuite redressé et a pris sa direction de croissance actuelle lui donnant cette courbure.

II. — Différents genres de blessures.

1. — *Leurs causes.* — D'une façon générale, chez tous les arbres atteints nous avons observé le fait suivant : on rencontre sur tous, différents genres de cicatrices provenant de blessures d'espèces également différentes. On reconnaît en outre que les blessures extérieures, faites anciennement par les balles modèle 1874, sont plus fortes que celles causées par les balles modèle 1886 de plus faible diamètre.

Nous avons étudié précédemment la façon dont les arbres pouvaient être atteints et blessés par les balles, soit par les coups de plein fouet, soit par les ricochets, nous ne reviendrons pas ici sur ces causes et examinerons de suite les blessures produites sur ce chêne pris comme type.

2. — *Blessure de plein fouet.* — a) *Blessure pénétrante.* — La balle de plein fouet, qui arrive contre un chêne sous un angle d'arrivée qui l'empêche de ricocher, le frappe par le méplat, normalement ou obliquement suivant sa trajectoire à ce point, et y pénètre en faisant dans l'écorce et dans le bois un conduit cylindrique; la blessure extérieure n'est qu'un simple trou du diamètre de la balle ou un peu plus gros, l'écorce et le bois sont ou non fendus. La blessure peut donc être peu apparente extérieurement et même quelquefois pas du tout.

b) *Blessure tangentielle.* — La balle de plein fouet, qui ne fait que rencontrer l'arbre tangentiellement à son écorce sans y pénétrer, laisse dans cette écorce sa trace, égale ou inférieure à son diamètre sur une longueur variable, et ricoche ensuite. La blessure dans ce cas n'est que superficielle mais est très apparente (Pl. I, c₄).

3. — *Blessure de ricochet.* — La balle, venant de ricocher soit sur le sol, soit à plus forte raison sur un arbre, a, comme nous

l'avons vu, son axe incliné sur la tangente à la trajectoire. En frappant l'arbre dans cette position, avec sa trajectoire hélicoïdale, elle commence par arracher l'écorce avant de pénétrer à l'intérieur si son angle d'arrivée le lui permet. La plaie produite que l'on observe ressemble un peu à une frotture ou mieux à un miroir de balivage. La blessure est donc très apparente.

Dans chacun de ces cas, l'écorce et le bois se fendent souvent sous l'influence du choc de la balle et de sa pénétration.

4. — *Blessure de sortie de la balle.* — La balle, qui traverse complètement l'arbre et en ressort de l'autre côté, fend et pousse extérieurement en sortant le bois et l'écorce, qui sont soulevés en éclats et se fendent en esquilles assez longues pour l'écorce sur-tout.

III. — Cicatrices résultant de ces blessures.

1. — *Préliminaires.* — Examinons maintenant les cicatrices. Nous ne parlerons pas ici du mode de formation du bourrelet cicatriciel, il est le même que pour toute autre blessure occasionnée à un arbre par une cause quelconque; ce sont les cellules de la zone génératrice qui, s'allongeant en se cloisonnant à diverses reprises tout autour de la plaie, forment le bourrelet de recouvrement tendant à la cicatriser.

2. — *Cicatrices des blessures de plein fouet.* — Les cicatrices provenant de blessures de plein fouet s'aperçoivent en c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 , Planche I.

Chaque blessure a occasionné une fente longitudinale et le bourrelet cicatriciel est long et étroit, peu ou pas saillant du tout, ses deux lèvres rejointes pour plusieurs.

On reconnaît que la marche du recouvrement est variable avec la blessure. Elle peut être assez rapide et la plaie peut être refermée complètement la troisième année, comme nous l'avons observé pour la cicatrice c_8 provenant d'une balle qui a traversé l'arbre, car dans ce cas, la plaie n'ayant pas eu beaucoup de surface mais étant surtout profonde, les cellules vivantes superficielles du tissu mis à nu, en se multipliant, se sont rejointes rapidement. Au contraire, d'autres fois, on observe que la blessure non refermée ne pourra jamais l'être.

Le mode de cicatrisation des blessures c_2 et c_3 se voit nettement

Planche II, figure 1, représentant la tronce B (Pl. I), d'une longueur de 0^m,45, où apparaissent à une grande échelle les cicatrices c_2 et c_3 . La cicatrice c_2 est peu apparente, elle se réduit à un double bourrelet très étroit et très peu saillant. La cicatrice c_3 , d'une longueur de 0^m,12, est très apparente, la fente de la blessure est plus large, la plaie est refermée en dedans de la fente. Cette plus grande largeur de plaie est due, comme nous l'avons reconnu, à ce que plusieurs balles sont arrivées en ce point.

La cicatrice c_4 provient d'une blessure produite sans aucune fente. Sa présence ne se trahit que par un petit miroir d'écorce plus lisse provenant du petit bourrelet circulaire qui s'est formé, un peu plissé radialement avec au centre un hile vers lequel convergent ces rides et qui est le point d'entrée du projectile.

La cicatrice c_5 résulte d'une blessure tangentielle.

3. — *Cicatrices des blessures de ricochets.* — Dans ces blessures la plaie produite est large, elliptique, esquilleuse, à contour sinueux. Les tissus sont mis à nu sur une certaine surface; le recouvrement est très long à se faire et les lèvres du bourrelet ne se rejoignent que rarement, le bois reste mis à nu et l'altération est plus rapide.

Les cicatrices c_1 et c_7 (Pl. I) en sont un exemple.

4. — *Cicatrices des blessures de sortie de la balle.* — Ces cicatrices s'aperçoivent Planche II, figure 2, sur la face de la tronce B opposée à la direction du tir, ce sont les cicatrices des blessures de sortie des balles entrées en c_2 et c_3 . Elles montrent la déformation qui en résulte pour le fût. Le bourrelet qui s'est produit dans ce cas forme un crevé à travers l'écorce, et le rhytidôme qui le recouvre est brun clair, plus lisse et plus finement gerçuré. Ce bourrelet ressemble à celui d'une gelivure.

IV. — Pénétration et déformation de la balle dans l'arbre.

Si l'on désigne par F la force vive du projectile en kilogrammètres, par p le poids du projectile en kilogrammes, par V sa vitesse, par g la gravité prise égale à 9,81, on a :

$$F = \frac{pV^2}{2g}.$$

Avec le fusil modèle 1886, le poids de la balle est de 15 grammes,

les vitesses restantes sont connues et données précédemment, on connaît donc la force de pénétration :

$$F = \frac{0,15 \times V^2}{2 \times 9,81}$$

pour chaque distance considérée.

La pénétration maximum de la balle modèle 1886 pour certaines essences est, suivant le tableau ci-dessous emprunté au règlement actuel sur l'Instruction du tir :

PORTEE.	SAPIN.	CHÈNE, HÊTRE, CHARME.
100 mètres.	90 centim.	60 centim.
200 —	75 —	49 —
300 —	59 —	40 —
400 —	48 —	30 —
500 —	42 —	27 —
600 —	34 —	23 —
800 —	27 —	19 —
1 000 —	23 —	16 —
1 200 —	18 —	12 —
1 400 —	13 —	9 —
1 600 —	10 —	7 —
1 800 —	9 —	5 —
2 000 —	8 —	3 —

On voit, d'après ce tableau, que toute balle frappant un arbre sous un angle d'arrivée lui permettant de ne pas ricocher, pénétrera dans cet arbre.

La balle s'arrêtera dans l'arbre au moment où sa force vive sera annulée par la résistance qu'elle rencontre, sinon elle traversera l'arbre pour continuer sa course.

La résistance offerte par des tissus à gros vaisseaux étant moindre que celle présentée par des tissus à vaisseaux fins, il en résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, la pénétration de la balle sera plus grande chez les essences ayant un bois de printemps à gros vaisseaux nettement différencié du bois d'automne que chez les essences à bois homogène et à vaisseaux fins.

Nous n'avons constaté pour la balle modèle 1886 aucune déformation et aucune oxydation, la balle reste intacte. On observe au contraire que la balle en plomb modèle 1874 a une tendance à se

champignonner, elle se recroqueville sur elle-même et le plomb s'oxyde à la surface.

V. — *Trajet suivi dans l'arbre par la balle.*

Nous avons reconnu que ce trajet est différent pour chaque projectile trouyé et dont nous avons pu suivre la trace dans le chêne.

Le trajet des uns est rectiligne et horizontal ou oblique, d'autres suivent une direction sinueuse et non horizontale, ou une direction descendante ou ascendante.

Quelle en est la raison ?

Ces directions prises par les balles dans un arbre sont variables suivant le point de la trajectoire auquel se trouve l'arbre atteint par la balle. Si l'arbre est rencontré par une balle à trajectoire très tendue, ou au sommet de sa trajectoire, le trajet de la balle dans l'arbre sera rectiligne et celui-ci risquera fort d'être entièrement traversé si son diamètre n'est pas trop grand, car, dans ce cas, la force de pénétration de la balle est encore très grande (Pl. V, fig. 1, c₃).

Si, au contraire, l'arbre est atteint par la balle entre le sommet de la trajectoire et le point d'arrivée, la balle y pénètre obliquement de haut en bas. Elle descend dans l'intérieur de l'arbre et y prend une direction variable, rectiligne ou sinueuse, suivant les résistances et les points de moindre résistance qu'elle rencontre (Pl. V, fig. 2).

La direction ascendante est prise par des balles qui, faisant ricochet à proximité d'un arbre, le frappent après avoir rebondi, en s'y enfonçant (Pl. III, fig. 5).

CHAPITRE II

DÉGATS CAUSÉS ET ALTÉRATION PRODUITE SUR LE CHÊNE

I. — *Altération produite et sa cause générale.*

Lorsqu'on fait une section transversale ou longitudinale dans la partie blessée d'un chêne on reconnaît toujours, si la blessure date de 2 ou 3 ans déjà, la même altération produite :

Il y a épanchement de sève tenant en dissolution le tanin al-

téré, qui imprègne abondamment les tissus, les colore en brun rouge et s'en écoule sous forme de liquide brun. Une odeur spéciale de tanin et de fermentation se dégage en outre de ces tissus.

Comment expliquer ce fait ?

La balle, pénétrant dans l'arbre et suivant n'importe quelle direction, cause toujours sur son passage le même dégât :

Elle creuse un conduit et le bois est haché en petites esquilles sur tout le pourtour de ce conduit, comme on le remarque très bien Planche III, figure 4, Planche V, figure 1. En outre, le choc et l'ébranlement produits dans le fût par la force vive de la balle provoquent en même temps le plus souvent des fentes extérieures, verticales plus ou moins longues, et intérieures allant en étoile d'un centre vers la périphérie qu'elles peuvent atteindre (Pl. III, fig. 1 et 2).

Les tissus sur le passage de la balle sont donc très dissociés. Il y a solution de continuité pour les vaisseaux du bois et les tubes criblés du liber ; la sève circulant dans ces vaisseaux vient, au point où la balle les a traversés, s'extravaser dans la galerie et les fentes faites par le projectile, ne pouvant continuer plus loin son mouvement ascensionnel ou descendant. Le tanin de l'aubier et du duramen se dissout dans cette sève. Les eaux pluviales, ruisselant le long du tronc, pénètrent aussi dans la blessure, le tanin de l'écorce déchiquetée s'y dissout et cette solution vient se mélanger à la sève. Le liquide ainsi formé, chargé de tous les produits solubles des tissus tués, injecte tous les tissus, les imprègne et se répand en outre dans les fentes qui ont pu se produire par le choc de la balle.

Les tissus ainsi pénétrés par cette injection sont tués à leur tour. Des modifications chimiques se produisent, le tanin se décompose après s'être fixé en partie sur les membranes des éléments injectés où il s'y oxyde, les matières hydrocarbonées et azotées, essentiellement putrescibles, entrent en fermentation et le bois dans la partie atteinte prend cette coloration brun rouge qu'on observe.

Ce liquide extravasé dans ces cavités, injectant tous les tissus environnants, est entraîné dans les parties plus basses ; il passe aussi dans le parenchyme intervasculaire des tissus supérieurs et l'imprégnation s'étend de cette façon, par imbibition et par endosmose, dans les tissus situés en dessous et au-dessus de la blessure.

Les organismes inférieurs, en ayant tout le temps avant que la cicatrisation extérieure soit faite, pénètrent et se développent rapidement dans ce milieu nutritif et très favorable pour eux, et activent ainsi la décomposition complète des tissus.

Tel est le mécanisme de cette altération profonde.

II. — Étude du chêne sectionné en tronces.

1. — *Méthode employée.* — La méthode que nous avons employée pour observer cette altération est celle du sciage et de la fente, pour les différentes tronces séparées dans le fût et dont les hauteurs de section sont indiquées Planche I.

Le sciage en effet ne permet que de suivre la progression du dégât causé et de l'altération produite ; rencontrée par la scie, la balle est coupée par elle.

La fente au contraire, faite dans l'axe présumé de la blessure, permet au bois de s'ouvrir et de se séparer suivant les fibres déjà dissociées par la balle, et les crevasses produites. On suit en même temps la balle dans son trajet, et la dissociation des tissus hachés par elle pour se creuser passage apparaît nettement.

2. — Étude de chaque tronce.

§ 1^{er}. — Observations faites par la méthode du sciage.

a) *Tronce A.* — La tronce A, dont la section horizontale a été faite passant par le centre de la cicatrice *c*, (Pl. I), a été découpée entre cette section et le pied de l'arbre, sur une hauteur de 0^m,12, en 4 rondelles successives de 0^m,03 d'épaisseur chacune.

La figure 1 de la Planche III représente ces rondelles successives par leur face supérieure et dans leur ordre de sciage à partir de la gauche. La figure 2 de la même Planche fait voir la face inférieure de ces mêmes rondelles. Nous avons reconnu que cette blessure était double et avait été faite par deux balles modèle 1874 dont une s'aperçoit sciée et encastrée dans la face supérieure de la seconde rondelle.

L'âge de cette double blessure ne peut guère être déterminé exactement, les zones d'accroissement du bourrelet n'étant pas restées suffisamment distinctes par suite de l'altération produite ; mais on reconnaît cependant qu'elle remonte au moins à 7 ans et

qu'elle ne dépasse pas 12 à 13 ans, et sûrement 14 ans, époque de la dernière exploitation où on réserva ce chêne comme bali-veau.

On voit que le bois est profondément altéré, les tissus sont morts, d'une coloration brun rouge et étaient imbibés de liquide; ils sont atteints de pourriture et se dissocient en petits fragments. Cette altération, qui s'étend aussi dans la tronce B, va en diminuant un peu à mesure qu'on s'éloigne du mal et est déjà un peu réduite sur la face inférieure de la 4^e rondelle.

Enfin, on voit très nettement les fentes radiales produites par le choc de la balle ainsi que leur imprégnation par la sève tenant en dissolution le tanin.

b) *Tronce D.* — La tronce D, d'une longueur de 0^m,70 et portant 2 cicatrices apparentes, a été sciée par une scie circulaire suivant le croquis ci-dessous :

On enleva d'abord le dosseau n° 1 pour donner à la tronce une assiette pour le sciage et on la débita perpendiculairement à cette première face, tangentiellement à la blessure *c*₇ (Pl. I) en planches de 0^m,015 d'épaisseur représentées sur leurs deux faces, Planche IV, figures 1 et 2, dans leur ordre de sciage à partir de la gauche.



Dans le dosseau n° 1 fut sciée une balle modèle 1886 qui s'y trouvait placée verticalement et dont la blessure nese révélait pas extérieurement d'une façon apparente, cette balle ayant dû arriver de champ presque tangentiellement à l'arbre après ricochet et s'étant insinuée dans un repli de l'écorce pour pénétrer à l'intérieur en fendant très peu celle-ci.

La blessure remonte à un an et pour ce court séjour de la balle dans la plaie et pour une plaie peu profonde, l'aubier est déjà fortement altéré, imprégné de cette solution brune, tannique; les tissus morts se décomposent déjà.

Dans les autres planches, nous avons trouvé 3 balles modèle 1874 qu'on aperçoit encastées et sciées dans la cinquième et la sixième planche de la figure 1.

Pour ces blessures qui proviennent de 14 ans au plus, l'altération est ici encore plus grande.

On remarque, figure 2, combien déjà l'aubier est altéré en dessous de la cicatrice *c*₇ de la première planche. Cette altération va

progressivement en augmentant au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'endroit où sont logés les projectiles. Le bois est haché sur leur passage ; les fentes qui ont été produites par eux à leur arrivée sont le siège d'une désorganisation profonde et avancée ; le bois y est pourri, vermoulu et s'effrite en petits morceaux. Enfin le tout était imbibé du même liquide brun et est coloré de la même couleur.

§ 2. — Observations faites par la méthode de la fente.

a) *Tronche E.* — Cette tronche, Planche V, figure 1, déjà précédemment étudiée, est traversée complètement par la balle. On y trouve la même altération produite : bois haché sur le parcours de la balle et en train de se décomposer, même imprégnation des tissus, même coloration et même odeur. L'âge de la blessure est d'environ 3 ans et l'altération s'étend jusqu'à 0^m,60 au-dessus.

b) *Tronche C.* — La fente de cette tronche fait voir très nettement, Planche III, figure 4, les esquilles du bois haché par le passage du projectile et la balle encastrée et maintenue par ces éclats de bois. Le dégât et l'altération sont toujours les mêmes, le bois est fortement coloré, imbibé de liquide brun, les fissures produites par la balle sont tapissées d'un revêtement brun noirâtre et les tissus sont en voie de décomposition.

c) *Tronche B.* — Examinons enfin cette tronche que nous avons déjà considérée précédemment au sujet des déformations que l'arbre peut subir. Elle fait suite à la première rondelle de la tronche A et, comme elle, présentait les mêmes fentes et les indices d'une profonde altération du bois.

Une fois ouverte, il fut trouvé dans son intérieur 3 balles dont une balle modèle 1886 logée au centre du fût et verticale (Pl. III, fig. 5). La Planche VI représente une partie de cette tronche, ouverte suivant les fentes provoquées par les projectiles. On y voit une des balles dans son logement et les tissus hachés par elle.

Le bois, toujours de la même coloration foncée et toujours aussi humidifié, s'y trouve entièrement décomposé ; il est pourri et se fragmente en prismes polygonaux.

Mais bien plus, les parois de la blessure et des fentes sont recouvertes d'une couche humide et épaisse, d'une matière visqueuse et gélatineuse, noirâtre sur le bois, brun jaunâtre par transpa-

rence et présentant en outre une surface non unie, mais gaufrée en forme de méandres. Cette matière apparaît très bien, Planche VI sur la partie gauche, sous forme de petites sinuosités claires et foncées rappelant assez un relief de terrain montagneux.

En outre l'odeur du tannin se mélangeait à une odeur forte, spéciale, de fermentation. Cette matière visqueuse était due, à n'en pas douter, à des bactériacées et la décomposition du bois à la présence d'organismes inférieurs comme nous l'a prouvé l'examen microscopique.

En faisant une coupe transversale du bois altéré et en l'examinant au microscope, on reconnaît que tous les éléments en sont dissociés et corrodés par un mycélium de champignon qui chemine au travers. Ce mycélium attaque les tissus, s'en nourrit ainsi que des matériaux morts du corps ligneux provenant du passage de la balle, et des produits de l'altération. Il contribue également à augmenter la coloration foncée du bois. Sous son influence, le bois diminue de volume, devient plus léger, se crevasse et ainsi attaqué est rendu très friable.

Examinant ensuite cette masse gélatineuse, nous avons trouvé dans cette gelée des colonies de microcoques réunis en groupes et en chapelets entremêlés avec des filaments de bactéries.

Nous croyons également avoir reconnu dans l'intérieur des cellules dissociées du bois des amas de ces microcoques.

Cette gelée tapissant le bois est donc due à la production d'une gaine de mucilage tout autour de la membrane cellulaire de ces microcoques.

Ces zooglées contribuent singulièrement à augmenter encore l'altération du bois et à rendre plus rapide sa décomposition.

CHAPITRE III

CONCLUSION

Il résulte de tout ce qui précède que le dégât causé et l'altération produite dans un chêne par une seule balle est considérable et inguérissable. On verra plus loin qu'il en est de même pour les autres essences.

Ce dégât et cette altération sont d'autant plus considérables et plus immédiats que l'arbre est plus jeune, que le nombre des balles

qui ont frappé le chêne est plus élevé et que les hauteurs des blessures sont plus grandes, l'altération gagnant plus vite les parties inférieures que supérieures de l'arbre. Ils consistent toujours en ceci :

· Hachure du bois par la balle sur son passage, fentes produites dans le bois par le choc du projectile; imprégnation des tissus par un liquide brun, la sève extravasée, tenant en dissolution toutes les matières qui y sont solubles et le tanin qui se décompose avec ces matières; coloration des tissus en brun rouge; introduction par la plaie d'organismes inférieurs, champignons et bactériacées; fermentation du liquide; décomposition et attaque du corps ligneux par ces organismes qui trouvent de suite dans les tissus morts tués par la balle et imbibés de liquide nourricier un milieu des plus propices à leur développement.

Bref l'arbre pourrit sur pied. Chaque galerie de balle et chaque projectile est donc un foyer d'infection et de désorganisation profonde qui s'étend de plus en plus avec le temps et qu'on ne peut arrêter. Les parties restées saines sont envahies complètement à leur tour, plus ou moins rapidement, par cette altération et par ces organismes qui y ont pénétré et qui continuent à se développer de plus en plus au détriment de la substance ligneuse qui se décompose.

Le chêne devient ainsi impropre aux usages les plus communs. Il dépérit et les nombreux ennemis qu'il compte parmi les insectes s'y précipitent, l'attaquent et se multiplient en creusant de nombreuses galeries, trouvant là une nourriture excellente.

Outre ces dégâts causés au fût, il en est d'autres à considérer qui sont des plus importants par leurs conséquences et se produisent quelle que soit l'essence frappée. Ce sont les dégâts causés par les balles dans le houppier, plus exposé encore que le fût puisque la cime peut toujours être atteinte par des ricochets si elle ne l'est pas par des pleins fouets.

Les grosses branches qui sont frappées se comportent comme le fût, la même altération s'y produit et se propage. Les petites branches dont la circonférence n'excède pas 0^m,20 à 0^m,25 de tour sont brisées ou coupées et se dessèchent. Enfin, fait beaucoup plus grave encore, la plupart des arbres observés ont leur pousse terminale elle-même atteinte, brisée ou coupée par les balles et morte.

L'arbre ainsi frappé meurt en tête, la surface foliacée diminue ; les branches blessées se dessèchent, sont cassées par le vent ; ces blessures et ces cassures sont autant de nouvelles portes ouvertes aux invasions des organismes inférieurs et des insectes ; enfin il y a pénétration des tissus par les matières humiques entraînées dans le corps de l'arbre par les eaux pluviales.

La cime prend un aspect lamentable, Planche VII, figure 1, présentant de nombreux bouts de branches sectionnées et de nombreuses branches mortes, et le dépérissement de l'arbre devient alors très rapide.

Tels sont en résumé les désordres très graves qui surviennent et les dégâts très importants qui se produisent. Le chêne ainsi blessé est frappé à mort ; il est condamné à mourir au bout de peu de temps après avoir ainsi perdu petit à petit toute sa valeur et être devenu même un mauvais bois de chauffage.

TITRE II

DÉGATS CAUSÉS AUX AUTRES ESSENCES ET AU TAILLIS

CHAPITRE PREMIER

DÉGATS ET ALTÉRATIONS CHEZ LES AUTRES ESSENCES FORESTIÈRES

Généralités. — Champ de tir de circonstance. — Le nombre des différentes essences autres que le chêne que nous avons pu trouver et étudier est malheureusement restreint. Nous allons passer ces essences successivement en revue et nous envisagerons ensuite la façon dont doivent se comporter les autres essences qui ne sont pas représentées en tant qu'arbre dans la zone des champs de tir considérés et que nous n'avons pu par conséquent étudier.

Les essences autres que le chêne sur lesquelles ont porté nos observations proviennent, sauf le charme, du champ de tir de circonstance que nous avons mentionné au début et qui se trouve sur le territoire d'une autre commune.

« Les champs de tir de circonstance sont des terrains qu'on a

reconnu pouvoir se prêter à l'exécution de quelques tirs réels au cours d'une manœuvre ou d'un exercice effectué à une époque convenable.

« Ces terrains ne sont jamais pris en location... » (Extrait de la circulaire ministérielle du 6 juillet 1899.)

Il est donc nécessaire de dire ici quelques mots de ce champ de tir.

Le territoire de la commune intéressée est utilisé depuis l'année 1900 seulement par une des grandes garnisons de l'Est pour y exécuter annuellement au mois d'août ses feux de guerre.

Le profil du terrain est représenté figure 13 :

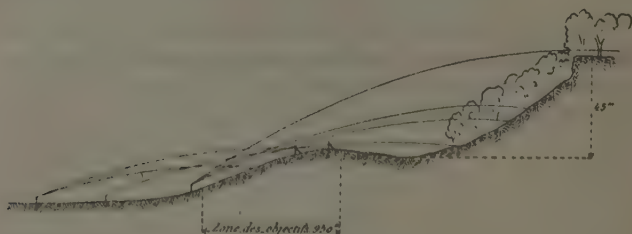


Fig. 13.

Le texte du régime du champ de tir porte cette phrase très jolie pour l'étude à laquelle nous nous livrons et le point de vue auquel nous nous plaçons ici :

« La butte de tir est constituée par le massif du bois du Châtel situé à 43 mètres au-dessus de la position limite des objectifs. »

Le massif du bois du Châtel, c'est la forêt communale, et c'est elle qui est officiellement désignée comme devant servir de butte de tir ! Il ne peut donc même plus être question ici d'un cas d'insuffisance de protection de la forêt devant une telle destination ! Aussi la forêt est-elle véritablement fusillée.

La côte sur laquelle est assis ce massif de bois est constituée par un sol rocheux et est couronnée par une falaise calcaire à pic de quelques mètres par-dessus laquelle passent les balles malgré sa hauteur de 43 mètres, comme l'attestent les nombreux arbres blessés qu'on trouve dans la forêt au sommet et sur l'autre versant de cette falaise.

La tronche de chêne représentée Planche V, figure 2, en est

un exemple. Ce chêne de 0^m,50 de circonférence se trouvait au sommet de cette falaise. La balle qui l'a frappé était presque au bas de sa trajectoire et s'est enfoncée verticalement de haut en bas. La blessure date de 6 mois et on remarque déjà tout autour une zone plus foncée indiquant le commencement de l'altération.

La forêt désignée comme butte de tir peut donc recevoir des balles tirées à une distance variant de 1500 à 500 mètres d'elle. Les blessures de tous les arbres atteints dans cette forêt ne dépassent pas aujourd'hui l'âge de 2 ans et demi, époque du premier tir.

I. — *Essences étudiées.*

Tous les arbres de différentes essences étudiés nous ont présenté, comme nous allons le voir, le même dégât et la même altération produite que chez le chêne, fait qui était naturellement à prévoir et qui est donc un fait général et acquis. En outre, tout ce que nous avons dit précédemment sur les blessures, les cicatrices et les dégâts causés au houpier s'applique à toutes les essences.

A. — Hêtre.

Le hêtre est une essence à écorce lisse sur laquelle les balles sont plus sujettes à ricocher que sur une écorce épaisse et crevasée. Toutes choses égales d'ailleurs, le hêtre est donc exposé à recevoir moins de blessures pénétrantes que son compagnon feuillu habituel, le chêne, par les balles dont l'angle d'arrivée est faible; mais il n'est pas plus épargné que lui par les autres balles.

La cicatrisation des blessures chez le hêtre se fait plus difficilement que chez le chêne, et il est rare d'observer un recouvrement complet de la plaie; les lèvres du bourrelet ne se rejoignent que rarement, le bois reste mis à nu le plus souvent et l'altération à l'intérieur paraît avoir de ce fait une marche rapide comme le montre le hêtre représenté Planche VII, figure 2 et figure 3, dont la blessure est âgée de 2 ans et demi seulement.

Le bois du hêtre, sous l'influence du choc de la balle, se fend généralement suivant une génératrice passant par la blessure. Chez les hêtres déjà âgés d'une quarantaine d'années au moins, on observe le décollement partiel ou total de l'écorce et du liber d'avec le bois sur une étendue plus ou moins grande autour de la blessure variant de quelques centimètres à 30 ou 40 centimètres,

et la production d'une ou de plusieurs fentes, sensiblement parallèles à celle de la blessure, dans le liber et l'écorce ainsi décollés. Ce décollement est encore une cause d'altération plus rapide, le bois se dessèche, se gerce, et les insectes et les cryptogames l'envahissent.

Les dégâts causés chez le hêtre sont identiques à ceux observés chez le chêne. La pénétration de la balle est peut-être un peu moins grande dans le hêtre à cause du bois qui est plus homogène et plus dur, mais les effets qu'elle produit sur son passage sont naturellement les mêmes. Les tissus s'altèrent de la même façon et pour les mêmes raisons; le bois se pourrit, prend une coloration brun foncé, la tache d'altération s'étend progressivement au-dessus et en dessous de la blessure, présentant sur ses bords une coloration plus claire. La marche de cette altération est rapide, et au bout de 2 ans et demi chez un hêtre de 30 ans environ, de 0^m,40 de circonférence, la tache s'étend déjà à 0^m,15 au-dessus et à 0^m,20 en dessous de la blessure (Pl. VII, fig. 2 et 3).

On remarque également sur les hêtres atteints, soit sur le tronc, soit sur les branches, la présence de chancres dus à des blessures superficielles et à un champignon, blessures de ricochets non recouvertes par le bourrelet cicatriciel et où le bois reste mis à nu.

Le hêtre comme le chêne est donc appelé à voir ses tissus se décomposer complètement au bout d'un temps plus ou moins rapide, variable suivant son âge, la profondeur de la blessure, le nombre des blessures reçues et le dégât commis dans son houppier.

Comme le chêne, il perd progressivement de sa valeur au fur et à mesure qu'il reste et pourrit sur pied, et devient impropre aux usages les plus communs et à un bon chauffage.

B. — Charme.

Le charme, malgré son écorce lisse, est sujet, à cause des cannelures de sa tige, à être blessé par des balles qui, arrivant dans les mêmes conditions sur le hêtre, ricocheraient sans pénétration.

La cicatrisation des blessures sur le charme se fait la plupart du temps d'une façon incomplète et on observe sur lui, à la place d'une cicatrisation, un chancre dû à un champignon, le *Nectria ditissima*.

Le charme, sous l'influence du choc de la balle, se fend aussi suivant la blessure et de celle-ci résultent les mêmes dégâts, la même décomposition des tissus qui se pourrissent en prenant une coloration plus noire que précédemment. Mais on remarque que l'altération se localise davantage et se propage moins dans la tige.

La Planche VIII, figures 1 et 2, représente deux troncs longues de 0^m,65 et 0^m,33, provenant d'un charme qui se trouvait dans la forêt exposée aux balles du premier champ de tir considéré et ayant 0^m,45 de circonférence et 40 ans d'âge environ. Les blessures sur ces deux troncs ne sont pas cicatrisées; l'une, figure 1, a formé une cavité dans le charme par suite des tissus qui, pourris et vermoulus, sont tombés en poussière. Ces deux blessures datent de 9 ans environ.

Les figures 3 et 4 montrent ces troncs fendues et l'altération survenue. Cette altération est donc toujours la même comme on le voit; elle semble moins grande, figure 4, la tronc ne s'étant pas fendue exactement par l'axe de la blessure.

C. — Érable champêtre.

L'érable champêtre est la dernière essence dont nous ayons pu trouver un représentant frappé par les balles. La Planche VIII, figure 5, en représente un âgé de 55 ans environ, ayant 0^m,60 de circonférence et atteint de deux balles dont l'une a fendu l'arbre et est encore visible par son culot dans la blessure où elle s'est peu enfoncée. La figure 7 la montre encastrée dans l'intérieur du bois. Toutes deux ont provoqué le décollement de l'écorce et du liber d'avec le bois, autour de la blessure.

Comme chez les essences précédentes, l'altération des tissus et leur décomposition sont les mêmes ainsi que le dégât produit. Les tissus altérés offrent toutefois une coloration d'un vert très foncé, bleutée par endroit, qui s'atténue une fois à l'air avec la dessiccation et est due probablement à la décomposition de certains sucres particuliers à l'érable.

La marche de l'altération est très rapide; la figure 6, Planche VIII, montre la seconde blessure reçue par cet érable, datant de 6 mois seulement, où la balle a presque traversé l'arbre et dont la tache d'altération a déjà une longueur de 0^m,20 pour ce court laps de temps.

Les conséquences de la blessure sont donc toujours les mêmes

que précédemment, l'arbre ne peut plus que dépérir en perdant de plus en plus de sa valeur.

II. — Extension aux essences non étudiées des observations faites et des conclusions déduites.

Peut-on, d'après les observations faites et précédemment décrites, et d'après les conclusions qui en sont déduites, appliquer ces observations et étendre ces conclusions à toutes les autres essences forestières feuillues ou résineuses non étudiées ici faute de représentants ?

Nous n'hésiterons pas à déclarer que oui :

La balle, quelle que soit l'essence, cause partout le même dégât et les mêmes désordres.

L'altération qui se produit apparaît avec ses conséquences non pas comme un cas particulier à un arbre ou à une essence, mais comme un fait général et acquis, qui a pour origine une cause générale. On peut donc assurer, sans se méprendre, que tous les autres arbres feuillus, quelle que soit leur essence, doivent subir les mêmes dégâts, les mêmes altérations que les essences qui viennent d'être étudiées.

Chez les essences résineuses, les choses doivent se passer un peu différemment car les plaies, pour elles, sont bien plus dangereuses, et les dégâts causés doivent avoir des conséquences encore plus graves que chez les feuillus. En effet :

La déprédation commise dans le bois par la balle est la même, mais par la blessure et les feutes produites va s'écouler abondamment la résine dont les dépôts empêchent la cicatrisation extérieure. Cet écoulement aura lieu quel que soit le genre de la blessure, soit sur le fût, soit sur les branches. L'arbre dépérira et les spores de champignons dont les résineux comptent de si nombreux ennemis, vont germer, pénétrer par cette porte ouverte et envahir les tissus en les désorganisant. Les insectes dont les résineux ont tant à souffrir, bien plus que les feuillus, se précipiteront de suite sur ces arbres frappés dont la végétation est devenue languissante et qui leur offrent une si bonne pâture.

Les xylophages en prennent immédiatement possession, s'y multiplient et les trous des galeries qu'ils creusent dans l'écorce, le liber et le bois sont autant d'autres pores par lesquels la résine s'écoule et qui ne peuvent se cicatriser par suite des dépôts de

matières qui s'y accumulent. L'arbre ne tardera pas à être ainsi épuisé. Son dépérissement est hâté par ces pertes continuelles de résine qui augmentent d'autant les chances de multiplication des insectes, et quelques années seulement pourront suffire pour que, envahi par les champignons, desséché et percé à jour par les insectes, sa mort survienne bien plus rapidement que pour les essences feuillues.

Tel est en quelques mots ce qui doit advenir des résineux frappés par les balles.

Dangereusement attaqués et indépendamment de leur mort prochaine, ils deviendront en outre un grand danger pour les arbres sains et les peuplements voisins par suite des hôtes cryptogamiques et xylophages qu'ils peuvent héberger en très grand nombre et qui peuvent s'attaquer ensuite à ces arbres et à ces peuplements.

Comme les feuillus, dès que les résineux sont frappés, leur valeur doit aller progressivement en diminuant, mais avec une vitesse bien plus grande et finalement ils arrivent au terme fatal de leur existence, ne pouvant même plus donner qu'un médiocre bois de chauffage.

Le sapin, l'épicéa et le mélèze seront sujets, s'ils sont frappés au fût et surtout s'ils sont en même temps fendus, à voir la partie de leur fût supérieure à la blessure faire chablis.

Le sapin, pauvre en résine, est le moins attaqué par les insectes; on peut donc prévoir que de tous les résineux c'est lui dont la mort surviendra le moins vite. Par sa blessure, il aura surtout à redouter les attaques de l'*Æcidium elatinum*, champignon parasite de la tribu des uredinées, dont le mycélium occasionne sur le fût ou les branches des tumeurs chancreuses connues sous le nom de *chaudrons* dans les Vosges, *gorges* dans le Jura, et qui provoque la ramification du ramule feuillé le plus voisin en une touffe arrondie à feuilles caduques, appelée *balai de sorcière*.

L'épicéa, au contraire, a le plus à souffrir après les pins des ravages des insectes et surtout des xylophages, et sa mort surviendra à brève échéance.

Le mélèze, non attaqué par les insectes, mais par les champignons et ayant beaucoup de résine, dépérira assez vite.

Enfin, de tous les résineux, ce sont les pins qui ont le plus à redouter et à souffrir des insectes. Frappés par les balles, ils seront

très vite attaqués par eux et succomberont rapidement sans pour cela être épargnés par les champignons.

CHAPITRE II

DÉGATS CAUSÉS AU TAILLIS

Pour les deux champs de tir considérés, le taillis de la forêt est très endommagé et, pour le dernier surtout, il apparaît comme fusillé.

Le taillis offre à l'œil un aspect lamentable : partout des branches ou des tiges sont coupées et pendantes, ou gisent à terre. Les tiges déjà grosses sont traversées par les balles, fendues, brisées ou fracassées par elles.

Les balles qui atteignent les perches de taillis presque tangentiellement, provoquent l'éclatement et l'enlèvement du bois dans la partie blessée ; des chancres se forment, le bois reste mis à nu et les tiges meurent ou pourrissent.

Les Planches IX et X donnent un exemple de ces dégâts.

La Planche X représente une cépée de tilleul dont une perche au centre est coupée totalement à 2^m,50 de haut, une autre, petite, est brisée en deux sur la droite et 5 autres, de 0^m,30 de circonférence, sont fracassées.

La figure 1, Planche IX, montre un jeune érable de 0^m,25 de circonférence coupé en deux et traversé sous la cassure par une balle qui y a occasionné un large trou.

Les figures 2, 3 et 4 de la même Planche font voir des perches d'orme, de frêne et d'érable plane atteints par des ricochets.

Une perche de tilleul, figure 5, de 0^m,20 de circonférence, est brisée en partie ainsi que celle d'érable plane, figure 6.

La figure 7 est une jeune perche de hêtre traversée et fendue ; enfin un brin de charme, figure 8, traversé et fendu montre encore la balle à moitié sortie seulement de la tige.

Le dégât est donc fort considérable, comme on le constate, et le taillis ou les jeunes peuplements, pour peu qu'ils restent ainsi quelque temps exposés aux balles, sont entièrement perdus, quant à leur valeur d'avenir.

CHAPITRE III

CONCLUSION GÉNÉRALE

La conclusion générale à déduire de toute cette étude, est que l'on doit considérer tout arbre frappé par une ou plusieurs balles comme un arbre perdu, blessé à mort. Dès sa première blessure l'arbre dépérit, s'altère et perd progressivement de sa valeur jusqu'à sa mort, qui surviendra après un temps plus ou moins court.

Un arbre atteint par une balle dans les environs d'un champ de tir, est exposé à en recevoir d'autres; il réclame donc dès sa première blessure son exploitation sinon immédiatement du moins, en tout cas, le plus tôt possible, si on ne veut pas le voir perdre toute sa valeur et si on veut pouvoir l'utiliser encore autrement que comme un chauffage médiocre.

Les dégâts et les altérations produits sont d'autant plus graves et la diminution de valeur est d'autant plus grande et plus rapide chez un arbre :

1° Que l'arbre est plus jeune; car plus sa ciconférence est petite, plus il est exposé en effet ou à être coupé et détruit complètement, ou à éclater et à se fendre et à être traversé par le projectile;

2° Que l'arbre est plus atteint dans sa cime et plus endommagé dans ses branches qui sont brisées ou coupées, ce qui hâte son dépérissement;

3° Que l'arbre est plus exposé et que le nombre des blessures reçues soit dans le fût, soit dans la cime est plus grand, les foyers d'infection étant partant plus nombreux;

4° Que les plaies produites extérieurement sont plus larges, plus esquilleuses et mettent le bois plus à nu;

5° Que l'arbre blessé et dépérissant compte plus d'ennemis parmi les champignons et les insectes qui s'attaquent à l'écorce, au liber et au bois, et qui l'envahissent immédiatement;

6° Que l'arbre reste plus longtemps sur pied après être blessé et que les blessures sont plus âgées.

Les résineux, chez lesquels les plaies sont plus dangereuses que chez les feuillus, souffriront davantage et dépériront plus vite.

Enfin l'arbre pourra avoir son fût complètement pourri tout en ayant conservé sa cime vigoureuse.

DEUXIEME PARTIE

CONSÉQUENCES DES DÉGÂTS CAUSÉS AUX ARBRES
PAR LES BALLEs ET INDEMNITÉS QUI DOIVENT LES COMPENSER

Preliminaires. — L'étude des dégâts causés aux arbres par les balles et des désordres graves qui en résultent nous amène naturellement à étudier maintenant les conséquences qui en dérivent. Ces conséquences sont multiples et nous nous bornerons ici à envisager les principales.

CHAPITRE PREMIER

EFFET DES BALLEs SUR L'ÉVOLUTION DES PEUPEMENTS
SUIVANT LA NATURE DU RÉGIME

Jusqu'ici nous avons considéré l'arbre isolément sans tenir compte de la place qu'il occupe dans le peuplement. Il est donc nécessaire de voir aussi comment doivent se comporter les arbres pris dans leur ensemble, c'est-à-dire le peuplement lui-même, et il nous est maintenant possible de le déduire. Pour cela considérons le peuplement à différents états de croissance, suivant la nature du régime auquel il est soumis, et supposons ces différents peuplements placés dans la zone dangereuse d'un champ de tir ; envisageons-les dans la partie du terrain où ils seront atteints par les pleins fouets et les ricochets et voyons de quelle façon est compromis leur avenir. L'avenir des mêmes peuplements dans la zone où ils ne sont plus exposés qu'aux ricochets sera compromis dans une moindre mesure.

I. — Régime du taillis simple.

Le peuplement d'une forêt traitée en taillis simple a peu d'avenir, étant coupé périodiquement à blanc étoc à chaque révolution

et sans y marquer aucune réserve ; c'est avec ce régime que la forêt subira le moins de dommage, les bois ne restant sur pied que pendant la durée d'une révolution.

Si la coupe a été faite peu de temps avant que le premier tir ait lieu, sous l'effet des tirs le taillis s'accroîtra irrégulièrement, de nombreux brins au fur et à mesure de leur développement seront coupés par les balles, et le gaulis et le perchis auront du mal à se constituer.

Si, au contraire, le taillis a déjà un certain âge lorsque le premier tir se fera, les perches seront endommagées comme nous l'avons vu précédemment, elles seront fendues, brisées et fortement détériorées.

Dans les deux cas, la régénération restera donc assurée ; on ne peut craindre pour elle, par les balles, que la mort de quelques souches ; mais le rendement soit en écorce, soit en chauffage et même en bois d'industrie sera diminué dans une proportion d'autant plus grande que la révolution est plus longue et que le taillis est plus longtemps exposé aux balles.

II. — Régime du taillis sous futaie.

Dans le taillis sous futaie au contraire, le taillis a un grand avenir : c'est parmi lui que se recrutent les brins destinés à remplacer les futaies qui tomberont sous la hache, c'est donc par lui que se perpétue la forêt, indépendamment des semis pouvant provenir des futaies.

Or, nous avons étudié les dégâts commis par les balles sur ce taillis et isolément sur les arbres de futaie. Nous avons vu que ces arbres atteints sont perdus et réclament leur exploitation ; quant au taillis, la diminution de rendement qui en résulte n'est plus ici qu'une chose secondaire : ce qui importe, c'est la perpétuation du régime assurée par lui.

Plaçons-nous au moment du premier tir et admettons, ce qui est le cas général, qu'à partir de ce moment les tirs ont lieu chaque année. Supposons en outre qu'à cette époque nous soyons à la moitié de la révolution, fixée à 30 ans par exemple. Pendant 15 ans, le taillis va donc rester encore exposé aux balles : les brins seront coupés, les perches seront atteintes en nombre plus ou moins grand.

Lorsque viendra l'époque de la coupe, tous les arbres de futaie atteints devront être enlevés; le nombre des brins de l'âge que l'on pourra choisir et réserver comme baliveaux sera restreint. Admettons cependant qu'il y en ait. Ces brins réservés, après le passage de la coupe, vont se trouver isolés sur son parterre et exposés seuls, sans protection, aux projectiles pendant une nouvelle période de 30 ans, avec les futaies qui avaient été jusque-là épargnées.

Au bout de cette nouvelle période, la plupart de ces baliveaux et de ces futaies, sinon tous, seront atteints et on sera forcé de les exploiter.

Que restera-t-il alors après le passage de la coupe, au bout d'une ou au plus deux révolutions? un taillis simple, avec peut-être quelques baliveaux non atteints qu'on aura pu réserver, mais qui le seront sûrement à la révolution suivante et exigeront leur exploitation.

On voit donc, comme nous le prouverons plus loin expérimentalement, que, par l'effet des balles, la perpétuation du régime du taillis sous futaie, non seulement est grandement compromise, mais devient impossible sur l'espace de terrain considéré. Le taillis sous futaie peut être détruit au bout de deux révolutions au plus et être remplacé là par du taillis simple.

Le peuplement présentera donc des trouées, des clairières de taillis simple.

III. — Régime de la futaie.

1. — *Futaie régulière d'essence feuillue.* — Le peuplement dans la futaie régulière passe à partir de sa naissance par des états de développement successifs. Considérons seulement ici les trois principaux de ces états: le gaulis, le perchis et la futaie.

a) Si le peuplement de la parcelle exposée est à l'état de gaulis lors de l'époque du premier tir, les brins à partir de ce moment seront endommagés à chaque tir comme nous savons, et après le passage de chaque éclaircie, leur nombre ira là en diminuant bien plus que dans le restant du peuplement. Les sujets d'avenir qu'on pourra garder deviendront rares, et lorsque l'ensemble du peuplement arrivera à l'état de perchis, on aura bien des chances pour que déjà, à ce moment-là, dans la partie du peuplement exposée

et considérée, il ne reste que peu ou plus du tout de tiges d'avenir, toutes ayant été atteintes et enlevées.

Cependant il peut en rester quelques-unes, mais elles seront appelées à être frappées à leur tour pendant l'état de perchis jusqu'à celui de futaie.

La croissance et le développement des tiges sera donc rendu bien difficile, sinon impossible, dans cet espace de terrain battu par les balles, et, les éclaircies aidant, il arrivera un moment où le massif sera là interrompu complètement, et présentera une trouée dans laquelle le peuplement ne pourra subsister qu'à l'état de fourré et de taillis.

b) Si, au contraire, lors du premier tir, le peuplement de la partie exposée de la parcelle est à l'état de bas ou haut perchis, les arbres atteints seront tous à enlever progressivement à chaque prochaine éclaircie ou au plus tard, suivant les cas, à l'éclaircie suivante. Le peuplement sera comme précédemment bientôt interrompu, une trouée sera formée d'étendue plus ou moins grande, que rien ne pourra combler. Seul le sous-bois restera, qui végètera à l'état de taillis.

c) Enfin si, lors du premier tir, le peuplement exposé est constitué par la haute ou vieille futaie, ou bien les arbres atteints devront être enlevés le plus tôt possible, afin de ne pas trop perdre de leur valeur, et la régénération naturelle pourra ne pas être assurée; ou bien ils pourront rester sur pied au détriment de leur valeur et attendre l'époque des coupes d'ensemencement afin que la régénération soit assurée, mais cette dernière manière de faire ne serait pas en réalité à mettre en pratique.

Ici encore des trouées impossibles à combler se produiront dans le peuplement et le sous-bois seul pourra subsister et végéter.

Donc, dans une forêt traitée en futaie régulière, le maintien de ce régime dans la partie de parcelle exposée aux balles de plein fouet deviendra au bout d'un certain temps impossible, et il arrivera une certaine époque où, forcément, les tirs durant, le peuplement de futaie aura disparu pour faire place à une sorte de taillis.

Si on considère, en outre, pour ces deux derniers régimes, les arbres disséminés qui seront atteints par les ricochets seulement, on voit que si on les exploite, comme il faut le faire, il se produira d'autres trouées partielles qui interrompront le peuplement et seront nuisibles à son bon état et à sa bonne venue.

2. — *Futaies résineuses.* — Dans les futaies résineuses, les balles causeront dans l'évolution du peuplement les mêmes troubles que dans les futaies feuillues, mais à un degré supérieur encore, à cause de la nature même des résineux.

IV. — Conclusion.

Il résulte donc, des troubles que les balles peuvent produire dans l'évolution des peuplements suivant leur nature et apporter dans l'aménagement d'une forêt, une diminution de valeur plus ou moins grande de la richesse forestière de cette forêt. Cette diminution de richesse sera variable et dépendra de l'étendue de terrain battu par les balles, de la configuration de ce terrain et de la nature du peuplement.

CHAPITRE II

CONSÉQUENCE DES DÉGATS AU POINT DE VUE DU BALIVAGE ET VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE POUR LE TAILLIS SOUS FUTAIE DE LA DIMINUTION DE LA RICHESSE FORESTIÈRE.

L'opérateur, dans le balivage d'une coupe de taillis sous futaie, est forcé de s'en rapporter aux signes extérieurs de la végétation, ce sont eux qui le guident. Parfois trompeurs, ces signes le sont surtout dans le cas particulier qui nous occupe ici.

Nous avons vu quels graves désordres les balles causaient par leurs blessures dans l'intérieur des arbres. Ces désordres sont d'autant plus dangereux qu'on n'observe plus sur certains arbres, comme trace de la blessure, qu'une cicatrice quelquefois très petite et à peine visible, dissimulée dans une crevasse de l'écorce et n'ayant, si on l'aperçoit, aucune apparence de gravité. Il arrive ainsi que tel arbre atteint par les balles et dont la cime est restée vigoureuse, est complètement pourri dans son fût par suite de ses blessures.

Si l'opérateur n'a pas connaissance des dégâts résultant de ces blessures, confiant dans l'aspect extérieur de la cime, il réservera cet arbre qui continuera à pourrir et qu'on sera obligé de marquer peu après comme arbre dépérissant.

D'après ce que nous avons reconnu et exposé, on en conclut donc que lorsqu'une coupe dont le peuplement est atteint par les balles reviendra en retour, on ne devra pas dans son balivage marquer comme arbre à réserver aucun de ceux que l'on reconnaît être frappés par les projectiles.

Comme nous l'avons vu, ce sont les brins de l'âge et les baliveaux qui sont les plus brisés et fendus, et pour lesquels le dégât est apparent pour tout le monde; mais il n'en est pas de même pour les modernes et les anciens. Il sera donc bon de reconnaître ces arbres à l'avance afin de les abandonner à l'exploitation. Ces arbres, suivant l'âge de leurs blessures, seront à ce moment de la coupe, déjà plus ou moins altérés et plus ou moins impropres au service et à l'industrie.

Si on les laisse encore sur pied pendant une nouvelle révolution, l'altération qui désorganise leurs tissus ne fera que s'accroître, leur valeur ira toujours en diminuant, et ils seront en outre exposés à recevoir, pendant toute cette période, de nouvelles blessures qui seront autant de foyers d'infection nouveaux et ne feront qu'accroître le mal.

On a donc tout intérêt et tout avantage à les exploiter de suite.

Les arbres les plus jeunes étant ceux qui sont le plus dégradés et le plus vite, ce sont eux qu'on devra en tout cas exploiter de suite et ce n'est que parmi les anciens qu'à la rigueur on pourra réserver les moins atteints si on ne veut pas les abandonner tous.

Mais ce ne sera pas l'intérêt du propriétaire de la forêt.

Comme nous l'avons énoncé plus haut, il en résultera une diminution notable de la richesse forestière pour la partie de forêt atteinte par les projectiles, sinon la ruine complète de la forêt pour cette région, si rien pour elle ne vient à changer.

La forêt communale que nous avons considérée en premier lieu avec le champ de tir permanent offre justement une vérification expérimentale probante de cette destruction de la forêt :

Vérification expérimentale de la destruction de la forêt par les balles. — Nous avons calculé pour cette forêt que la limite extrême d'atteinte des arbres par les pleins fouets se trouvait à environ 155 mètres de la butte et celle de la zone des arbres les plus atteints à environ 75 mètres. Ces zones, calculées en ne tenant

compte que des coups de plein fouet et en faisant abstraction des ricochets, comprennent en réalité sur le terrain des arbres atteints par les pleins fouets et par des ricochets.

Nous avons alors déterminé sur le terrain, en arrière de la butte de tir, ces deux zones des arbres les plus atteints et des arbres rarement atteints par les pleins fouets en leur donnant une largeur totale de 24 mètres, prise à 12 mètres de chaque côté de la capitale de tir, afin d'être sûr d'avoir le plus grand nombre des arbres atteints.

Cette délimitation une fois faite, nous avons procédé au comptage de tous les arbres qui avaient été réservés lors de la dernière coupe en 1889, notant toutes les cicatrices ou blessures apparentes depuis le sol, c'est-à-dire visibles jusqu'à une hauteur de 4 à 5 mètres, et négligeant ainsi toutes celles qui peuvent se trouver à une hauteur supérieure et dans la cime des arbres, et qu'on ne peut apercevoir depuis le sol.

Ce comptage nous a donné les résultats suivants consignés dans le tableau ci-après.

TABLEAU.

ZONES délimitées sur le terrain.	FUTAIE réservée à la dernière exploitation en 1880, sur pied en 1903, comptée depuis la butte.	CHIFFRE.	BLESSURES ou cicatrices apparentes causées par les balles depuis le sol jusqu'à une hauteur de 5 mètres.	ARBRES sans blessure apparente jusqu'à une hauteur de 5 mètr.	ASPECT EXTÉRIEUR DE L'ARBRE.	ARBRES qui en 1903 seraient bons à être réservés à un balivage.
Zone des arbres les plus atteints par les pleins fouets, de la butte à 75 mètres en arrière. — Surface : 18 ares.	Baliveau chêne.	0.40	2 bl., traversé une fois.	»	Dépérissant et mal venant.	»
	Ancien chêne.	1.50	15 blessures, bourrelets non recouvrants.	»	Très dépérissant, cime très endommagée.	»
	Moderne chêne.	0.95	6 blessures.	»	Id.	»
	Moderne chêne.	0.85	8 bl., traversé une fois.	»	Très dépériss., pourri et galerie de larves au pied.	»
	Baliveau chêne.	0.40	2 blessures, fendu.	»	Cime assez vigoureuse.	»
	Moderne chêne.	0.75	3 blessures.	»	T. dép., tête et branches coupées.	»
	Baliveau chêne.	0.35	2 bl., traversé et fendu.	»	Très dépérissant en cime.	»
	Baliveau chêne.	0.30	»	Chêne.	Dép., branch. coupées, mal venu.	»
	Baliveau chêne.	0.55	7 bl., fendu et déformé.	»	Mourant.	»
	Moderne chêne.	0.60	14 bl., traversé une fois.	»	Mort en cime, creusé de galer. de larves et pourri.	»
	Baliveau charme	0.40	1 bless., ayant rendu l'arbre creux.	»	T. dép., creux, pourri, tête enlevée	»
	Moderne chêne.	1.10	16 blessures.	»	Mourant en tête, branches coupées et sèches.	»
	Moderne chêne.	1.10	20 blessures.	»	Id.	»
	Moderne chêne.	0.85	11 ble sures.	»	Cime assez vigoureuse.	»
	Baliveau chêne.	0.35	3 bless., fendu à jour.	»	Mourant, pourri et creux.	»
Baliveau chêne.	0.50	3 bl., traversé et fendu.	»	Mourant en tête.	»	
Baliveau chêne.	0.45	8 bl., traversé et fendu.	»	T. dép., cime coupée en partie.	»	
Baliveau chêne.	0.55	»	Chêne.	Mourant, branches et têtes coup.	»	
Baliveau charme	0.30	1 blessure.	»	Très dépérissant.	»	
Baliveau charme	0.45	1 bl., traversé et fendu.	»	Pourri.	»	
Baliveau chêne.	0.50	2 blessures.	»	Gélivé, cime assez bonne.	»	
Moderne charme	0.80	»	Charme.	Dépérissant, creux.	»	
Baliveau charme	0.45	»	Charme.	-En bon état.	Charme.	
Moderne chêne.	0.95	2 blessures.	»	Très dépériss., mourant en tête.	»	
Baliveau charme	0.45	4 bl., traversé, fendu à jr.	»	Très dépérissant.	»	
Moderne chêne.	0.75	11 blessures.	»	Pourri au pied.	»	
Baliveau charme	0.30	3 blessures.	»	Dépérissant, tête coupée.	»	
	27 arbres.	»	23 arbres.	4 arbres.	»	1 arbre.
Zone des arbres rarement atteints par les pleins fouets, de 75 m. à 155 m. en arrière de la butte. — Surface : 19 ares.	Baliveau érable.	0.30	9 bl., traversé et fendu.	»	Mourant.	»
	Moderne charme	0.50	3 blessures, fendu.	»	Très dépériss., pourri et creux.	»
	Baliveau charme	0.45	5 blessures.	»	T. dép., galer. de larves et pourri.	»
	Baliveau chêne.	0.50	3 bl., traversé deux fois.	»	Dépérissant, cime endommagée.	»
	Moderne érable.	0.60	1 blessure.	»	T. dép., taré, vermoûlu, pourri.	»
	Moderne érable.	0.70	2 blessures.	»	Très dépérissant, taré et pourri.	»
	Moderne chêne.	0.60	2 blessures.	»	Mourant en tête.	»
	Baliveau chêne.	0.50	»	Chêne.	Cime vigour., sur souche pourrie.	»
	Baliveau charme	0.50	»	Charme.	Mort. Cime coupée et brisée.	»
	Baliveau chêne.	0.40	»	Chêne.	En bon état.	Chêne.
	Moderne chêne.	0.70	»	Chêne.	En bon état, cime vigoureuse.	Chêne.
	Baliveau chêne.	0.50	1 blessure.	»	Dépér., branches et tête coupées.	»
	Baliveau charme	0.60	»	Charme.	En bon état.	Charme.
	Moderne hêtre.	1.00	»	Hêtre.	Coup de soleil et pelé, pourri et vermoûlu.	»
	Ancien hêtre.	1.35	»	Hêtre.	Id.	»
Moderne érable.	0.80	1 blessure.	»	Dépérissant, cime endommagée.	»	
Moderne hêtre.	1.15	»	Hêtre.	Coup de soleil et pelé, vermoûlu, garni d'épaulettes.	»	
Baliveau cerisier	0.35	»	Cerisier.	Cime coupée.	»	
Baliveau chêne.	0.45	»	Chêne.	Vigoureux.	Chêne.	
Moderne hêtre.	1.25	1 blessure.	»	Cime vigoureuse.	»	
Moderne hêtre.	1.20	»	Hêtre.	Coup de soleil et pelé, pourri et vermoûlu.	»	
Baliveau érable.	0.40	»	Érable.	Coup de soleil et pelé, pourri.	»	
Baliveau charme	0.40	2 bl., traversé une fois.	»	Cime vigoureuse.	»	
Baliveau charme	0.50	»	Charme.	Taré, chancre.	»	
Moderne cerisier	0.65	»	Cerisier.	Taré, cime vigoureuse.	»	
Ancien chêne.	2.05	10 blessures.	»	Très dépérissant, pourri au pied.	»	
Baliveau érable.	0.40	»	Érable.	Coup de soleil, pelé.	»	
Baliveau charme	0.40	»	Charme.	Branches coupées, dépérissant.	»	
Moderne chêne.	1.15	»	Chêne.	Dépérissant.	»	
Moderne chêne.	1.05	»	Chêne.	Dépérissant.	»	
Moderne cerisier	0.75	»	Cerisier.	Dépérissant, mourant en tête.	»	
Moderne hêtre.	1.10	4 blessures.	»	Coup de soleil et pelé, pourri et vermoûlu.	»	
Moderne hêtre.	1.15	2 blessures.	»	Pourri au pied, très dépérissant.	»	
	33 arbres.	»	14 arbres.	17 arbres	»	4 arbres.
37 ares. Au total.	60 arbres.	»	37 arbres.	19 arbres	»	5 arbres.

Ce tableau nous montre pour ce petit champ de tir et pour une période de tir de 24 ans seulement pour la futaie, puisque les tirs datent de 1878, et de 14 ans pour le taillis :

1° Que dans la première zone, d'une étendue de 18 ares, 23 arbres sur 27 sont atteints, soit une proportion de 85,2 p. 100. Des 4 arbres restant, un baliveau seul pourrait être conservé aujourd'hui ;

2° Que dans la deuxième zone, d'une étendue de 19 ares, 14 arbres sur 33 sont atteints, soit une proportion de 42,8 p. 100. Des 17 arbres restant, 4 seulement seraient à conserver aujourd'hui.

3° Que pour l'étendue totale des deux zones, égale à 37 ares, sur 60 arbres, 37 sont atteints, soit une proportion de 61,66 p. 100, et 5 arbres seulement pourraient aujourd'hui être réservés.

Comme, malheureusement, la prochaine exploitation ne doit avoir lieu que dans 11 ans, ces 5 arbres seront certainement atteints d'ici là. Quant au taillis, dans 11 ans, on ne pourra trouver dans la première zone aucun baliveau à réserver et peut-être quelques-uns seulement dans la seconde.

Lorsque, dans 11 ans, l'exploitation sera terminée, il ne restera plus sur cette étendue que les quelques baliveaux qu'on aura pu réserver et qui vont se trouver sans protection et directement exposés aux balles. A l'exploitation suivante, c'est-à-dire dans 36 ans à partir d'aujourd'hui, ils seront atteints et à exploiter et la destruction du taillis sous futaie sur cette étendue sera complète, le taillis simple le remplacera tant que dureront les tirs.

Dans cet exemple, nous n'avons tenu compte que des arbres qui pouvaient être atteints par des pleins fouets et en même temps par des ricochets ; mais il reste sur le terrain au delà de cette zone, tous les arbres qui ne sont plus atteints que par des ricochets et qui réclament aussi comme les autres leur exploitation, après laquelle des vides plus ou moins grands seront produits dans le peuplement. Le peuplement restant après chaque exploitation ne sera plus protégé et sera plus exposé qu'auparavant aux projectiles. La destruction du peuplement ira donc en croissant avec le temps.

On voit par ce simple exemple combien est grande l'importance de cette diminution de la richesse forestière de la forêt, causée par les effets des balles dans un taillis sous futaie, et la perte sérieuse qui en résulte pour le propriétaire de la forêt.

Remarque. — Le tableau indique dans la deuxième zone considérée un chêne de 2 mètres de circonférence sur lequel il a été relevé 10 blessures toutes de plein fouet, alors que dans cette zone les autres arbres n'en ont que quelques-unes. Ce fait qui paraît extraordinaire et étonnant doit tenir, croyons-nous, à la raison suivante : après le passage de la coupe, il y a 14 ans, ce chêne est resté un certain nombre d'années en évidence, avant d'être caché par le taillis, et il est fort probable que des soldats, tentés par sa grosseur, se seront amusés à tirer sur lui au lieu de tirer dans les cibles. Il aura ainsi été victime de ce fait inconsidéré qui malheureusement est souvent à craindre pour les beaux arbres.

CHAPITRE III

DÉPRÉCIATION DE LA VALEUR DES COUPES ET BAISSÉ DU REVENU FORESTIER

Qu'arrive-t-il lorsqu'une coupe située dans la zone dangereuse d'un champ de tir doit être vendue ?

Deux cas se présentent : Ou bien on reconnaît dans cette coupe des arbres atteints par les balles ; ou bien on n'en reconnaît pas.

Dans le premier cas, les acheteurs de bois savent par expérience que ces arbres sont altérés à l'intérieur et qu'ils ne pourront pas en retirer autant de catégories de marchandises qu'ils le feraient d'arbres sains. Dans quelle proportion ? Ils l'ignorent et ne le verront qu'en débitant l'arbre. Ils sont donc dans une grande incertitude et seront portés à estimer l'arbre d'autant plus bas que ce doute sera plus grand.

Dans le deuxième cas, l'arbre peut être sain, mais il peut aussi recéler des blessures qu'on ne voit pas ; l'acheteur de bois est donc encore dans l'incertitude, il sait qu'il court des risques et pour se prémunir contre ces risques, il estimera ces arbres à une valeur inférieure à celle qu'il leur donnerait dans une autre coupe.

La valeur totale de la coupe est donc dépréciée dans une proportion variable suivant son rapprochement du champ de tir et son degré d'exposition aux balles, même si la coupe est à la limite extrême de la zone dangereuse et qu'on n'y reconnaisse aucun arbre frappé, car même là encore l'acheteur court des risques.

Quels sont ces risques? Ce sont ceux d'être trompés sur la qualité de la marchandise, ceux de ne pas retirer des arbres les différentes catégories de marchandises pour lesquelles ils les achèteraient, les produits de différentes natures qu'ils espéraient; ceux pour les industriels d'avoir leurs scies ou leurs machines spéciales fortement endommagées, indépendamment des accidents qui peuvent en résulter: la scie à ruban, par exemple, ne résiste pas et se brise en rencontrant une balle, risquant de blesser l'ouvrier; la scie circulaire, comme nous l'avons expérimenté nous-même, est très abîmée, les couteaux dans les manufactures de boissellerie sont très endommagés, etc.

Pour toutes ces raisons, la dépréciation de la valeur de la coupe est grande et peut devenir très considérable, surtout si en même temps la quantité de matériel sur pied a diminué déjà et est moindre que dans les autres coupes.

Baisse du revenu principal de la forêt. — Cette dépréciation a donc pour conséquence directe la diminution du rendement en argent de la coupe et la baisse du revenu principal de la forêt pour son propriétaire.

Baisse du revenu accessoire. — *Lots de chasse.* — L'exécution des tirs est aussi une cause de dépréciation des revenus accessoires des forêts situées dans les zones dangereuses dont le principal est celui de la chasse. En effet, le gibier est dérangé par les tirs; il fuit devant les balles qui arrivent constamment dans la forêt et la déserte.

Le chasseur ne peut profiter entièrement de sa chasse; il est obligé de s'incliner devant l'autorité militaire et est dans l'impossibilité de pouvoir toujours chasser aux jours qui lui conviennent. Il en est empêché les jours de tir, ce qui peut le gêner parfois énormément.

Il en résulte donc forcément une diminution du prix de location de ces chasses et par suite du revenu accessoire.

L'établissement dans l'intérieur des forêts ou dans leur voisinage immédiat, de champs de tir, est donc une cause secondaire de la baisse du revenu des forêts.

Cette diminution de revenu affecte péniblement tous les propriétaires de bois: l'État, les communes, les établissements publics et les particuliers.

En 1897, la moins-value annuelle du revenu forestier déterminée par les champs de tir et de manœuvre était évaluée pour l'État à 150 000 fr. environ. Ce chiffre, aujourd'hui, doit être certainement bien supérieur et il doit être très élevé pour les forêts communales.

Cette cause de diminution ne peut que s'aggraver avec la durée des tirs et la portée de plus en plus grande de ces tirs.

CHAPITRE IV

INDEMNITÉS QU'EXIGENT CES DÉGÂTS ET LEURS CONSÉQUENCES

Les dégâts causés aux arbres par les balles, la dépréciation de la valeur des coupes et du revenu forestier, la diminution de la richesse forestière et l'impossibilité de maintenir dans certains cas le mode de traitement sont autant de causes qui nécessitent et exigent d'une façon impérieuse, dans tous les cas, le versement aux propriétaires ainsi lésés dans leurs intérêts d'une indemnité équivalente à la perte subie.

Malgré cette évidence, l'indemnité est, à cause de la législation existante, souvent refusée à tort et très injustement par l'autorité militaire.

Chaque année, les dégâts causés par l'exécution des tirs donnent lieu à des réclamations de la part des nombreux propriétaires intéressés. L'indemnité allouée, si elle est accordée par le ministère de la guerre, est le plus souvent très minime pour les dommages causés par les tirs aux forêts soumises au régime forestier en particulier, et non en rapport avec les dégâts commis. Dans bien des cas elle est refusée.

Mais si quelquefois les communes ou autres propriétaires forestiers peuvent obtenir une indemnité, il n'en est pas de même de l'État pour ses forêts domaniales, et jusqu'à présent, à notre connaissance du moins, le département de la guerre ne rembourse pas comme il le devrait au budget des recettes des forêts, au ministère de l'agriculture, cette moins-value annuelle de revenu résultant de l'exécution des tirs.

Comment calculer cette indemnité? C'est aujourd'hui encore chose impossible.

Cette indemnité doit se composer de deux parties principales : 1° une indemnité pour le dommage général causé à l'ensemble du jeune peuplement ; 2° une indemnité évaluée par arbre pour les arbres constituant la réserve ou la futaie ; et enfin, dans certains cas, elle comprendra en outre une troisième indemnité partielle, pour les conséquences économiques qui peuvent en résulter pour la forêt.

La dépréciation commerciale d'un arbre dépend du nombre des blessures qu'il a reçues, de leurs effets et de leur âge. Pour chaque peuplement exposé aux balles, indépendamment du nombre des arbres atteints et des dégâts qui leur sont causés, cette indemnité doit varier suivant la nature de ce peuplement, l'utilisation spéciale pour laquelle on l'éleve peut-être (perches à houblon, étais de mine), suivant le débouché des produits de la forêt et leur utilisation plus ou moins facile, et enfin suivant l'état du marché.

Il doit donc entrer en ligne de compte dans ce calcul la valeur de consommation des arbres à l'époque où on les considère, leur valeur de convenance s'ils en ont une, et leur valeur d'avenir, c'est-à-dire la valeur qu'ils auraient à l'époque où on devrait normalement les exploiter, escomptée à l'époque où on se trouve.

L'indemnité exige donc pour son estimation des connaissances spéciales, nécessitant l'intervention de personnes compétentes en la matière, et certaines bases indispensables qu'il serait nécessaire d'établir, sur le dégât et l'altération qu'une seule blessure peut causer à un arbre. Il serait donc bon pour cela de prendre dans toutes les parties de peuplements exposées aux balles et livrées à l'exploitation une même année, plusieurs arbres atteints de chaque essence, de les étudier et d'établir pour chaque série, par un tableau analogue à celui que nous présentons ici, une longueur moyenne d'altération pour une blessure :

TABLEAU.

On pourrait ainsi, avec ces renseignements, établir certaines conventions et admettre certaines règles qui permettraient d'évaluer, pour chaque arbre, la dépréciation de son volume et de sa valeur d'après le nombre de ses cicatrices apparentes, et de calculer ainsi l'indemnité. Cette indemnité ainsi calculée serait certainement encore inférieure à sa vraie valeur, beaucoup de blessures restant invisibles.

Mais jusqu'à présent, la loi ne permet pas de se livrer à ce calcul.

Cet état de choses, ces indemnités refusées tiennent en effet à l'état de la législation actuelle en cette matière qui ne rend pas possible cette évaluation du dommage, et dont la revision et la modification s'imposent comme nous allons le voir.

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE DE LA LÉGISLATION ACTUELLE RELATIVE AUX EXERCICES
DE TIR ET AU RÈGLEMENT DES INDEMNITÉS*I. — Lois et décrets en vigueur ; leur application.*

La législation actuelle ne comporte au sujet de l'indemnité et de son règlement, aucune distinction ni restriction pour les forêts ; elle s'applique aux propriétés en général des particuliers et des communes. Elle résulte principalement de la loi du 17 avril 1901 modifiant celle du 24 juillet 1873 et du 3 juillet 1877 et de différents décrets s'y rattachant, antérieurs ou postérieurs à cette loi et que nous allons étudier également en les passant en revue.

La loi du 17 avril 1901, applicable à l'Algérie, par décret du 14 mars 1902, comprend trois parties principales, dont les deux premières seules nous intéressent ici :

1° Elle consacre, pour l'autorité militaire, le droit d'occuper ou d'interdire temporairement, moyennant indemnités, les propriétés privées pour l'exécution des exercices de tir ;

2° Elle modifie la procédure jusque-là suivie pour le règlement des indemnités, en cas de dommages causés aux propriétés à l'occasion des exercices de tir et prescrit que ce règlement aura lieu désormais d'après des règles analogues à celles suivies dans les manœuvres, et dans des conditions à déterminer par un règlement d'administration publique.

LOI DU 17 AVRIL 1901

relative à l'exécution des exercices de tir par les troupes de toutes armes (*modifiant l'art. 28 de la loi du 24 juillet 1873 et l'art. 54 de la loi du 3 juillet 1877*).

Art. 28. — Pour l'exécution des exercices de tir, l'autorité militaire a le droit soit d'occuper momentanément les propriétés privées,

soit d'en interdire l'accès pendant les tirs, à l'exception toutefois des habitations et des bâtiments, cours et jardins y attenant.

La loi sur les réquisitions militaires fixe les conditions dans lesquelles il est alloué des indemnités pour les dommages résultant de l'exécution des manœuvres ou des tirs, ainsi que le mode d'évaluation et de payement de ces indemnités.

TITRE IX

DISPOSITIONS SPÉCIALES AUX GRANDES MANŒUVRES

Art. 54. — Des indemnités seront allouées en cas de dégâts matériels causés aux propriétés des particuliers ou des communes par le passage ou le stationnement des troupes, dans les marches, manœuvres et opérations d'ensemble prévues par l'article 28 de la loi du 24 juillet 1873.

Ces indemnités doivent, à peine de déchéance, être réclamées par les ayants droit, à la mairie de la commune, dans les trois jours qui suivent le passage ou le départ des troupes.

Une commission attachée à chaque corps d'armée ou fraction de corps d'armée opérant isolément procède à l'évaluation des dommages; si cette évaluation est acceptée, le montant de la somme fixée est payé sur-le-champ.

En cas de désaccord, la contestation est introduite et jugée comme il est dit à l'article 26.

Un règlement d'administration publique déterminera la composition et le mode de fonctionnement de la commission.

TITRE X

DISPOSITIONS SPÉCIALES AUX EXERCICES DE TIR

Art. 54 bis. — Des indemnités seront allouées en cas de dommages causés soit par des dégâts matériels, soit par privation de jouissance, aux propriétés privées occupées par les troupes ou interdites aux habitants à l'occasion des exercices de tir prévus par l'article 28 de la loi du 24 juillet 1873. L'évaluation et le mode de payement de ces indemnités auront lieu conformément aux règles posées dans les deuxième, troisième et quatrième paragraphes de l'article 54 précédent et dans les conditions qui seront déterminées par un règlement d'administration publique.

Quiconque séjournera ou pénétrera dans les terrains interdits par les consignes des champs de tir ou y laissera séjourner ou fera pénétrer des bestiaux ou bêtes de trait, de charge ou de monture, sera passible des peines prévues par l'article 471, n° 15, du Code pénal et pourra, en outre, être déchu de tout droit à indemnité en cas d'accident.

DÉCRET DU 29 DÉCEMBRE 1901

modifiant le décret du 2 août 1877 relatif aux réquisitions militaires et le complétant par des dispositions spéciales aux exercices de tir.

.....

TITRE X

DISPOSITIONS SPÉCIALES AUX EXERCICES DE TIR

Art. 114. — Les indemnités qui peuvent être dues, en vertu du paragraphe 1^{er} de l'article 54 *bis* de la loi du 3 juillet 1877, modifiée par la loi du 17 avril 1901, en cas de dommages causés, soit par des dégâts matériels, soit par privation de jouissance aux propriétés privées occupées par les troupes ou interdites aux habitants à l'occasion des exercices de tir effectués dans les champs de tir permanents ou temporaires sont réglées par des commissions composées et nommées conformément à l'article 108 du titre IX.

Pour chaque champ de tir, il est constitué une commission permanente dont le membre civil est désigné pour un an.

.....

La commission reconnaît, dès sa constitution, les terrains compris dans les zones fixées par l'autorité militaire comme devant être interdites aux habitants pendant l'exécution des différents tirs et se rend compte de leur valeur, de la nature des cultures et de leur production moyenne.

Elle peut aussi, avant chaque série d'exercices, reconnaître l'état de ces terrains.

Les demandes d'indemnités doivent, à peine de déchéance, être déposées à la mairie de la commune dans les trois jours qui suivent, soit chaque exercice de tir isolé, soit la fin de chaque série d'exercices de tir, selon l'avis donné par l'autorité militaire aux maires des communes.

Les maires préviennent les intéressés et transmettent à la commission un état individuel mentionnant la date de la réclamation, la nature du dommage et la somme réclamée.

La commission se transporte alors successivement sur les terrains des réclamants, en prévenant à l'avance les maires du moment de son passage, et procède conformément aux articles 110, 111, 112 et 113 du titre IX.

En cas de refus de l'indemnité offerte par l'Administration militaire, la contestation est introduite et jugée comme il est dit aux paragraphes 4 et suivants de l'article 26 de la loi du 3 juillet 1877.

Art. 115. — Les indemnités qui peuvent être dues à l'occasion de

l'organisation des champs de tir de circonstance sont réglées conformément à l'article 114 précédent. Toutefois, il est constitué pour chaque champ de tir organisé une commission comprenant :

Un fonctionnaire de l'intendance, *président*, désigné par le général commandant la région ;

Un officier de la troupe exécutant les tirs, désigné par le commandant de cette troupe ;

Un membre civil désigné, soit par le maire, s'il n'y a qu'une commune intéressée, soit par le préfet, s'il y en a plusieurs.

Les indemnités acceptées séance tenante sont réglées, soit par l'officier faisant partie de la commission, muni à cet effet d'une avance de fonds, soit par un officier d'administration désigné par le général commandant la région pour accompagner la commission.

Articles auxquels ces dispositions renvoient :

Loi du 24 juillet 1873. — *Art. 26.* — En cas de non-conciliation, le juge de paix peut prononcer immédiatement ou ajourner les parties pour être jugées dans le plus bref délai.

Il statue en dernier ressort jusqu'à une valeur de deux cents francs (200 fr.) inclusivement, et en premier ressort jusqu'à quinze cents francs (1500 fr.) inclusivement. Au-dessus de ce chiffre, l'affaire sera portée devant le tribunal de première instance.

Dans tous les cas, le jugement sera rendu comme en matière sommaire.

Décret du 2 août 1877. — *Art. 110.* — La commission, après avoir entendu les observations des maires et des réclamants, fixe le chiffre des indemnités à allouer et en dresse l'état.

Si les intéressés présents acceptent cette fixation, ils reçoivent immédiatement le montant de l'indemnité sur leur émargement.

A cet effet, la commission est accompagnée d'un adjoint du génie ou d'un officier comptable d'un des services administratifs, muni d'une avance de fonds.

Art. 111. — Si l'allocation n'est pas acceptée séance tenante, la commission insère dans son procès-verbal les renseignements nécessaires pour apprécier la nature et l'étendue du dommage.

Un extrait du procès-verbal est, en cas de contestation, remis au juge de paix ou au tribunal chargé de statuer sur les réclamations.

Art. 112. — L'état des indemnités qui n'ont pas été acceptées séance tenante est remis au maire de la commune qui, par une notification administrative, met immédiatement les propriétaires en demeure de les accepter ou de les refuser dans un délai de quinze jours.

Les refus, déposés par écrit et motivés, sont annexés au procès-verbal.

Art. 113. — A l'expiration du délai de quinze jours, le maire consigne sur l'état qui lui a été remis par la commission les réponses qu'il a reçues et les transmet ensuite au fonctionnaire de l'intendance mili-

taire, président de la commission, qui assure le paiement des indemnités qui n'ont pas été refusées.

Enfin, un décret du 28 octobre 1896 a institué d'une façon permanente, auprès du département de l'agriculture, une commission ayant pour mission d'émettre un avis sur toutes les questions intéressant les champs de tir situés dans les forêts domaniales, communales et d'établissements publics ou à proximité de ces forêts. Cette commission est en particulier saisie de toutes les affaires intéressant le règlement des indemnités dues par le ministère de la guerre pour les dommages causés par les tirs aux forêts soumises au régime forestier quand l'entente ne s'est pas faite entre les services intéressés.

Cette commission est présidée par un conseiller d'État.

Elle comprend :

Deux représentants du ministère de la guerre ;

Un représentant du ministère des finances ;

Deux agents supérieurs des forêts.

Tels sont les textes qui permettent à un propriétaire de réclamer une indemnité pour les dommages causés par les exercices de tir.

On voit que la loi ne fait aucune distinction de propriétés suivant leurs natures ; elle les considère toutes de la même façon et leur applique à toutes, en cas d'indemnité, la même procédure pour l'évaluation du dommage causé et le règlement de cette indemnité, qu'il s'agisse d'une terre cultivée ou d'une forêt.

Et cependant la forêt ne peut être considérée comme une propriété quelconque, un champ par exemple, et traitée comme tel !

En agriculture, les produits se perçoivent à peu près annuellement sur les terres mises en valeur, leur récolte s'impose à échéance fixe, leur valeur est invariable et simplement subordonnée aux fluctuations commerciales ; les dommages qui leur sont causés sont immédiats, non susceptibles de s'accroître d'eux-mêmes, visibles pour tout le monde et exactement appréciables de suite.

Tandis que dans une forêt, les produits se perçoivent périodiquement sur le même point, les bois peuvent être coupés à n'importe quel âge, leur valeur est variable et augmente avec le temps, enfin les dommages causés, en tant qu'immédiats, ne sont pas la plupart du temps immédiatement visibles et, presque toujours, ils sont inappréciables de suite. Il faut dans bien des cas un certain temps, souvent plus d'un an, pour qu'apparaisse sur le fût d'un arbre, sous forme de cicatrice, l'indice extérieur du dommage

causé, et, lorsque cet indice est visible, il ne décèle que très peu le dégât considérable qui existe caché, qui augmente avec le temps et n'est mis en évidence que longtemps après, par le dépérissement prononcé et la mort de l'arbre.

Quant au dommage causé dans la cime d'un arbre, il reste invisible et inconnu la plupart du temps.

La forêt a donc par elle-même et par la nature des dégâts qui l'éprouvent, un caractère tout à fait spécial, particulier, qui lui est propre, et la fait différer de toutes les autres natures de propriétés qui elles, au contraire, se ressemblent toutes, ont toutes un caractère commun et subissent un dommage que la première personne venue voit et peut apprécier séance tenante.

La forêt ne peut donc et ne doit pas être assimilée aux autres propriétés et confondue avec celles-ci dans un même ensemble, comme cela a lieu avec la loi de 1901.

Application de la loi.

Voyons ce qu'il est possible de faire avec la loi telle qu'elle existe et supposons pour plus de simplicité qu'il s'agisse d'une forêt communale. Les parties en cause seront uniquement, d'une part la commune, représentée par le maire qui agit en son nom, et d'autre part l'autorité militaire.

L'article 28 confère à l'autorité militaire, pour l'exécution des tirs, le droit d'occuper momentanément les propriétés privées ; c'est en vertu de cet article que, comme nous l'avons vu dans un chapitre précédent, l'autorité militaire, pour un tir de circonstance, prend une forêt communale comme butte de tir, forêt pour laquelle jusqu'à présent la commune n'a pas demandé d'indemnités, ne soupçonnant pas le dégât qui existe et la perte qui en résultera pour elle dans quelques années.

L'indemnité peut être allouée en vertu de l'article 54 *bis*, mais par quelle procédure ?

Il faut qu'elle soit réclamée dans un délai de 3 jours, soit après l'exécution des exercices de tir isolés, soit à la fin des séries de tir.

Comment, pour la commune, reconnaître en 3 jours la forêt, les arbres atteints et le dommage qui ne se voit qu'à peine ! C'est impossible. Dans certains cas, la commune pourra être certaine que sa forêt est atteinte et faire sa réclamation ; mais la plupart

du temps, elle n'en saura rien, elle s'en apercevra peut-être dans la suite, mais il sera trop tard. En outre beaucoup de communes ignorent encore aujourd'hui complètement l'existence des dégâts produits par les balles sur les arbres et la perte future considérable qu'elles feront. Ce délai ne convient donc pas.

Admettons que ce délai de 3 jours ait été suffisant à une commune pour formuler sa réclamation qui doit porter le chiffre de l'indemnité réclamée.

Quel sera ce chiffre, par qui est-il fixé et sur quoi est-il basé ?

Sur rien du tout, probablement. Ce sera un chiffre quelconque, pris au hasard par le maire ou le conseil municipal, et qui ne sera basé sur aucune connaissance technique, scientifique ou pratique même, à moins qu'une exploitation de peuplement atteint par des projectiles ait déjà eu lieu précédemment.

Le chiffre étant fixé, le maire transmet l'état de réclamation avec la nature du dommage et le montant de la somme réclamée à la commission de règlement des indemnités.

Cette commission se compose (art. 108 du décret du 2 août 1877), pour chaque corps d'armée, d'un fonctionnaire de l'intendance, président, d'un officier du génie, d'un officier de gendarmerie et d'un membre civil désigné par le préfet. Pour les tirs de circonstance (art. 115) sa composition est un peu différente : il est constitué pour chaque champ de tir organisé une commission comprenant : un fonctionnaire de l'intendance, président, désigné par le général commandant la région, un officier de la troupe exécutant les tirs, désigné par le commandant de cette troupe ; un membre civil désigné par le maire, s'il n'y a qu'une commune intéressée, soit par le préfet s'il y en a plusieurs.

C'est cette commission de règlement qui est chargée de reconnaître sur le terrain le dommage causé et de fixer l'indemnité. Mais pour cela, il faut une certaine compétence.

Or, lorsqu'il s'agit d'une forêt, quels sont les membres de cette commission qui sont compétents en la matière ?

Nous préférons ne pas le dire et laisser seul juge le lecteur de ce mémoire, le membre civil pouvant être n'importe qui.

La commission, saisie de la réclamation de la commune, se transporte alors dans la forêt pour estimer un dommage qui n'apparaît pas encore, qui est surtout futur ainsi que ses conséquences, et qu'elle ne soupçonne pas. Qu'arrive-t-il ?

La commission trouve quelques brins de taillis abîmés ou coupés deci, delà, quelques arbres éraflés ou ayant la peau un peu enlevée et c'est tout. Elle ne tient pas compte des petits trous faits aux arbres par les balles, car l'arbre est resté intact et, pour elle, ce n'est pas là un dégât qui porte à indemnité. L'autorité militaire, en effet, ne considère en somme que le dégât apparent et ne voit un dégât réel pour un arbre que lorsque sa vitalité est franchement compromise, qu'il est fendu ou brisé, ne se doutant pas que le vrai dégât, qu'elle ignore du reste, ne survient qu'après.

Ne voyant presque pas de dégâts, sinon pas du tout, la commission conclut à une indemnité minime, qui sera généralement bien inférieure à celle réclamée, ou à un refus catégorique d'indemnité.

Si la commission fixe une indemnité et que la commune l'accepte, celle-ci la touche immédiatement; mais si l'allocation n'est pas acceptée séance tenante (art. 111), ou si, l'indemnité étant refusée totalement à la commune, celle-ci maintient sa réclamation et s'oppose à ce refus, la commission insère dans son procès-verbal les renseignements nécessaires pour apprécier la nature et l'étendue du dommage, renseignements qui, dans le cas particulier, sont bien difficiles à donner et ne peuvent être que bien incomplets et inexacts!

En cas de non-conciliation, le juge de paix jusqu'à 200 fr. en dernier ressort ou 1 500 fr. inclusivement en premier ressort (art. 26) et le tribunal de première instance au-dessus de 1 500 fr., statuent définitivement d'après ce procès-verbal et ces renseignements inexacts, juridictions de même compétence que la commission.

Telle est donc la procédure employée en général et appliquée à tort en cette matière de forêt tout à fait particulière.

Il n'y a, par conséquent, rien d'étonnant d'après elle à ce que les communes, en particulier, et les propriétaires de forêts, en général, se voient refuser l'indemnité à laquelle ils ont droit d'une façon absolue.

Il n'est pas non plus étonnant, d'après les renseignements que peuvent contenir les rapports fournis par la commission, que l'autorité militaire prétende que les propriétaires ou adjudicataires de bois prennent souvent prétexte de quelques arbres frappés par des balles, pour réclamer des indemnités qui, suivant elle, sont toujours très exagérées.

On voit donc que, lorsqu'il s'agit de forêts soumises au régime forestier, la seule autorité compétente, l'autorité forestière, est totalement mise hors de cause par la loi, il n'en est pas question, bien que ce soit elle qui soit chargée de la gestion économique et financière de ces forêts !

Ce n'est qu'en cas de contestation qu'elle peut par hasard être appelée à donner subsidiairement son avis.

Il y a donc là une dérogation absolue aux lois et règlements de la législation forestière, dérogation regrettable qu'il importe, croyons-nous, de ne pas laisser subsister plus longtemps. La forêt, en cette matière, réclame, comme en toute autre, une législation spéciale, et il est évident que c'est à l'Administration forestière et non à l'autorité militaire que doit incomber le soin de reconnaître et d'estimer le dommage et les dégâts produits dans les forêts soumises au régime forestier.

Une revision de la loi de 1901 est donc nécessaire et une adjonction relative aux forêts s'impose.

II. — *Modification à apporter à la législation actuelle.*

En premier lieu, l'article 28 déjà modifié doit être révisé. L'Administration des eaux et forêts, en effet, ne peut admettre qu'une forêt soit prise directement et officiellement comme butte de tir ; c'est un genre d'occupation de terrain qui ne devait certainement pas être prévu dans l'esprit du législateur de la loi de 1901.

En second lieu, les forêts devraient être séparées nettement des autres propriétés et non comprises avec elles, et une procédure spéciale devrait leur être affectée pour le règlement des indemnités qui est avant tout une affaire purement forestière.

A l'Administration des eaux et forêts seule devrait donc incomber le soin d'évaluer les dégâts produits, les dommages qui en résulteront et leurs conséquences, et d'en faire l'estimation. Elle aurait à traiter cette affaire de la même manière que toutes les autres questions forestières et elle la soumettrait, après décision prise, à l'autorité militaire qui n'aurait plus qu'à s'exécuter.

Les agents forestiers, chefs de cantonnement, devraient en outre toujours être informés par l'autorité militaire des époques et des jours de tir, lorsque des forêts de leur cantonnement se

trouvent dans la zone dangereuse des champs de tir, ce qui jusqu'à présent n'a pas lieu.

La nature même du dommage ne permet pas qu'un délai court de réclamation soit fixé. Il ne convient pas non plus que la réclamation soit faite annuellement, car, si l'on fait une année la reconnaissance des arbres atteints et des dégâts, et que l'on propose une indemnité, il sera bien difficile l'année suivante d'apprécier, dans une nouvelle reconnaissance, les nouveaux dégâts ; cela entraînerait à bien des complications. L'indemnité doit donc avoir un caractère périodique, mais cette période ne doit pas être trop longue.

Pour chaque coupe ou parcelle située dans une zone dangereuse, l'Administration forestière pourrait se saisir de l'affaire soit sur réclamation, soit d'elle-même, directement, pour les forêts domaniales, deux ans avant le passage d'une exploitation totale ou partielle sur cette coupe ou parcelle, à la condition toutefois que le nombre d'années entre deux passages consécutifs d'exploitation ne soit pas trop grand, la période d'une révolution par exemple, pour le taillis simple, et au plus pour le taillis sous futaie, d'une éclaircie pour la forêt traitée en futaie. La réclamation serait produite dans le courant de la troisième année avant l'exploitation, par une délibération du conseil municipal pour les communes.

Le propriétaire de la forêt, s'il ne voulait pas attendre ce passage d'une exploitation, aurait toutefois le droit de réclamer, dans l'intervalle, l'évaluation du dommage causé aux arbres de futaie et le règlement de l'indemnité ; mais, dans ce cas, il lui serait en même temps imposé de ce fait l'obligation d'exploiter, dans l'année qui suivrait ce règlement, les arbres de futaie qui auraient été reconnus frappés par les balles.

En cas de contestation avec l'autorité militaire, ce serait alors la commission instituée au ministère de l'agriculture par le décret du 28 octobre 1896 qui serait appelée à statuer définitivement.

Les particuliers pourraient, pour leurs forêts, profiter de ces mêmes dispositions, mais l'évaluation du dommage et la fixation d'une indemnité seraient faits par expertise sous le contrôle de l'Administration forestière.

Enfin, pour la chasse, l'indemnité résultant de la dépréciation des lots serait également exigée de l'autorité militaire par l'Admi-

nistration des eaux et forêts, qui se saisirait de l'affaire avant ou après chaque adjudication, soit sur réclamation de la part des communes ou établissements publics, soit directement pour les chasses en forêts de l'État.

Telle est, croyons-nous, dans ses grandes lignes, la modification qui s'impose à la législation actuelle. Lorsque cette modification aura été faite, tous les propriétaires forestiers pourront alors toucher l'indemnité à laquelle non seulement ils auront droit mais aussi celle à laquelle ils ont droit depuis longtemps déjà pour le dommage qui existe aujourd'hui dans leurs forêts.

L'État lui-même se verra enfin allouer une indemnité pour les dommages qui sont causés aux forêts domaniales et pour la dépréciation du prix des lots de chasse, et l'autorité militaire sera enfin contrainte à rembourser au budget des recettes des forêts, par voie de virement de compte, le montant de ces indemnités.

Tandis que jusqu'à aujourd'hui l'autorité militaire, contrairement aux principes les plus certains de la matière, contrairement aux prescriptions du décret sur la comptabilité publique, contrairement aux engagements pris, se refuse au remboursement de la moins-value annuelle du revenu forestier résultant de la dépréciation du prix des coupes et des lots de chasse dans les zones dangereuses, et l'Administration des eaux et forêts n'a aucun moyen de l'y contraindre.

La perte que fait ainsi le budget des forêts figurera alors sous forme de dépense au budget de la guerre, conformément au décret sur la comptabilité publique, tandis que, dans la situation actuelle, elle ne figure nulle part. Elle constitue une augmentation extra-budgétaire des crédits de la guerre au détriment des recettes de l'Administration des eaux et forêts.

Enfin, à partir du jour où l'autorité militaire sera ainsi contrainte à allouer aux ayants droit des indemnités calculées suivant certaines règles d'une façon rationnelle, les dégâts commis en forêt, et qui s'aggravent de jour en jour depuis des années, auront des chances de ne plus augmenter si rapidement et peut-être même de diminuer par suite des précautions que le département de la guerre sera amené à prendre pour réduire ses remboursements, tandis que jusqu'à présent il n'en prend aucune.

QUATRIÈME PARTIE

INSUFFISANCE DE PROTECTION DES FORÊTS DANS LES ZONES
DANGEREUSES

L'insuffisance de protection des forêts contre les balles dans les zones dangereuses des champs de tir est suffisamment mise en évidence par toute l'étude qui précède. Elle résulte, comme nous l'avons vu :

1° De la loi et des règlements sur les exercices de tir et les champs de tir ;

2° Du manque absolu de précautions émanant de l'autorité militaire qui, non contrainte à reconnaître le dommage qui existe et à allouer des indemnités, se soucie peu d'envoyer des balles en forêt.

C'est ainsi que les deux champs de tir que nous avons eus à notre portée en sont un exemple frappant :

La butte de tir du premier n'a qu'une hauteur de 2 mètres au-dessus du pied des cibles, égale par conséquent à celle des cibles et inférieure de 4 mètres à la hauteur minimum prescrite de 6 mètres.

Quant à la butte du second champ de tir considéré, elle est déterminée, comme nous l'avons déjà dit, dans le régime du champ de tir par cette phrase très jolie : « *La butte de tir est constituée par le massif du bois de Châtel.* »

Nous avons vu que ce massif était la forêt communale, ainsi transformée officiellement en butte de tir !

De semblables faits, qui ont lieu dans la région considérée, peuvent et doivent aussi bien se passer ailleurs et il est du devoir de l'Administration des eaux et forêts de ne pas les tolérer dans aucun cas et de s'y opposer formellement.

Comment remédier à cette insuffisance de protection ?

1° En modifiant la loi comme nous l'avons vu et en contraignant l'autorité militaire à allouer les indemnités dont elle est redevable, ce qui l'obligera à prendre des précautions ;

2° En assurant une protection plus efficace de la forêt.

L'Instruction sur l'armement et les champs de tir prescrit une butte en terre d'une hauteur minimum de 6 mètres. Or nous avons vu que les écarts extrêmes des coups de plein fouet les plus mal tirés par les plus mauvais tireurs sont de 6^m,4 à la distance de 400 mètres et de 9^m,60 à la distance de 600 mètres.

Une butte de 6 mètres de haut est donc insuffisante pour arrêter tous les coups de plein fouet dans les tirs individuels de troupe et assurer une protection efficace des forêts dans la direction du tir. Elle est encore plus insuffisante pour arrêter tous les ricochets qui se produisent puisque, comme nous l'avons vu en parlant des ricochets, une butte de 10 mètres de haut n'arrête que la moitié des ricochets qui se produisent à plus de 100 mètres de la crête de cette butte.

Il en résulte que, lorsqu'une forêt se trouve dans la zone dangereuse d'un champ de tir, la butte de ce champ de tir devrait toujours avoir une hauteur qui ne devrait jamais être inférieure à 10 mètres et être toujours supérieure chaque fois que ce serait possible.

La modification du n° 53 de l'Instruction sur l'armement et les champs de tir est donc nécessaire et une adjonction, prescrivant pour le cas considéré une hauteur minimum de 10 mètres, s'impose.

L'Administration des eaux et forêts devrait en outre exiger que, dans tous les champs de tir avoisinant une forêt, le tir soit organisé de telle sorte que les trajectoires passent le plus loin possible du sol ou des obstacles sur lesquels les ricochets pourront se produire afin de les prévenir, d'en diminuer le nombre et d'en mettre la forêt le plus à l'abri possible.

La forêt peut aussi être atteinte non seulement en arrière de la butte de tir, mais en avant, si la butte se trouve à l'extrémité d'une longue tranchée faite en forêt.

Il est nécessaire, dans ce cas, qu'il y ait interposées, entre le tireur et la butte, sur les flancs de la tranchée, des banquettes ou crémaillères assez élevées dont le rôle sera de protéger la forêt contre les pleins fouets mal dirigés latéralement.

Enfin, dans aucun cas un massif de forêt ne devrait être pris comme butte de tir. C'est une occupation à ne pas tolérer et qui exige, comme nous l'avons vu, la révision de la loi du 17 avril 1901.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.	Pages. 39
-----------------------	--------------

PREMIÈRE PARTIE

DÉGATS CAUSÉS PAR LES BALLES AUX ARBRES DES DIFFÉRENTES ESSENCES

TITRE I

DÉGATS CAUSÉS AU CHÊNE

A. — Champ de tir et conditions dans lesquelles les arbres et les forêts peuvent être atteints.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DU CHAMP DE TIR PERMANENT PRIS POUR ÉTUDE . . .	42
---	----

CHAPITRE II

DES ARBRES FRAPPÉS PAR LES COUPS DE PLEIN FOUET MAL DIRIGÉS

I. — Recherche de la limite sur le terrain des arbres les plus exposés aux pleins fouets et hors d'atteinte de ceux-ci	44
1. Définition.	44
2. Écarts probables dus au défaut d'adresse de la moyenne des <u>lignes</u>	44
3. Écarts maxima réalisés dans le tir par les plus mauvais tireurs. . .	45
4. Écarts anormaux.	45
5. Détermination de la limite de la zone des arbres les plus atteints et hors d'atteinte des pleins fouets. Zone la plus battue . .	45
6. Variations de ces limites dans le cas général	47
II. — Différents degrés d'exposition des arbres aux coups de plein fouet mal dirigés	47
III. — Hauteur des blessures de plein fouet sur les arbres	48
IV. — Largeur de la zone battue par les pleins fouets	49
V. — Insuffisance de protection de la forêt due au défaut de hauteur et de largeur de la butte	50

CHAPITRE III

DES ARBRES FRAPPÉS PAR LES RICOCHETS

I. — Danger des ricochets pour les forêts, et difficulté d'y reconnaître tous les arbres atteints par des projectiles.	51
--	----

	Pages.
II. — Utilité de connaître la façon dont les balles ricochent	52
Définition	52
III. — Loi générale des ricochets sur le terrain	53
IV. — Application de ces principes au cas particulier envisagé	57
1. Exposition de la forêt aux ricochets	57
2. Ricochets se produisant en avant de la butte	58
3. Ricochets des pleins fouets rencontrant le sol en arrière de la butte	58
4. Insuffisance du relief de la colline pour arrêter les ricochets à son sommet	59
V. — Ricochets des balles sur les arbres	60

B. — Étude du chêne.

CHAPITRE I

BLESSURES SUR LE CHÈNE ET CICATRICES EN RÉSULTANT

I. — Chêne pris comme type	62
1. Description	62
2. Aspect extérieur	63
3. Déchaussement et direction de croissance arquée	63
II. — Différents genres de blessures	64
1. Leurs causes	64
2. Blessure de plein fouet	64
a) Blessure pénétrante	64
b) Blessure tangentielle	64
3. Blessure de ricochet	64
4. Blessure de sortie de la balle	65
III. — Cicatrices résultant de ces blessures	65
1. Préliminaires	65
2. Cicatrices des blessures de plein fouet	65
3. Cicatrices des blessures de ricochet	66
4. Cicatrices des blessures de sortie de la balle	66
IV. — Pénétration et déformation de la balle dans l'arbre	66
V. — Trajet suivi dans l'arbre par la balle	68

CHAPITRE II

DÉGATS CAUSÉS ET ALTÉRATION PRODUITE SUR LE CHÈNE

I. — Altération produite et sa cause générale	68
II. — Étude du chêne sectionné en troncs	70
1. Méthode employée	70
2. Étude de chaque tronc	70
§ 1 ^{er} . — Observations faites par la méthode du sciage	70
§ 2 ^e . — Observations faites par la méthode de la fente	72

CHAPITRE III

CONCLUSION	73
----------------------	----

TITRE II

DÉGATS CAUSÉS AUX AUTRES ESSENCES ET AU TAILLIS

CHAPITRE I

DÉGATS ET ALTÉRATIONS CHEZ LES AUTRES ESSENCES FORESTIÈRES

	Pages.
Généralités. — Champ de tir de circonstance	75
I. — Essences étudiées.	77
A. Hêtre	77
B. Charme	78
C. Érable champêtre	79
II. — Extension aux essences non étudiées des observations faites et des conclusions déduites	80

CHAPITRE II

DÉGATS CAUSÉS AU TAILLIS.	82
-----------------------------------	----

CHAPITRE III

CONCLUSION GÉNÉRALE	83
-------------------------------	----

DEUXIÈME PARTIE

CONSÉQUENCES DES DÉGATS CAUSÉS AUX ARBRES PAR LES BALLE,
ET INDEMNITÉS QUI DOIVENT LES COMPENSER

Préliminaires	84
-------------------------	----

CHAPITRE I

EFFETS DES BALLE SUR L'ÉVOLUTION DES PEUPELEMENTS SUIVANT LA NATURE
DU RÉGIME

I. — Régime du taillis simple	84
II. — Régime du taillis sous futaie	85
III. — Régime de la futaie	86
1. Futaie feuillue	86
2. Futaie résineuse	88
IV. — Conclusion	88

CHAPITRE II

CONSÉQUENCE AU POINT DE VUE DU BALIVAGE ET VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE
POUR LE TAILLIS SOUS FUTAIE DE LA DIMINUTION DE LA RICHESSE
FORESTIÈRE.

88

CHAPITRE III

DÉPRÉCIATION DE LA VALEUR DES COUPES ET BAISSÉ DU REVENU FORESTIER	93
--	----

CHAPITRE IV

	Pages.
INDEMNITÉS QU'EXIGENT CES DÉGÂTS ET LEURS CONSÉQUENCES . . .	95

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE DE LA LÉGISLATION ACTUELLE RELATIVE AUX EXERCICES DE TIR
ET AU RÈGLEMENT DES INDEMNITÉS

I. — Lois et décrets en vigueur. — Leur application	99
II. — Modification à apporter à la législation actuelle.	107

QUATRIÈME PARTIE

INSUFFISANCE DE PROTECTION DES FORÊTS DANS LES ZONES DANGEREUSES.	110
---	-----

Un insecte triasique en Lorraine, par P. FLICHE, professeur
à l'École nationale forestière.

(Ce travail est le développement d'une note parue aux C. R. Acad. Sc., le 11 mars 1901.)

C'est assez tardivement qu'on a rencontré des insectes dans le Trias; Pictet en 1854, dans son *Traité de paléontologie animale*⁽¹⁾ n'en indique point; le premier, Heer⁽²⁾ en a signalé, en Suisse, soit dans le grès bigarré, soit dans le Keuper; dans le premier, ce sont exclusivement des types peu nombreux et rares, comme quantités d'individus, d'Orthoptères, rapportés par lui à trois espèces: *Legnophora Gerardi*, *Chauliodites Picteti* et *Ch. Zinkenii*; les rares insectes du Keuper sont deux coléoptères: un buprestide (*Glaphyroptera Pterophylli*), et un curculionide (*Curculionites prodromus*). Depuis il a décrit un orthoptère du même horizon, trouvé aux Mythen⁽³⁾ auquel il a donné le nom de *Chauliodites helveticus*, représenté par une seule aile.

M. Samuel H. Scudder, qui a rédigé les *insectes*, dans le *Manuel de paléontologie*, publié par M. Zittel, rappelle⁽⁴⁾ les travaux de Heer, en ce qui concerne la faune entomologique du Trias, et il ajoute qu'environ vingt nouvelles espèces, appartenant surtout aux Blattaires, ont depuis été découvertes dans Sud Park de Colorado. Dans le tableau inséré à la page 829, il ne cite parmi les ordres actuels rencontrés jusqu'ici dans le Trias que les Orthoptères, les Nevroptères et les Coléoptères, ces derniers n'étant représentés que par des Rhynchophores, des Phytophages et des Serricornes. Dans le corps de l'ouvrage on trouve, pour les premiers, le *C. prodromus* Heer; pour les seconds, un *Chrysomeletes* trouvé par Heer dans le Lettenkohle de Rütihard, près de Bâle; enfin pour les troisièmes, le *Gl. pterophylli* Heer. Je laisse de côté ce qui a trait au Rhétien qu'en France on ne rattache généralement pas au Trias.

Depuis la publication du livre que je viens de citer, il n'est pas à ma connaissance que d'autres insectes aient été décrits dans le Trias et il n'en a certainement été rencontré aucun dans le Trias

(1) 2^e édition.

(2) *Ueber die fossilen Kakerlaken*, Zurich, 1864. *Die Umwelt der Schweiz*, Zurich, 1865; voir même ouvrage, traduction Demôle, Genève et Bâle, 1872, page 99.

(3) *Flora fossilis Helvetiæ*, Zurich, 1876, p. 77, pl. XXIIX, fig. 32 et 32 b.

(4) *Handbuch der Paleontologie*: I. Abtheilung, *Paläozoologie*; II. *Mollusca und Arthropoda*, 1881 et 1885, p. 821.

de France, notamment du nord-est de notre pays. De tout ce qui vient d'être dit, il résulte que l'empreinte d'une élytre de coléoptère que je viens de trouver, parmi des échantillons de plantes fossiles du Trias lorrain, n'est pas sans intérêt.

Les échantillons en question appartiennent à l'École supérieure des mines et ils m'ont été gracieusement communiqués par M. Zeiller, en vue de la publication d'une flore fossile du Trias en Lorraine et en Franche-Comté, dont je m'occupe actuellement. Ils proviennent de Chauffontaine près de Lunéville, où ils ont été récoltés par M. Lebrun dans des couches qui ont fait l'objet de beaucoup de discussions, quant à leur attribution à l'une des trois grandes subdivisions du Trias en Lorraine. Aujourd'hui on s'accorde généralement à y voir l'équivalent du Lettenkohle allemand et par suite à les placer à la partie tout à fait supérieure du Trias moyen. Ces couches renferment de très nombreux restes organiques, des débris végétaux et des restes d'origine animale, de poissons en particulier. Dans le travail relatif à la flore, je parlerai en détail des restes de plantes, de l'état sous lequel ils se présentent; c'est parmi eux que se trouvait l'empreinte d'élytre dont il va être question.

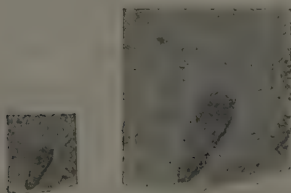
A première vue c'est à eux qu'on l'avait attribuée et l'erreur était très facile à commettre; ce n'est pas l'unique fois que semblable méprise ait été commise pour des échantillons soumis à mon étude. Au cas particulier, il m'avait semblé même qu'il s'agissait, en effet, d'une feuille ou d'une écaille végétale; mais en étudiant cette empreinte de plus près, il m'a été facile de voir qu'elle ne présentait aucune analogie avec les organes dont je viens de parler ni par sa structure, ni par sa consistance, ni par sa forme, ni par son mode d'attache au corps dont elle provenait, tandis qu'au contraire tous les caractères étaient ceux d'une élytre de coléoptère et même d'un buprestide.

Lorsque je parle d'une élytre, il s'agit en réalité de l'empreinte laissée par l'organe; celui-ci existait très probablement lorsque l'échantillon a été sorti de la roche, malheureusement il n'a point été recueilli, ou il s'est perdu, peut-être à cause de son mauvais état de conservation; l'empreinte, au contraire, est bonne. A première vue, on peut se demander si l'organe n'existe pas encore collé à la roche et transformé, en grande partie, au moins, en peroxyde de fer; mais en examinant le fossile, à un grossissement

suffisamment fort, on voit qu'on est en présence d'une empreinte sur la roche, assez fine, d'ailleurs, dont on aperçoit très bien les éléments, et qu'il n'est resté de la matière organique ou du peroxyde de fer qui l'a remplacée, en partie, que des restes insignifiants. L'empreinte est presque complète; cependant il manque une très petite portion de l'organe, vers son extrémité inférieure. On voit très bien sur l'empreinte que l'organe avait une certaine rigidité, puisqu'il s'est brisé en partie vers son tiers supérieur.

Si l'on examine l'empreinte elle-même ou seulement la figure qui est donnée ici d'après une photographie, on voit que l'élytre est allongée, se rétrécissant à mesure qu'on arrive vers son extrémité inférieure, qu'elle a le bord extérieur un peu ondulé, tous caractères qui conviennent très bien à une élytre de buprestide, que de plus l'organe était plat, non bombé, qu'il était lisse, avec quelques très légères traces, à peine visibles, de stries longitudinales; tous ces caractères sont, en ce qui concerne les élytres, ceux du genre *Glaphyroptera*, établi par Herr pour des Buprestides du Trias et du Lias. Cet auteur fait d'ailleurs remarquer, soit dans le premier travail où il parle de ces insectes (1), soit dans le « Monde primitif de la Suisse », qu'il s'agit d'un genre essentiellement provisoire, renfermant en réalité des insectes fort différents les uns des autres et destiné à être subdivisé, quand les êtres qu'il renferme seront mieux connus.

L'élytre trouvée à Chauffontaine diffère profondément, ne fût-



a b

Glaphyroptera lotharingica.

a, Grandeur naturelle.

b, Grossissement linéaire $\frac{2}{1}$.

ce que par sa forme et sa taille qui est beaucoup moins forte, de l'unique *Glaphyroptera* trouvé jusqu'ici dans le Trias comme on peut le voir en la comparant à la figure de l'espèce de Vadruz reproduite par M. Scudder (2). L'insecte diffère également de ceux du Lias de Schambelen, au moins de ceux qui ont été décrits et figurés par Heer, tout en ayant quelque analogie avec certains

(1) *Zwei geologische Vorträge, gehalten im März 1852, von Oswald Heer und A. Escher von der Linth*, p. 13.

(2) P. 796, fig. 1033.

d'entre eux : ainsi par la forme du bord extérieur de l'élytre avec le *Gl. gravilis*, quoique celui-ci l'ait moins ondulé, par la taille à peu près la même, de part et d'autre avec le *Gl. Gehreti*. Il semble bien établi que c'est une espèce nouvelle que je nommerai, pour rappeler le pays où elle a été trouvée, *Gl. lotharingica* et dont j'établis ainsi les caractères, d'après les élytres, le seul organe de cet insecte que nous connaissions jusqu'à présent. Longueur de l'élytre 9-10 millimètres, largeur maximum 3 millimètres ; légèrement rétrécie à sa partie antérieure, elle s'élargit un peu, pour diminuer ensuite progressivement, jusqu'à son extrémité inférieure qui devait être obtuse, le bord extérieur est un peu ondulé, avec une légère rainure marginale, plus ou moins nette, l'épaule présentant une saillie obtuse munie de 2 ou 3 crêtes plus ou moins marquées, avec petite dépression presque marginale ; l'autre bord était plus régulier, il n'est pas complètement droit ; même en tenant compte de l'endroit où il touchait à l'écusson, la courbure, plus forte qu'elle ne l'est en général chez les Buprestides vivants, a été certainement un peu exagérée par les conditions de la fossilisation, et notamment par la fracture que l'élytre a subie, ainsi que je l'ai fait observer plus haut. L'élytre était très peu bombée, lisse ; cependant il semble qu'elle ait présenté quelques traces de fines stries ; il est naturellement impossible sur une simple empreinte de voir si la surface de l'organe était brillante, ainsi que cela paraît avoir été le cas pour les *Glaphyroptera*.

Comme le fait observer Heer, les insectes actuels les plus voisins de ceux-ci sont sylvoles et lignivores ; on peut en tirer la conclusion très légitime qu'eux-mêmes l'étaient et qu'il vivaient dans l'intérieur des gymnospermes arborescentes, des conifères en particulier, dont on trouve les restes dans le Trias.

En résumé, l'insecte recueilli à Chauffontaine, bien qu'il soit d'espèce différente, confirme ce que Heer avait déjà observé, en Suisse, quant à la présence des Buprestides dans le Trias. Leur rareté en Lorraine, comme en Suisse, paraît montrer, sous les réserves que comporte toujours une preuve négative, qu'ils n'y étaient ni très variés ni très nombreux, loin, par conséquent, de jouer le rôle qu'on leur connaît pour la période liasienne.

Le hanneton du marronnier d'Inde
(*Melolontha Hippocastani* F.) en Russie, d'après M. SILANTIEF.

M. Silantief a publié en 1898 le résultat de ses observations sur le hanneton du marronnier d'Inde si dommageable en Russie et des expériences instituées par la commission zoologique (dont il est le chef) dans le but de déterminer les procédés les plus efficaces soit pour éloigner les vers blancs des cultures, soit pour les détruire.

Comme il s'agit de recherches faites avec beaucoup de soin, poursuivies pendant deux ans par des spécialistes compétents et concernant un insecte rare et peu étudié en France; comme, d'autre part, ce travail est absolument inconnu des entomologistes français (1), il est intéressant d'en résumer les points principaux.

Les observations ont été faites en 1895, année de grande multiplication des hannetons, dans la pineraie de Khrénowo, gouvernement de Voronej (51° de latitude) en plein tchernozem. Le taux de boisement de ce gouvernement, comme de tous ceux qui sont situés dans la zone des terres noires, est faible; il n'est que de 8 p. 100. (Le taux moyen de boisement pour la France est de 18 p. 100.) Les Russes cherchent à l'augmenter par des plantations forestières en damier destinées à briser la violence des vents, à empêcher la dispersion de la neige, à retarder son évaporation et sa fusion trop rapides et à rendre le climat plus égal et plus humide.

Des deux espèces de *Melolontha* les plus répandues en Europe, la plus abondante dans l'Ouest est le hanneton commun (*Melolontha vulgaris* F). Il est bien plus rare à l'Est et M. Silantief ne l'a pas trouvé dans les gouvernements de Saratov et de Voronej. Il est remplacé par le hanneton du marronnier d'Inde (2), qui forme parfois des invasions et cause alors, sous les deux états de larve et d'insecte parfait, des dégâts considérables.

(1) Il n'a été publié qu'en langue russe; nous en devons la traduction à l'obligeance de M. Lebedéf, élève libre à l'École nationale des eaux et forêts. E. HENRY.

(2) Il ressemble beaucoup au hanneton commun; seulement il est un peu plus petit en général; son corselet et sa tête sont rouges au lieu d'être noirs et sa pointe abdominale plus étroite est rétrécie brusquement. E. H.

En 1891, les hannetons s'étaient montrés en abondance ; il n'y en avait presque pas en 1894 ; on s'attendait à les revoir en masse en 1895 et c'est ce qui eut lieu en effet. Le cycle évolutif est donc de quatre ans, comme dans la plus grande partie de l'Allemagne, tandis qu'en France, Belgique, Suisse, il ne faut que trois ans à l'insecte pour parcourir toutes les phases de son existence.

En 1895 le vol dure du 14 avril au 17 juin ; mais la première quinzaine de mai est la période de grande abondance des insectes.

Au commencement les mâles dominent ; à la fin ce sont les femelles (ainsi qu'il ressort de nombreux comptages faits presque chaque jour).

On a compté quelquefois tous les hannetons posés sur un arbre. Le 30 mai, un chêne de 20 centimètres de diamètre en portait 1488.

Le début du vol coïncida en 1895 avec l'épanouissement des bourgeons des saules dont les feuilles fraîchement développées formèrent la première nourriture des hannetons. Quand les bourgeons des bouleaux commencèrent à s'ouvrir, les insectes s'y portèrent pour passer de là sur les chênes, leur arbre favori. On voyait les essaims voltiger le soir, de préférence autour des chênes et surtout de ceux qui étaient isolés. Fréquemment, dès la seconde moitié du mois de mai, les chênes, même ceux de 30 centimètres de diamètre, sont complètement défeuillés par les hannetons. Fin mai, les arbres dépouillés bourgeonnent à nouveau et donnent en juin de nouvelles feuilles qui sont encore rongées, mais pourtant moins, les insectes arrivant au terme de leur existence (1).

Le 7 juin on voit sous les chênes un assez grand nombre de hannetons morts. En ne s'occupant que des vivants on compte, sur 38 insectes, 18 mâles et 20 femelles, ce qui explique pourquoi dans les fouilles on ne trouve pas les femelles mortes auprès des œufs ; après la ponte elles sortent de terre et meurent au bout de quelque temps.

La copulation est surtout active dans les 20 premiers jours de

(1) On peut être certain que l'anneau ligneux formé cette année-là est très mince et mal lignifié. L'École forestière possède dans ses collections une rondelle de chêne de la Seine-Inférieure des plus démonstratives à cet égard. A partir de 1847, tous les trois ans jusqu'en 1877 (année de l'abatage) l'anneau ligneux correspondant à l'année de grande multiplication se montre remarquablement mince.

mai; la ponte la plus abondante a lieu fin mai et commencement de juin; elle dure environ un mois (1).

En 1896, le vol des hannetons présenta les mêmes caractères qu'en 1895, mais il fut moins abondant.

Ennemis. — Parmi les oiseaux les observations russes mettent en première ligne les choucas et les pies (*Corvus monedula* et les pies *Pica caudata* et *P. leucoptera*) (2). Par bandes de 200 parfois les choucas voltigeaient chaque matin autour des arbres couverts de hannetons, les jetaient à terre en secouant les branches et les ramassaient ensuite. Les fouilles mirent une fois au jour, au milieu d'une quantité de vers blancs en bon état, une larve morte et attaquée par un champignon très semblable à *Isaria densa*. Malgré l'énorme agglomération des vers blancs (25 à 30 par mètre carré) et l'humidité du sol, donc malgré des conditions favorables à la propagation du champignon, celui-ci ne se développa point (3).

Domages causés. — A l'état parfait les insectes rongent les feuilles des arbres, surtout des chênes, les épuisent en les forçant à consacrer leurs réserves à la constitution d'une nouvelle frondaison, les mettent par suite en mauvaise posture pour résister aux nombreux ennemis qui les guettent et font subir au propriétaire une perte immédiate notable en réduisant très fortement l'épaisseur et la qualité de l'anneau ligneux qui constitue la récolte annuelle du propriétaire de bois.

A l'état de larves, dites vers blancs, ils rongent les racines des jeunes plants. Sous l'action des rayons brûlants du soleil, le sol sablonneux des collines où l'on a semé de jeunes pins se dessèche parfois jusqu'à 40 centimètres; ces plants, se trouvant déjà dans des conditions très défavorables, périssent aux premières attaques des vers blancs. Les pousses de mai non encore lignifiées se dessèchent et s'incurvent, révélant ainsi la présence de l'ennemi qui

(1) M. X. Raspail a trouvé qu'en France une femelle de hanneton pondait environ 80 œufs en trois fois, chaque ponte étant espacée de 8 à 16 jours. Quant au mâle, contrairement à ce que l'on croyait, il peut se livrer à plusieurs copulations. E. H.

(2) Il est singulier qu'on ne cite ni la corneille (*Corvus cornix*) qui existe pourtant à Khrénowo et qui, à l'encontre du choucas, est un oiseau forestier, ni les rapaces nocturnes, ni les chauves-souris, deux groupes considérés ailleurs comme d'ardents destructeurs de hannetons. E. H.

(3) Ce résultat ne nous étonne pas. Nous connaissons de nombreux essais d'infection par des spores d'*Isaria*, faits avec le plus grand soin, soit dans l'Ouest de la France, soit en Meurthe-et-Moselle. Aucun n'a réussi, et ce n'est certainement pas (au moins jusqu'alors) un procédé à recommander.

émigre bientôt sur les racines des pins avoisinants. Dans la région de Voronej on ne voit pas les jeunes plants lutter longtemps, comme cela se passe dans le Nord-Ouest de la Russie (zone des grandes forêts de pins) où souvent, après l'exploitation, les jeunes pins rongés par les vers blancs souffrent quelques années et donnent de petites pousses, munies de très courtes aiguilles, puis se rétablissent, s'ils ne sont pas attaqués par les charançons.

Les arbres feuillus résistent plus longtemps. Ainsi en 1895 et 1896 les semis de chênes pâtirent beaucoup par le fait des larves des hannetons et des *Polyphylla fullo*. Cependant les feuilles ne commencèrent à brunir qu'au début de juillet; beaucoup de chênes poussèrent de nouvelles racines et de nouveaux rameaux venant remplacer ceux qui avaient séché.

Moyens préventifs ou destructifs. — On peut chercher à se garantir des dégâts de tout être nuisible soit par des moyens préventifs qui ont l'avantage d'intervenir avant tout dommage, soit par des moyens destructifs que l'on est obligé d'employer quand les autres ne sont pas de mise.

On procéda dans la pépinière de Maïdanne à l'essai méthodique des procédés vantés comme les plus efficaces soit pour éloigner, soit pour détruire les insectes. C'était un endroit très propice à ces recherches parce que les femelles y viennent d'ordinaire pondre en foule.

Ces essais furent faits avec méthode. Ils forment la partie la plus importante du travail de M. Silantief, au point de vue pratique tout au moins. Ce que les agriculteurs, jardiniers, pépiniéristes demandent avant tout à la science entomologique, c'est l'indication d'un bon procédé de destruction.

Moyens préventifs. — Trois furent essayés.

1° On employa le sable arrosé de pétrole.

1 hectolitre de sable fut arrosé avec 52 kilogr. de pétrole; on mélangea bien le tout et, après les semis et le binage, on répandit uniformément ce sable pétrolé sur les plates bandes et on recouvrit d'une couche de paille.

2° Pour expérimenter l'action de la naphthaline on entoura les plates-bandes d'une ligne ininterrompue de naphthaline placée dans une fente faite à la bêche et on disposa encore ce produit à l'intérieur des plates-bandes, soit à la surface, soit dans de petites rigoles et le tout fut recouvert de paille.

3° Enfin on recouvrit les plates-bandes, après le semis, simplement de paille sans mélange de substance odorante.

Les fouilles ont montré que les deux premiers procédés n'avaient pas plus d'efficacité que le troisième, tout en étant bien plus coûteux.

Somme toute, le meilleur moyen préventif, le plus commode et le plus sûr à employer pour empêcher la femelle du hanneton de venir pondre dans le sol de la pépinière consiste à la recouvrir d'une couche épaisse de paille et de la sarcler soigneusement (1).

Moyens destructifs. — Le plus efficace a consisté à placer dans des trous faits au plantoir à des distances déterminées de petits morceaux d'étoffe imbibée de sulfure de carbone et de pétrole (soit à mélange égal ou 2 de pétrole pour 1 de sulfure). Quelques fouilles préalables indiquent la profondeur où se tiennent les vers blancs et par conséquent celle que doivent avoir les trous qu'on rebouche fortement avec le pied. Au bout d'une semaine on peut être sûr que 75 p. 100 ou même toutes les larves, soit de vers blancs, soit de tous autres insectes, ont péri (2). La naphthaline et le lysol n'ont pas donné de bons résultats.

(1) Au lieu de paille il serait plus facile dans les pépinières forestières de répandre sur toute la surface de la pépinière, quelque temps avant la ponte, une couche de feuilles mortes prises dans la forêt voisine. Les femelles de hannetons ne vont jamais pondre sous la couverture; c'est un fait bien connu; elles respecteraient donc la pépinière dont il serait aisé d'enlever les feuilles mortes, si elles gênaient, après la disparition des hannetons. Ce procédé a été appliqué avec succès par plusieurs forestiers allemands. De tous les procédés préventifs c'est, à mon avis, le meilleur et le moins coûteux. Je ne sais pourquoi il n'a pas encore été, que je sache, essayé en France. E. H.

(2) C'est un moyen excellent, qui a fait ses preuves. En France, les horticulteurs, les pépiniéristes emploient quelquefois, pour se débarrasser des larves souterraines, des capsules de gélatine enfermant du sulfure de carbone qui, diffusant peu à peu à travers la gélatine, écarte ou tue toute la vermine. Il n'y a pas à craindre d'effet nuisible sur la végétation. Les observations ou expériences de MM. Aimé Girard, Oberlin, Perraud, Henry ont montré que le sulfure de carbone agissait au contraire comme un engrais. E. H.

Excrétion et phagocytose chez les Onychophores,

par L. BRUNTZ.

Récemment, j'ai pu me procurer deux exemplaires de *Peripatopsis Capensis*, Grube, chez lesquels j'ai recherché les organes excréteurs, en utilisant la précieuse méthode des injections physiologiques (1).

En employant le carminate d'ammoniaque comme réactif coloré sur des dissections et des coupes sérieuses, j'ai pu reconnaître chez les *Onychophores* deux sortes d'organes excréteurs. Ce sont :

- 1° Les *néphrocytes à Carminate* ;
- 2° Les *reins pédieux*, essentiellement composés d'un saccule et d'un labyrinthe.

I. NÉPHROCYTES A CARMINATE. — Lorsqu'un Péripate, injecté au carminate d'ammoniaque est ouvert par la face ventrale, si on rejette les bords de côté et qu'on enlève le tube digestif et les glandes muqueuses, on aperçoit, grâce à la transparence du septum péri-cardial, dans la région dorsale et médiane, un tissu coloré en rose par du carminate éliminé. Ce tissu s'étend dans toute la longueur du corps, reposant sur les faisceaux musculaires dorsaux.

A côté de ces cellules excrétrices, on en rencontre d'autres analogues formant une ligne le long des bords extérieurs des mêmes muscles. Si ensuite on incise longitudinalement la cloison qui sépare normalement les compartiments latéraux de l'hémocoèle de sa cavité ventrale, on aperçoit encore des plaques colorées en rose, d'abord en face de chaque patte, comme nous le verrons plus loin, puis entre deux pattes successives. Ces dernières sont encore composées de néphrocytes à carminate. Des coupes transversales montrent que ces cellules à carminate sont de grosses cellules régulières munies d'une membrane bien visible, le cytoplasme est bourré de granules jaunâtres et réfringents au milieu desquels le carminate est très finement précipité et uniformément répandu. Chaque cellule possède de 1 à 3 gros noyaux. Ces néphrocytes qu'on retrouve épars dans les pattes et suivant quel-

(1) Travail exécuté au laboratoire de zoologie de Nancy.

ques trajets musculaires sont surtout groupés autour du cœur qu'ils entourent remplissant le sinus péricardial ; les néphrocytes péricardiaux sont en tout point comparables aux cellules péricardiales des insectes.

Ces cellules dont je viens de parler étaient connues depuis longtemps. Moseley (1874) les prenait pour du tissu adipeux. Gaffron (1885) a une tendance à les considérer comme des cellules trachéennes. Sedwig (1888) les homologue à un tissu lymphatique. Mes expériences ont montré que ces cellules sont excrétrices ; elles constituent un organe clos, rein d'accumulation ou de transformation.

II. REINS PÉDIEUX. — Les organes que je distingue sous ce nom sont connus et appelés néphridies ou organes segmentaires. Ils ont été étudiés par les auteurs cités plus haut. De l'ensemble de leurs travaux, il résulte qu'une néphridie se compose :

- 1° D'un réservoir piriforme débouchant à l'extérieur ;
- 2° D'un tube enroulé qui y fait suite, débouchant :
- 3° Dans un entonnoir très bien différencié, s'ouvrant :
- 4° Dans une vésicule terminale close.

Cependant cette vésicule terminale close n'a été reconnue jusqu'alors que pendant la période du développement ; quant au tube ondulé, en raison des variations de structure histologique qu'il subit, on y a reconnu plusieurs régions sur lesquelles les auteurs ne sont pas d'accord. Mon étude m'a permis de constater histologiquement que la vésicule terminale se retrouve complète dans les formes adultes, si bien que les figures données par les traités classiques sont fausses ou incomplètes. La vésicule terminale est quelquefois peu développée et n'est constituée que par un endothélium dont les noyaux sont très visibles. Cet endothélium limite une cavité interne réduite, très souvent virtuelle par accolement des parois.

Cette vésicule terminale débouche dans le tube ondulé, que j'appelle labyrinthe, par l'intermédiaire d'une portion différenciée nommée à cause de sa forme : entonnoir. Elle n'est pas ciliée comme on l'avait écrit (Balfour). Le labyrinthe présente deux régions différenciées. Celle qui fait suite à l'entonnoir est composée d'un épithélium cubique, alors que la seconde est constituée par un épithélium dont les cellules ne présentent pas de limite

et que j'ai reconnu offrir la même structure que le labyrinthe des reins des crustacés.

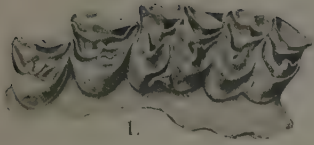
Au point de vue fonctionnel, j'ai constaté contre mon attente que c'était l'endothélium de la vésicule terminale qui éliminait le carminate d'ammoniaque. Quant au labyrinthe, il est fort probable qu'il est aussi fonctionnel et élimine le carmin d'indigo; j'ai manqué de matériaux pour vérifier ce fait.

J'ai de plus constaté que les trois premières paires de reins pédieux, correspondant aux trois premières paires de pattes, malgré leur réduction sont fonctionnels.

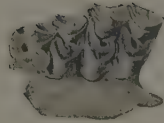
Ainsi donc, les Péripatés possèdent des reins pédieux, en tout point comparables à ceux des Crustacés. J'ai montré précédemment que les reins labiaux des Diplopodes étaient eux aussi analogues aux reins des Crustacés.

Or, je viens encore de découvrir chez les Thysanoures, formes que nous avons de bonnes raisons pour considérer comme ancestrales, des organes rénaux analogues et qui jusqu'alors avaient été considérés comme des glandes salivaires. On sait que les glandes anales, les glandes muqueuses des Péripatés, ne sont que des reins pédieux modifiés; il est donc permis de penser que les glandes salivaires, séricigènes, etc., des Insectes ne sont, elles aussi, que des organes rénaux modifiés. Seuls dans les formes anciennes les reins ont gardé leur fonction excrétrice.

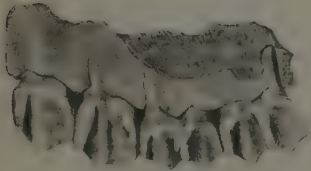
Phagocytose. — De l'encre de Chine mêlée au carminate d'ammoniaque injecté m'a permis de reconnaître, chez les Onychophores, l'absence d'organe phagocytaire. La phagocytose s'effectue par l'intermédiaire des globules sanguins qui, après avoir capturé les particules solides de l'encre, se retrouvent en grande abondance accolés autour des labyrinthes des reins pédieux.



1.



3.



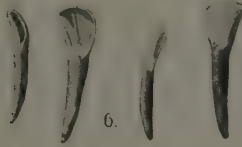
2.



4.



5.



6.



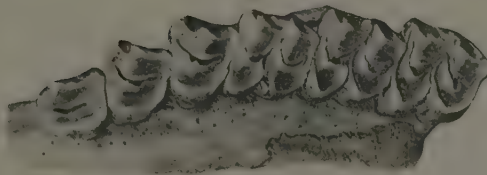
7.



8.



9.



10.



11.

FORÊT DOMANIALE

MONDO

PLAN GÉNÉRAL

Échelle de 1 à 100,000

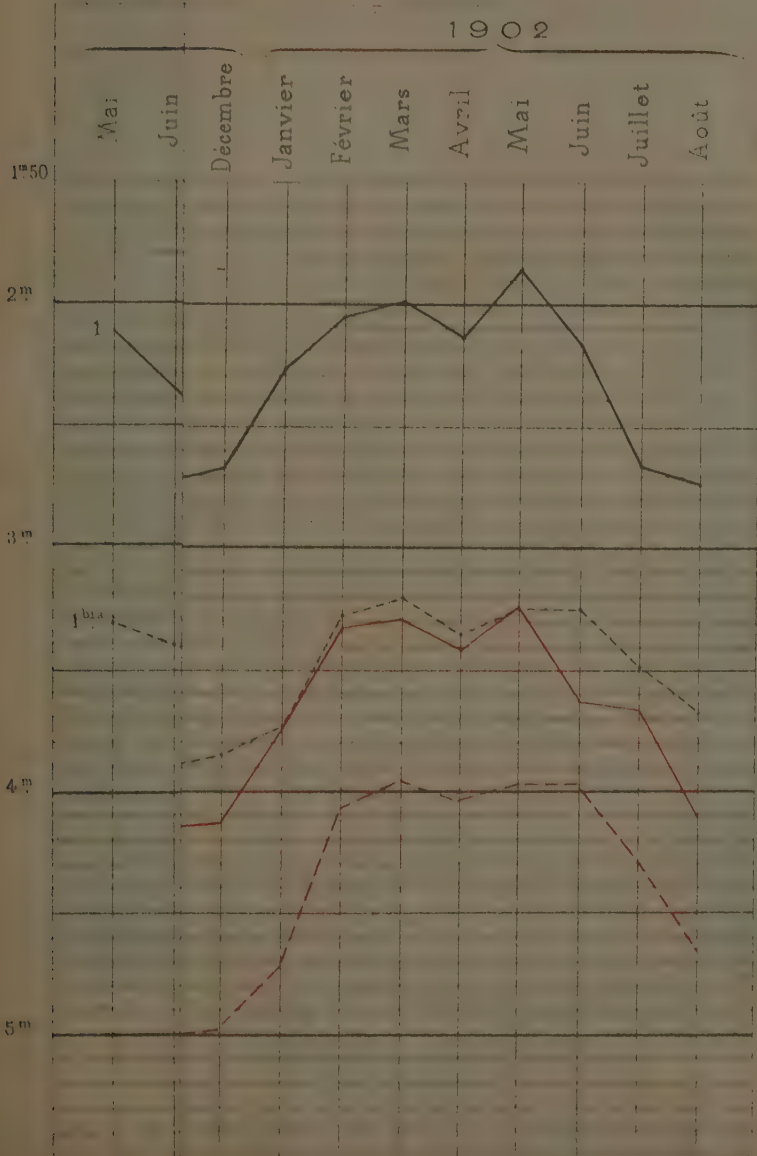


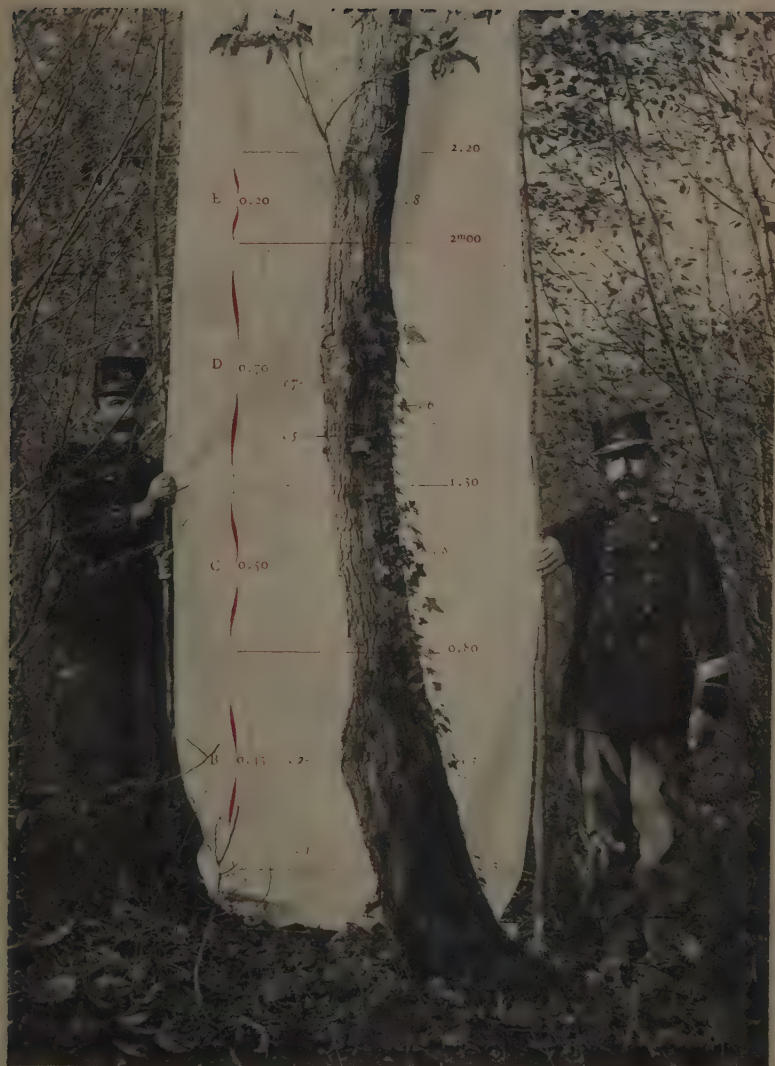
COUVAINE SOUS BOIS ET HORS BOIS

près Lunéville (Meurthe-et-Moselle)

Rendez-vous.)
du précédent

s du précédent.





Cliché J. George

Phototypie A. Bergeret et Cie, Nancy

Chêne frappé par les balles.

c. - Cicatrices des blessures. — A, B, C, D, E. troncs étudiés.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

cliché J. George

Fig. 1. - Butte du Champ de tir

Fig. 2 et 3. - Tronc B. 1. cicatrices a et c d'entrée. - a. cicatrice b et c' d de sortie des bords

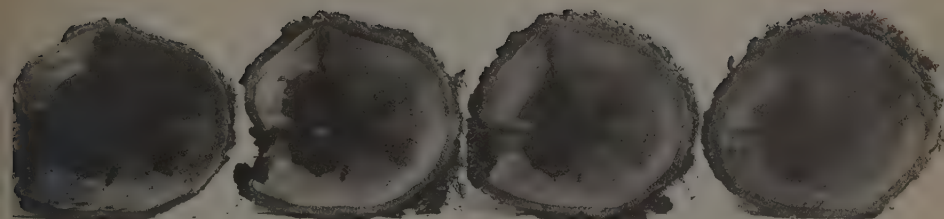


Fig. 1



Fig. 2

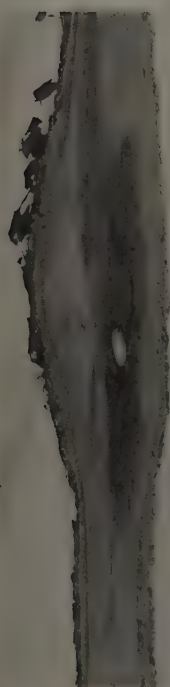


Fig. 3

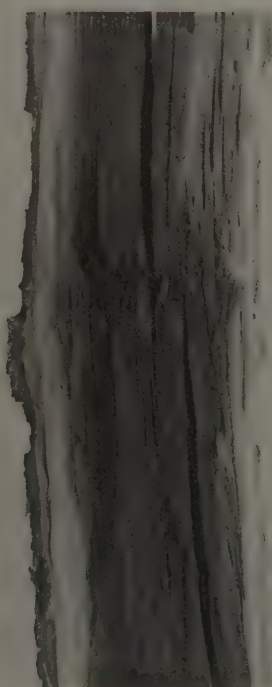


Fig. 4



Fig. 5

Chêne J. George

Fig. 1 et 2. — Tronçe A découpée. 1 - Face supérieure. 2. Face inférieure des rondelle

Fig. 3. — Dosseau n° 1 dans la tronçe D - balle sciée, blessure de un an.

Fig. 4. — Tronçe C du Chêne.

Fig. 5. — Balle ayant pénétré verticalement dans une partie de la tronçe B.

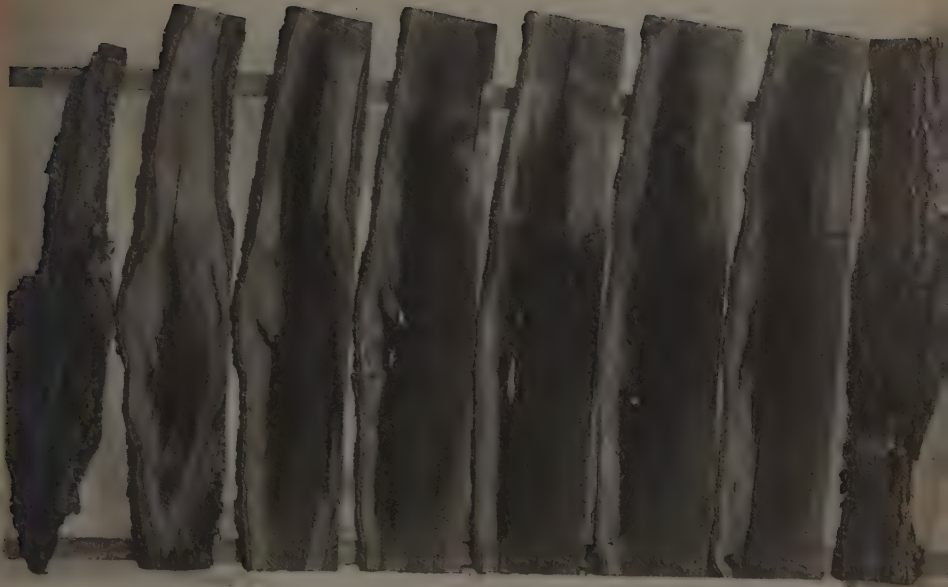


Fig. 1

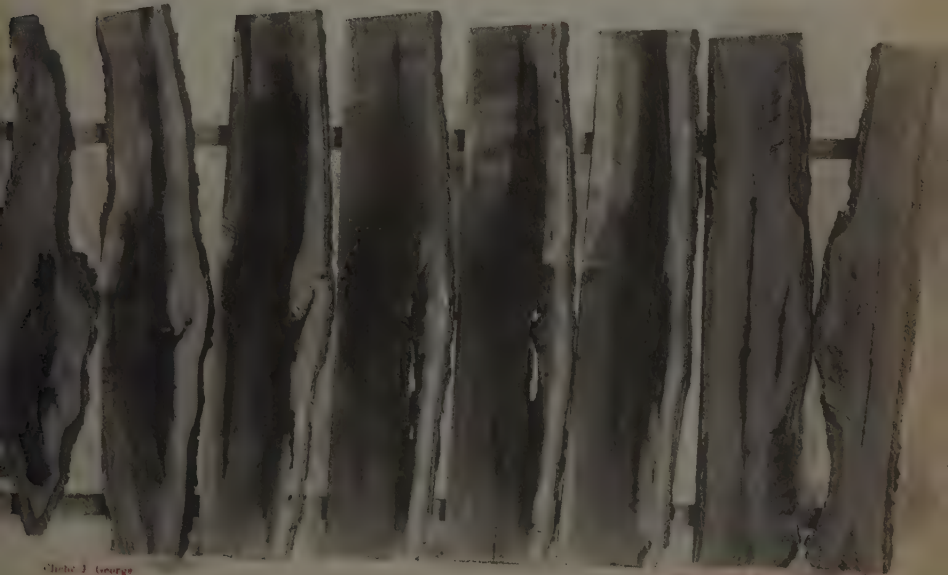


Fig. 2

Photo J. George

Photographe A. Bergeret et Ch. Naud

Tronçes D

Fig. 1. Face supérieure

Fig. 2. Face inférieure des planches



Gilché J. George

Phototypie A. Bergeret et Cie, Nancy

Chêne. Tronce B. — Profonde altération du bois.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

- Fig. 1. — Cane de Caca, destinée par les indiens
 Fig. 2. — Hêtre, traité à une blessure de 2 ans et demi.
 Fig. 3. — Intérieur de la blessure d'un Caca.

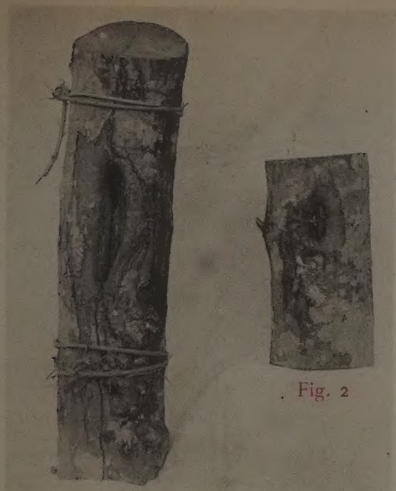


Fig. 1

Fig. 2

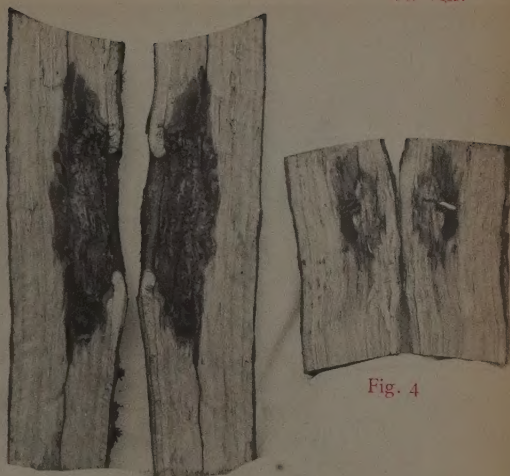


Fig. 3

Fig. 4

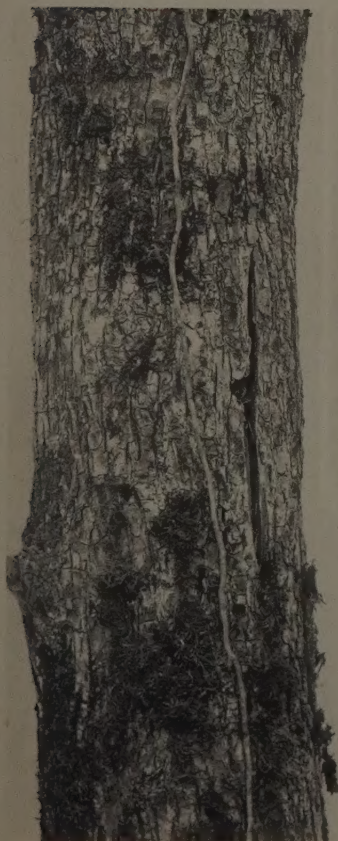


Fig. 5

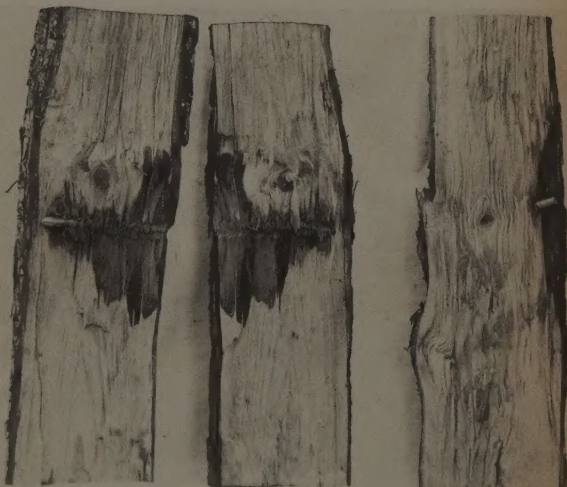
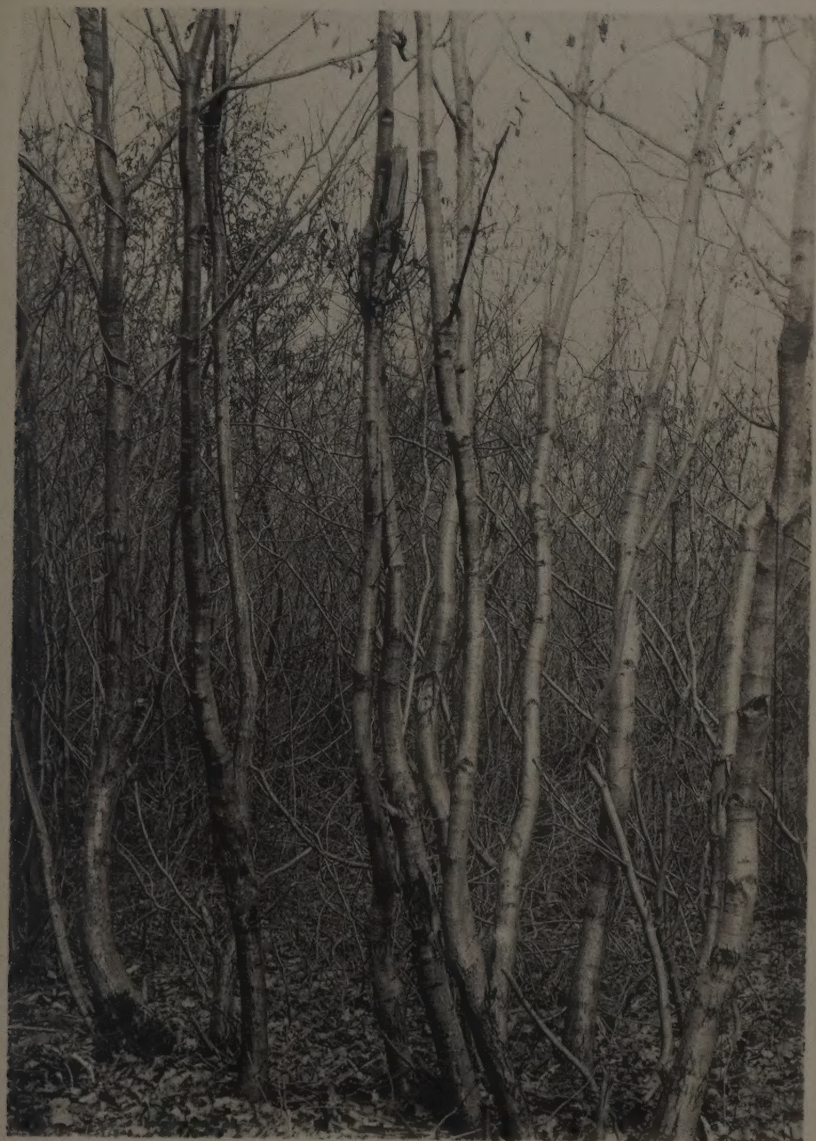


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 1, 2, 3, 4. — Charme. Blessures de 9 ans :
1 et 2. — Cicatrices. — 3 et 4. — Dégâts produits.

Fig. 5, 6, 7. — Erable Champêtre :
6. — Blessure de 6 mois. — 7. Blessure de la balle visible fig. 5.



Cliché J. George

Phototypie A. Bergerat et Cie, Nancy

Dégâts causés au taillis. — Cépeé de Tilleul
portant 7 blessures sur les perches.

