Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 55 (1929)

Heft: 19

Artikel: De l'influence de la forêt sur l'écoulement des eaux en temps de pluie générale

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-42680

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

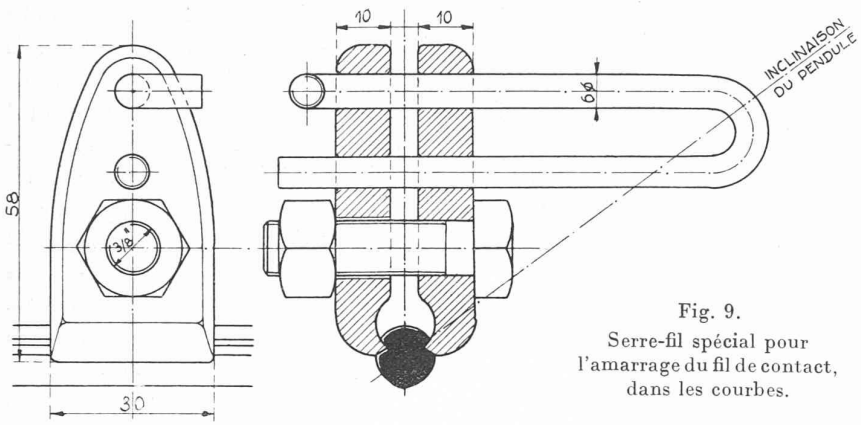

Fig. 9.
Serre-fil spécial pour l'amarrage du fil de contact, dans les courbes.

Le fil de contact est suspendu au câble porteur par des pendules en fil bimétal de 4 mm Φ. Il y a toujours un pendule au droit des supports, qui suspend en même temps l'antibalançant. A l'intérieur de la portée il y a toujours 3 pendules, aussi bien en alignement qu'en courbe. En alignement les pendules ont une articulation à 20 cm au-dessus du fil de contact, pour augmenter la flexibilité. Dans les courbes elles sont supprimées. Pour le câble porteur et le fil de contact en alignement, les serre-fils des pendules sont du type habituel. Dans les courbes, où les pendules sont inclinés il faut employer un serre-fil spécial pour que le profil du fil de contact soit d'aplomb et que le frotteur ne s'accroche pas au serre-fil. Ce dernier est composé d'une pince qui porte un bras de levier en forme d'étrier en fil bimétal de 6 mm Φ (Fig. 6 à 9).

En serrant un seul boulon, la pince serre le fil de contact, et en même temps l'étrier est bloqué dans sa position. La longueur du bras de levier est réglée en fonction du rayon de la courbe. Là où les courbes ont un rayon inférieur à 80 m il a fallu employer, au lieu de ces serre-fils, des antibalançants spéciaux de 80 cm de longueur (Fig. 10). *(A suivre.)*

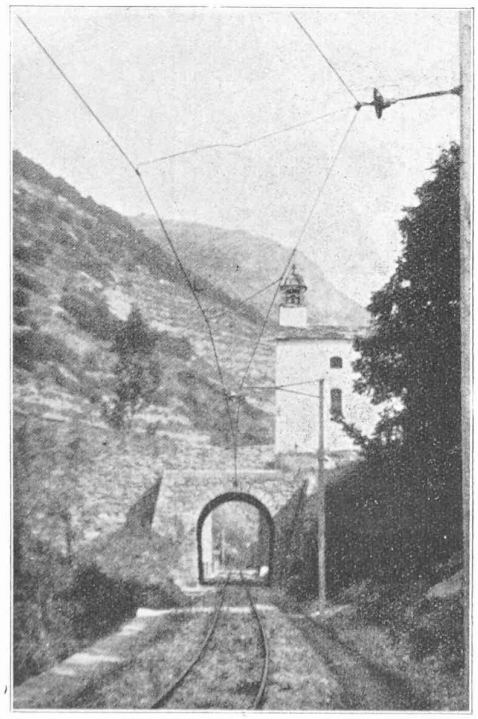

Fig. 10.

De l'influence de la forêt sur l'écoulement des eaux en temps de pluie générale,

par l'Inspection fédérale des travaux publics, Berne.

Dans le N° 6 du «Journal forestier suisse» de juin 1929, M. Hans Burger déclare, sous le titre : « Communications de la station fédérale de recherches forestières » — qu'il y a encore des ingénieurs, dans des situations dirigeantes, qui doutent de l'utilité du reboisement dans le bassin de réception des torrents et qui se prononcent contre d'autres reboisements.

M. Burger rassemble ensuite (pour l'espace de temps assez grand de 1904 à 1927 d'après les observations d'Engler dans les ravins du Sperbel et du Rappen) 23 cas de pluie générale dans lesquels, à peu d'exceptions près, le ravin boisé du Sperbel débitait moins d'eau que le ravin du Rappen couvert surtout de pâturages. M. Burger en conclut que l'on peut catégoriquement affirmer que, abstraction faite de quelques exceptions, la forêt influence favorablement l'écoulement des eaux, ***aussi** par temps de pluie générale et périodes prolongées de pluie.*

L'Inspection fédérale des travaux publics tient à apporter sa collaboration à des points de vue intéressant particulièrement les ingénieurs, à l'étude envisagée du rôle des forêts en temps de pluie générale.

Les recherches approfondies d'Engler sont connues, mais elles ne visent que des bassins de réception de très petites dimensions.

La surface est de :

Au ravin du Sperbel (pratiquement complètement boisé) : 0,558 km².

Au ravin du Rappen (peu boisé) : 0,697 km².

Comparativement aux grandeurs usuelles pour l'ingénieur, ces bassins de réception se présentent à peu près dans le même rapport que des essais de laboratoire à très petite échelle sont avec les conditions de l'ouvrage réel. Bien des observations recueillies au cours de recherches dans le ravin du Sperbel et du Rappen ne peuvent être généralisées, Engler lui-même le rappelle en ces termes à la page 618 des « Recherches sur l'influence de la forêt sur l'état des eaux » :

« Après avoir constaté invariablement que chaque phénomène d'écoulement est le résultat de nombreux facteurs qui ne nous sont même pas assez connus et agissent de différentes manières, il faut *nous garder de la généralisation sans critiques des résultats de ces recherches à d'autres domaines.* » Et plus bas : « Comme nous l'avons vu, la forêt peut, en temps de pluie générale par exemple, perdre complètement sa capacité de rétention, de sorte

qu'il s'en écoule d'aussi grandes quantités d'eau qu'en rase campagne «.

Nous illustrerons maintenant le rapport entre la précipitation et l'écoulement par une série de faits, observés dans la nature même.

TABLEAU I

Bassin de réception jusqu'au Tessin en km²

en	Brenno 403,698 km²		Moesa 476,548 km²	
	km²	‰	km²	‰
Rochers et éboulis. . . .	108,763	269	141,098	296
Forêts	74,190	184	157,140	330
Névés et glaciers	12,940	32	5,810	12
Lacs.	0,135	0	0,460	1
Autre consistance . . .	207,670	515	172,040	361
Total . .	403,698	1000	476,548	1000

TABLEAU II

Débit annuel moyen			Débit annuel minimum		
	en litres/sec/km²			en litres/sec/km²	
	Brenno	Moesa		Brenno	Moesa
1914	44,2	49,3	1914	14,7	10,2
1915	41,3	46,9	1915	12,5	10,3
1916	57,1	59,8	1916	11,8	10,3
1917	56,3	62,4	1917	12,2	11,0
1918	46,1	46,4	1918	11,8	9,4
1919	41,6	39,2	1919	14,9	9,4
1920	55,7	68,3	1920	13,7	12,4
1921	29,0	24,2	1921	8,4	5,7
1922	42,1	37,8	1922	7,4	4,7
1923	50,6	51,8	1923	11,0	9,4
1924	54,9	49,0	1924	13,2	8,9
1925	47,3	49,6	1925	14,4	8,6
1926	54,4	63,0	1926	14,8	11,2
1927	61,5	55,8	1927	15,0	10.6
Moyenne: 1912/1927	**48,7 lt.**	**50,2 lt.**		**12,6 lt.**	**9,4 lt.**

TABLEAU IV

Comparaison limitée aux exemples d'écoulement simultané des hautes eaux et de précipitations équivalentes précédant ces hautes eaux.

Dates :	Brenno				Moesa			
	Précipitations : a	b	c	Débit max.	Précipitations : a	b	c	Débit max.
23 VII 1914	149	1	150	562	95	1	96	1151
10 VI 1916	105	0	105	317	116	1	117	967
28 VII 1915	99	8	107	423	71	29	100	598
17 VI 1918	99	34	133	355	75	21	96	547
23 IX 1920	290	9	299	713	322	12	334	1341
15 VII 1922	42	95	137	788	57	80	137	984
1 IX 1923	108	49	157	471	83	21	104	564
24 IX 1924	72	115	187	667	42	76	118	762
24 IX 1925	84	21	105	489	90	27	117	959
1 XI 1926	150	34	184	489	154	22	176	982
25 IX 1927	131	77	208	766	109	16	125	918
Moyenne : 1/11	**121 mm.**	**40 mm.**	**161 mm.**	**549 l/sec/km²**	**110 mm.**	**28 mm.**	**138 mm.**	**888 l/sec/km²**

a = somme des précipitations des jours observés *avant* le jour de débit maximum.
b = précipitation *le* jour du débit maximum.
c = a + b.

TABLEAU III

Précipitations et débit maximum du Brenno à Loderio [1] *et de la Moesa à Lumino* [2]

Année	Jour et mois de q max.	Précipitations des 3 ou d'autres journées précédentes	Somme	de la journée d'écoulement	Somme totale	Débit q max. en l/sec/km² Brenno	Moesa
			a	b	c	d	e
1912	8 août	Brenno : 15 20 40	75	—	75	271	937
	8 »	Moesa : 41 64 35	140	—	140		
1913	9 oct.	15 22 63	100	—	100	323	1528
	9 »	17 8 79	104	—	104		
1914	23 juill.	3 17 129	149	1	150	562	1151
	23 »	2 14 79	95	1	96		
1915	28 »	63 2 5 2 33	105	—	105	317	967
	» »	71 1 20 3 21	116	1	117		
1916	10 juin	11 2 9 3 74	99	8	107	423	598
	10 »	16 14 21 3 17	71	29	100		
1917	29 août	28 2 47	77	17	94	438	1060
	15 »	0 1 71	72	8	80		
1918	17 juin	1 21 77	99	34	133	355	547
	17 »	0 29 46	75	21	96		
1919	29 sept.	0 27 51	78	1	79	373	420
	28 »	0 0 38 [4]	38[4]	55[4]	93		
1920	23 »	17 14 50 43 41 95	290	9	299	713	1341
	23 »	21 21 97 66 62 55	322	12	334		
1921	11 août	0 0 50	50	123	173	599	248[5]
	29 mai [5]	1 18 49	68	12	80[5]		
1922	15 juill.	29 1 12	42	95	137	788	984
	15 »	27 1 29	57	80	137		
1923	1 sept.	0 6 102	108	49	157	471	579[6]
	28 oct. [6]	13 26 38	77	15	92[6]		
1924	24 sept.	0 11 61	72	115	187	667	793[7]
	14 août [7]	0 35 80	115	—	115[7]		
1925	24 sept.	32 10 42	84	21	105	489	959
	24 »	17 20 53	90	27	117		
1926	1 nov.	14 62 74	150	34	184	489	982
	1 »	23 48 83	154	22	176		
1927	25 sept.	49 8 74	131	77	208	766	918
	25 »	51 13 45	109	16	125		
Moyenne		Brenno :	**107**	36	**143**	**503**	**876**
		Moesa :	**106**	19	**125**		

[1] Station de jaugeage munie d'un limnigraphe dès le 14 mai 1914.
[2] Station de jaugeage munie d'un limnigraphe dès le 13 avril 1921.
[3] Précipitation : *dans le val Blenio ;* moyennes des stations météorol, d'Olivone et de Comprovasco pour les journées en question ; *da s le Misox*, moyennes des stations de Braggio ; Misox et Grono.
[4] Moyennes de Broggio et Grono seules, celles visant Misox étant inexactes.
[5] Moesa au 24 août 1921 : 45, 0, 23, 16, 84, 12, *96, 231* l/sec/km²
[6] Moesa au 1 sept. 1923 : 0, 13, 70, 83, 21, *104, 564* » } plus intense que le Brenno bien que seulement ²/₃ de la précipitation.
[7] Moesa au 24 sept. 1924 : 0, 12, 30, 42, 76, *118, 762* »

La vallée du Blenio, peu boisée, et le Misox, vallée relativement bien boisée, se prêtent bien à une comparaison. Leur *bassin d'alimentation* est à peu près de la même grandeur et, en même temps, *600 à 700 fois plus grands que ceux des ravins d'expérimentation* dans la vallée de l'Emme. Le Val de Blenio et le Misox sont des vallées voisines, les deux exactement orientées nord-sud, et exposées, sur le versant sud des Alpes, aux mêmes conditions climatiques. Les deux vallées se ressemblent géologiquement beaucoup, car leur bassin d'alimentation est caractérisé à peu près par le tableau I ci-dessus.

	Blenio (404 km²)	Misox (477 km²)
Roches primitives	76 %	96 %
Schiste des Grisons	24 %	4 %

Les tableaux I à IV se basent sur des constatations officielles.

Evaluation des bassins de réception.

Rochers et coteaux éboulleux. Ils représentent dans les deux vallées environ 3/10 de la surface et agissent donc avec les mêmes proportions de surfaces sur le débit.

Forêts. Le peuplement de la forêt est presque deux fois plus grand dans le Misox que dans le Val Blenio. Le Brenno présente à peu près $^1/_5$, le Misox par contre $^1/_3$ de surface boisée.

Névés, glaciers et lacs. Ils ne jouent pas un grand rôle en ce qui concerne le régime des eaux, ne représentant dans le Val Blenio que 3 %, dans le Misox seulement 1 % de la surface de réception.

Autres structures. Elles représentent dans le Val Blenio un peu plus que la moitié, dans le Misox un peu plus que le $^1/_3$ du bassin de réception. Ces « autres structures » qui comprennent surtout des *prés et des pâturages* sont *en comparaison avec le Misox, de 43 % plus abondantes* dans le Val Blenio.

Raideur des pentes et nature du terrain. Le versant oriental de la région du Brenno est, en ce qui concerne la pente, équivalent à celui du Misox, le versant occidental, par contre, est moins raide.

La région nord du schiste des Grisons du Val Blenio se trouve en partie dans la région raide et en partie dans la région moins rapide de la vallée. On ne prétendra pas que les schistes des Grisons favorisent moins l'écoulement des eaux que les roches primitives ; pour prévenir cette erreur, on n'a qu'à se représenter les conditions des torrents dans le canton des Grisons.

La raideur des pentes ne produit pas son effet sur les terrains couverts d'éboulis, de forêts, de névés et de glaciers. A l'exception des forêts, ces régions présenteront, à cause de leur nature, en moyenne les mêmes conditions de pentes.

En ce qui concerne les forêts, le rôle de la pente du coteau est pour cela même relégué au second plan, parce que dans la rétention de l'eau *la porosité* du terrain forestier doit jouer, suivant des thèses connues, le rôle principal.

La diversité de la pente des versants des vallées n'agit donc seulement que dans les « autres structures » mentionnées plus haut, c'est-à-dire dans le Val Blenio sur 52 %, dans le Misox sur 36 % de la surface de réception. Nous soulignons encore que, ces parties de surface consistent principalement en *prés et en pâturages,* donc en certains terrains qui, selon l'avis des forestiers, accélèrent l'écoulement.

En outre les pentes plus douces du versant occidental se trouvent dans la zone abritée de la pluie, c'est pourquoi l'influence d'une pente plus faible a encore moins d'importance dans l'ensemble. En effet, ce versant de la vallée, de Biasca jusque immédiatement en dessous d'Olivone, ne présente pour l'alimentation du Brenno aucun torrent important ; par contre les versants septentrionaux et orientaux de la vallée déterminent essentiellement le régime de ce cours d'eau. Si l'on se rend encore compte que les espèces de terrain, pratiquement de même caractère quant à l'écoulement, représentent dans la contrée du Blenio les 48 % restants, dans le Misox 64 %, et en considérant objectivement ces deux facteurs, on arrive à la conclusion :

On devrait s'attendre à ce que dans le Misox les conditions d'écoulement soient de moindre ou tout au plus d'égale violence que dans la contrée du Brenno.

Les recherches hydrométriques nous montrent justement l'inverse d'une manière étonnante :

A un débit moyen annuel, dans la période 1914-1927, de 48,7 litres/sec/km² dans le Brenno, et 50,2 l/sec/km² dans la Moesa, c'est-à-dire avec pratiquement les mêmes débits moyens nous avons suivant les tableaux 2 et 3 :

	du Brenno à Loderio	de la Moesa à Lumino
Plus grands débits annuels des années 1912-1927	503 l/sec/km²	876 l/sec/km²
Plus petits débits annuels des années 1914-1927	12,6 l/sec/km²	9,4 l/sec/km²

Non seulement les crues de la Moesa sont donc plus fortes que celles du Brenno, mais les étiages sont également plus faibles ; un résultat auquel on ne se serait vraiment pas attendu. Vu la grandeur des bassins de réception, il est naturel que les conditions extrêmes d'écoulement des deux vallées ne se produisirent pas toujours le même jour. C'est pour cette raison, et pour faciliter un meilleur jugement que nous avons joint aux plus grands débits les précipitations des jours de crue, ainsi que celles des trois journées précédentes, ou davantage.

En outre, nous avons confronté dans le tableau 4, en utilisant les éléments du tableau 3, les périodes qui peuvent être *directement comparées* en raison de l'apparition simultanée dans les deux vallées, de débits maximum et de précipitations présentant une grande ressemblance.

La constatation que nous venons de faire il y a un instant par rapport aux conditions de l'étiage est de moindre importance ; avant de juger définitivement ce fait il y aurait encore à examiner si, peut-être, le caractère des stations de jaugeage peut avoir une influence sur le résultat des basses eaux. Une pareille influence est par contre exclue en ce qui concerne la détermination des conditions des hautes eaux.

Mais il est d'une grande importance pratique que non seulement la présence de la forêt n'implique, d'aucune manière, l'atténuation du débit en temps de pluie générale, mais, que, même le Misox plus fortement boisé, fournit de plus grands débits spécifiques que le Val Blenio. Le

tableau 4 démontre le fait d'une manière frappante qui apparaît aussi clairement dans des exemples individuels, comme celui de septembre 1920, du tableau 3. Même en admettant les précipitations du Misox aussi fortes que celles de la région du Blenio, il reste une grande disproportion dans les débits. Il est possible qu'il y ait encore d'autres facteurs importants qui agissent sur les conditions de débit et qui seraient encore à étudier, mais il reste quand même le fait remarquable que justement les torrents les plus dangereux prennent leur source dans les bassins de réception qui accusent le plus grand pourcentage de boisement. Nous citons comme exemples :

Cours d'eau	Cantons	Bassin de réception	Surface boisée en % du bassin de réception
Renggbach	Lucerne	12,37[1]	64,9[1]
Grande Schlieren	Obwald	26,29[1]	58,8[1]
Trubbach.	St-Gall	3,90	53,1[2]
Giswiler Lauibach	Obwald	27,43[1]	50,3[1]
Steinenbach	St-Gall	19,27[1]	45,7[1]

[1] D'après les recherches du Service fédéral des eaux. concernant la statistique des surfaces.
[2] D'après la carte Siegfried, à l'exclusion des reboisements actuels.

Quoique les ingénieurs se soient beaucoup occupés et aient encore beaucoup à s'occuper des torrents sus-mentionnés et d'autres *ils considèrent, eux aussi, la forêt comme un secours dans la lutte contre les éléments.*

Il est absolument inexact de prétendre que les ingénieurs ne soutiennent pas les cultures forestières, mais il *s'agit de reconnaître les limites d'efficacité de ce moyen de secours afin que, par une dangereuse généralisation de conclusions qui furent tirées du comportement de régions aux limites trop étroites, la créance erronée qu'on puisse au moyen de reboisement, créer une protection efficace contre les suites de violents orages ou de précipitations de longues durées ne se répande pas dans le public.* Cette créance serait désastreuse, non seulement quant aux efforts qu'il faut déployer pour la réalisation des corrections, mais aussi quant à l'entretien rationnel des ouvrages existants pour lesquels déjà, des sommes importantes d'argent public durent être engagées.

Il va sans dire que le boisement en général est sympathique aussi à l'ingénieur et que chacun estime nécessaires les mesures de reboisement les plus étendues dans des régions absolument dénudées.

La forêt est, grâce à la liaison qu'elle produit par les racines dans les couches superficielles du sol, un obstacle *aux érosions superficielles* du terrain. Précisément sous ce rapport elle peut compléter précieusement les travaux de protection des ingénieurs. Malheureusement il se trouve peu de forestiers disposés à reboiser les pentes de ravins corrigés, et très souvent c'est l'ingénieur qui doit pourvoir au reboisement de ces surfaces et par cela à leur consolidation, au besoin même à l'aide de crédits économisés sur la construction.

En temps de précipitations modérées et d'une durée pas trop longue, la forêt ralentit l'écoulement superficiel, grâce à l'augmentation de la porosité du sol. Cet effet est malheureusement très limité. *On parle de nos torrents, quand, avec des bassins de réception de 5 à 20 km², ils déversent dans les vallées des masses d'eau de 3, 5 et même 10 m³ par seconde et kilomètre carré, quand avec des bassins de réception de plusieurs centaines de kilomètres carrés ils débitent 500 à 1000 litres,* mais non pas, comme le remarque M. Burger, quand il n'est question que de débits de 1246 l/sec/km² pour un bassin de réception d'un demi-km².

Dans tous les cas d'importance *pratique, la capacité de rétention de la forêt est déjà épuisée avant même qu'au point de vue hydrotechnique le point critique de l'écoulement soit atteint.* On peut constater ici avec Engler qu'alors il s'écoule de la forêt d'aussi grandes quantités d'eau que du terrain découvert, et les hautes eaux se déversent dans la vallée comme si la forêt n'existait pas. Cela ressort clairement de la comparaison du Val Blenio avec le Misox et est également confirmé par les expériences faites aux torrents de la Suisse orientale et centrale, et de la région de l'Emme ; ces derniers surtout montrent typiquement les résultats d'orages violents.

Si la forêt rend de bons services pour la consolidation superficielle du sol, elle est, par contre, en ce qui concerne *les glissements profonds,* non seulement impuissante mais elle *les favorise* directement.

La plus grande porosité du terrain forestier et la plus grande absorption d'eau qui en résulte, ne sont contestées par personne. Ainsi, sur des glissements profonds, la forêt devient un facteur aggravant ; elle paralyse le bon effet vers lequel doit tendre l'ingénieur au moyen de drainages dans presque tous les cas de terrains en mouvement.

Par la force des choses mêmes, des limites sont bien souvent posées à l'efficacité de la forêt.

Une défense *agissant rapidement* contre le danger des crues est nécessaire ; seules les mesures techniques des ingénieurs la garantissent. Les résultats de reboisements sont des créances à long terme ; ils sont à considérer comme des compléments des corrections et des précautions utiles, mais ne peuvent pas remplacer celles-là. C'est pourquoi il est en général logique que les reboisements qui sont reliés directement avec les corrections ne soient exécutés qu'après ou pendant la correction ; sans cela ils sont voués à la destruction par le manque d'une base solide.

La forêt ne peut en outre pas être prise en considération comme moyen de défense quand il s'agit de la correction de torrents en dessus de la limite des arbres ; mais elle ne peut pas être augmentée à volonté *en dessous* de cette limite à cause de l'exiguité du terrain cultivable dont la population des montagnes n'a déjà que trop peu à sa disposition.

Correction et *reboisement* voilà donc aussi le mot d'ordre de l'ingénieur tout en exprimant le vœu que le forestier reconnaisse aussi la limite que la nature lui fixe. Alors, les efforts réunis des représentants des deux méthodes tendront au bien de notre peuple.

Berne, juillet 1929.