Note sur la durée, le renouvellement et la dépréciation du matériel de voie ferrée

Autor(en): **Perey, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **44 (1918)**

Heft 20

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-34055

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

44me année 5 Octobre 1918 N° 20

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing.
2, Valentin, Lausanne

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Note sur la durée, le renouvellement et la dépréciation du matériel de voie ferrée*, par A. Perey, ingénieur (suite). — Concours d'idées pour la reconstruction du village d'Euseigne. — *Nécrologie :* Louis Veyrassat. — *Bibliographie.* — Calendrier des concours.

Note sur la durée, le renouvellement et la dépréciation du matériel de voie ferrée

par A. Perey, ingénieur.

(Suite) [1]

II. Renouvellement du matériel de voie.

1. Exposé général.

Le *renouvellement effectif* du matériel de voie peut être représenté graphiquement en portant en abscisses les années de service et en ordonnées, d'une part les quantités cumulées du matériel posé, renouvelé et en extension et, d'autre part, celles du matériel mis au rebut (graphiques nos I et II fig. 1 et 2).

L'expérience montre que la courbe effective des retraits se rapproche beaucoup d'une ellipse (ellipse *Stockert*), du moins sur la plus grande partie de son tracé, c'est-à-dire aussi longtemps que le renouvellement ne porte guère que sur les voies principales. Les voies secondaires ayant une durée plus longue, leur renouvellement affecte en général un tracé analogue aux lignes AU et MU' du graphique II.

[1] Voir *Bulletin technique* 1918, p. 177.

Bien que la courbe effective s'écarte plus ou moins de l'ellipse, celle-ci fournit cependant des renseignements précieux pour évaluer avec une approximation utile l'allure des renouvellements futurs.

En admettant l'ellipse, la *capacité de durée* du matériel posé OO', de quantité l (graphique II), est représentée par la surface du $^1/_4$ d'ellipse $OO'BAO$, qui est égale au rectangle $OO'ZO$, soit à ld, si l'on fait $d = \frac{\pi}{4}$ du $^1/_2$ axe $O'B = a$, et détermine la *durée moyenne* d. Si la quantité du matériel en place OO' n'a pas varié, comme prévu au graphique fig. 2, les courbes OAB et $O'MN$ sont parallèles.

En réalité ces courbes peuvent comprendre les remplacements effectués sur le matériel déjà renouvelé, figurés par la courbe du retrait $O'C'D$, par rapport à l'axe $O'B$, et donnant pour la pose la courbe $O'M'N'N''$. Vu leur peu d'importance relative, on peut les grouper ou traiter séparément de façon que l'ellipse OAB représente le renouvellement de la première pose seule.

Il est à noter que la durée déterminée par l'ellipse, soit *durée initiale*, est supérieure d'environ $^1/_5$ à la *durée moyenne effective*, soit durée *normale*, vu que pendant ce temps le matériel perd une bonne partie de sa capacité de durée. Cette

Diagramme du renouvellement des rails d'acier.

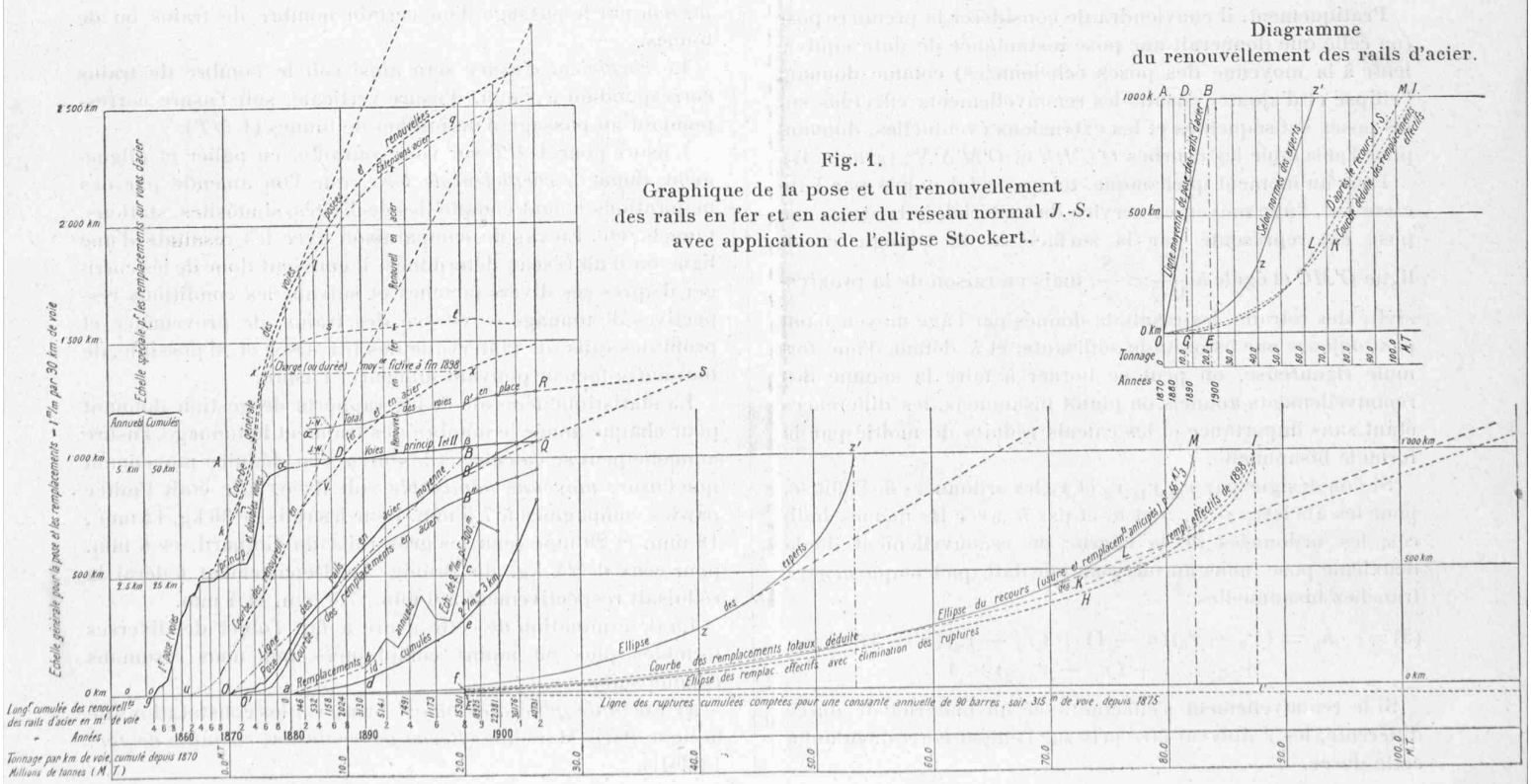


Fig. 1.
Graphique de la pose et du renouvellement des rails en fer et en acier du réseau normal J.-S. avec application de l'ellipse Stockert.

particularité n'avait pas été signalée au cours du procès, bien que les parties se soient appuyées sur la forme elliptique des renouvellements pour en tirer la durée normale.

Il résulterait de l'ellipse théorique, qu'après le renouvellement complet de la première pose OO', la courbe de renouvellement $OABD$ s'infléchirait brusquement selon DE. En fait la durée supérieure des voies secondaires ramène ce ralentissement à une ondulation plus ou moins marquée, jusqu'au moment où le matériel serait arrivé à un état normal de renouvellement.

La quantité l et la date de mise en service du matériel étant généralement connus, il suffit d'avoir l'ordonnée d'une abcisse quelconque x, telle que $AZ = y$, pour obtenir le demi grand axe de l'ellipse a par la formule

$$(1) \qquad a = \frac{x}{\sqrt{2 \times \frac{y}{b} - \left(\frac{y}{b}\right)^2}}$$

ce qui permettra de déterminer numériquement ou graphiquement le tracé complet du $^1/_4$ d'ellipse et la durée moyenne $\frac{\pi}{4}\, a = d$, b étant égal à l.

Ainsi il suffira de connaître la quantité cumulée des retraits depuis l'origine pour déterminer l'allure approximative des remplacements futurs.

L'ellipse peut être calculée par la formule ci-après, par rapport à l'axe OH

$$(2) \qquad y = b - \sqrt{b^2 - \frac{b^2}{a^2}\, x^2}$$

b^2 et $\frac{b^2}{a^2}$ étant des constantes le calcul se trouve bien simplifié.

Le graphique fig. 1 pour le réseau *J.-S.*, et ceux établis pour les lignes de la Broye et Bouveret-Brigue, nous ont montré que l'allure effective des retraits pour les rails en fer ne s'écarte pas sensiblement de l'ellipse, malgré le développement progressif des voies, de grandes variations dans les remplacements annuels et même avec des voies posées par gradins.

Pratiquement, il conviendra de considérer la première pose (ou celle que donnerait une pose instantanée de date équivalente à la moyenne des poses échelonnées) comme donnant l'ellipse et d'ajouter ensuite les renouvellements effectués sur les poses subséquentes et les extensions éventuelles, donnant pour l'ensemble les courbes $O'C'DE$ et $O'M'N'N''$ (graph. II).

Pour un moment quelconque, tel que celui donné par l'abcisse OZ, l'âge moyen en service du matériel de la deuxième pose est représenté par la surface S du triangle curviligne $O'MC$ et égale à $\frac{S}{MC} = \frac{S}{y}$, mais en raison de la progressivité des retraits, les résultats donnés par l'âge moyen n'ont pas toujours une exactitude suffisante, et à défaut d'une formule rigoureuse, on peut se borner à faire la somme des renouvellements annuels ou plutôt bisannuels, les différences étant sans importance et les calculs réduits de moitié par la formule bisannuelle.

Si l'on désigne par y_0, y_1, y_2 et y_n les ordonnées de l'ellipse, pour les abcisses o, 1, 2 et n, et par h, avec les mêmes indices, les ordonnées de la courbe de renouvellement de la deuxième pose, nous aurons pour une date quelconque n, avec tranches bisannuelles :

$$(3) \qquad h_n = (y_2 - y_0)(n-1) + (y_4 - y_2)(n-3) + \ldots\ldots + (y_n - y_{n-2}) \times 1$$

Si le renouvellement s'effectue avec un matériel de durée différente, les y doivent être pris sur l'ellipse correspondant à cette durée.

Le plus souvent les renouvellements sont accompagnés d'extensions et les courbes effectives s'éloigneront plus ou moins de l'ellipse et seront quelconques. On pourra cependant établir d'une manière analogue la courbe des renouvellements successifs par la somme de ceux des tranches horizontales qui donnera un âge virtuel plus exact que l'âge moyen.

Il sera indiqué, au fur et à mesure que les renouvellements effectifs seront connus, de tracer les ellipses correspondantes d'après les formules (1) et (2) et d'en tirer une ellipse moyenne sur laquelle on prendra les valeurs des y pour l'application de la formule (3).

Comme application à l'ensemble des voies, on peut admettre que la courbe des renouvellements de la première pose se termine par une tangente à l'ellipse, celle-ci correspondant plutôt aux seules voies principales (v. graph. II, variante).

Enfin, pour une solution approximative, on peut simplifier la question en admettant que le renouvellement se fait proportionnellement à l'âge dans une durée double de la durée moyenne qui est rigoureusement la même qu'avec l'ellipse pure (graph. II, troisième cas).

Dans ces deux cas le renouvellement des poses subséquentes pourra s'établir d'une manière analogue, d'après celui de la première pose.

Les *versements au fonds de renouvellement* n'étant pas basés exclusivement sur l'âge et la durée mais aussi sur l'importance variable du trafic, leur représentation graphique différera plus ou moins de la droite OCQ (graph. II) qui donne les versements théoriques cumulés.

Le *montant net* du fonds de renouvellement est représenté quantitativement, à chaque moment, en déduisant des ordonnées correspondantes de la droite OCQ, ou de la courbe des versements réels cumulés, les ordonnées de la courbe des renouvellements cumulés.

2. Rails en acier.

La plupart des auteurs admettent comme principe déterminant de la durée des rails en acier, l'*usure verticale du champignon* par le passage d'un certain nombre de trains ou de tonnes.

Le *coefficient d'usure* sera ainsi soit le nombre de trains correspondant à 1 mm. d'usure verticale, soit l'usure correspondant au passage d'un million de tonnes (1 *MT*).

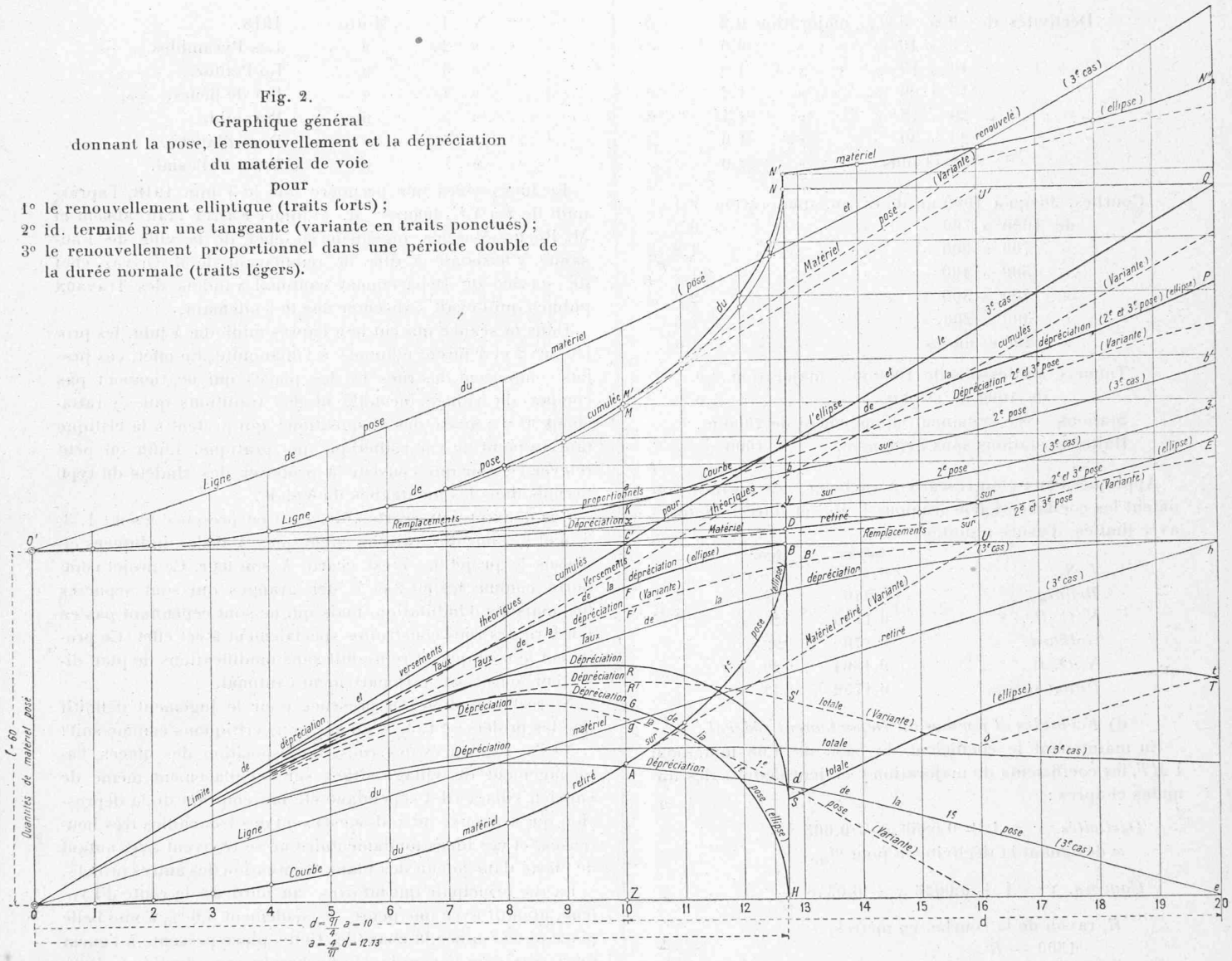
L'usure pour 1 *MT* sur voie courante, en palier et alignement, donne le *coefficient de base*, que l'on amende par des majorations tenant compte des déclivités, sinuosités, stations, tunnels, etc. En cas de comparaison avec les résultats d'une ligne ou d'un réseau déterminés, il convient donc de les corriger d'après ces divers facteurs et suivant les conditions respectives de tonnage et vitesse des trains, de provenance et profil des rails, de l'intervalle des traverses et, si possible, de tout autre facteur pouvant influencer l'usure.

La statistique fédérale et les rapports de gestion donnant pour chaque année le nombre des trains et le tonnage, l'usure annuelle peut se calculer et la durée s'en déduire moyennant que l'*usure moyenne admissible* soit fixée. Elle était limitée par les compagnies à 7,5 mm. pour les rails de 36 kg, 12 mm., 18 mm. et 20 mm. pour les gros rails du Gothard, et 6 mm. pour ceux de 24 kg. du Brünig. Le Département fédéral la réduisait respectivement à 6 mm., 7,5 mm. et 4 mm.

La détermination de cette usure a fait l'objet de diverses formules plus ou moins compliquées que nous résumons comme suit :

a) *Formule générale Coüard*, basée sur les constatations de la ligne Paris-Marseille (*Revue générale des chemins de fer*, 1889-II).

Fig. 2.
Graphique général
donnant la pose, le renouvellement et la dépréciation
du matériel de voie
pour
1° le renouvellement elliptique (traits forts) ;
2° id. terminé par une tangeante (variante en traits ponctués) ;
3° le renouvellement proportionnel dans une période double de la durée normale (traits légers).



$$N = \frac{10^6}{TV} \times \frac{I}{L^3} \times \frac{1}{1 + aD^2} \times C$$

N. Nombre de milliers de trains pour 1 mm. d'usure.
T. Tonnage moyen d'un train, en tonnes.
V. Vitesse moyenne, en km. par heure.
I. Moment d'inertie de la section du rail, en cm.
L. Espacement des traverses, en mètre.
D. Déclivités, en mm. par mètre.
a. Coefficient égal à 0,023 pour les pentes et 0,012 pour les rampes.
C. Coefficient de fabrication (1,40 pour les rails français et 0,70 pour les rails allemands).

Cette formule ne tient pas un compte distinct des sinuosités, gares et tunnels, et pour l'application à une ligne déterminée il sera prudent de comparer ces conditions avec celles de la ligne de Paris à Marseille.

Appliquée au réseau *J.-S.*, elle avait donné pour les rails d'acier une durée de 60 ans pour 10 mm. d'usure moyenne.

b) *Formule de la compagnie de l'Est français* (Congrès de Pétrograd ; compte-rendu VIII-A/76-77).

Usure de 1 mm. pour 100 000 trains, à ciel ouvert, sur palier ou déclivités de 0 à 10 mm., de 3 mm. avec déclivités de 10 à 12,5 mm, de 5 mm. de 12,5 à 22,5 $^0/_{00}$, avec majoration pour les abords et la traversée des stations et pour les tunnels.

Appliquées au *J.-S.*, et convenablement amendées, ces normes avaient majoré comme suit le coefficient de base de 1 mm. pour 100 000 trains.

Déclivités	de 1 mm.	à 1,83 mm.	
Stations	» 1,83 mm.	à 3,07	»
Tunnels	» 3,07	» à 3,17	»

Cette formule avait aussi donné une durée de 60 ans pour 10 mm. d'usure moyenne, comme la formule Coüard, durée qui fut confirmée par celle de 45 ans du recours pour une usure moyenne de 7,5 mm. tirée de l'usure effective résultant des mesurages.

c) *Formules des experts du Département fédéral, du 30 avril 1898.*

L'usure de base pour un million de tonnes (1 *MT*) en pleine voie, ciel ouvert, palier et alignement, qui était de 0,05 mm. sur les chemins allemands, était portée par les experts à 0,08 mm. pour tenir compte de la provenance, de l'usure latérale et des remplacements isolés, et majorée comme suit pour les déclivités, sinuosités, stations et tunnels.

Déclivités de	0	à	5 ‰,	majoration 0,2
	5	» 10	»	» 0,6
	10	» 15	»	» 1,0
	15	» 20	»	» 1,2
	20	» 25	»	» 1,4
	25	» 30	»	» 1,6
	30 et plus			» 2,0

Courbes.	Jusqu'à 1000 m.		de rayon,	majoration 0,1
	de 1000	à 700	»	» 0,5
	» 700	» 500	»	» 1,2
	» 500	» 400	»	» 1,7
	» 400	» 300	»	» 2,0
	» 300	» 200	»	» 2,5
	» 200 et moins		»	» 3,0

Tunnels,	au-dessous de 1000 m.,	majoration 2,0
	de 1000 m. et plus	» 4,0
Stations,	avec évitement,	allongement de 2000 m.
Haltes et stations	sans évitement,	1000 »

Appliquées aux cinq réseaux à racheter, ces normes donnaient les coefficients d'usure pour 1 *MT* et durées ci-après, avec limites, d'usure réduites :

	Coefficients	Durées
J.-S.,	0,2016	27 ans
Brünig,	0,240	72 »
S.-C.-B.,	0,1736	25 »
Gothard,	0,270	22,5 »
N.-O.-B.,	0,1864	29 »
Union suisse,	0,1752	32 »

d) *Formules et normes du Département fédéral.*

En maintenant le coefficient de base de 0,08 mm. pour 1 *MT*, les coefficients de majoration y étaient déduits des formules ci-après :

Déclivités. $y = 1 + 0{,}0856\ x - 0{,}005\ x^2$,
x désignant la déclivité en pour ‰.

Courbes. $y = 1 + 0{,}0023\ x + 0{,}0348\ \frac{x^2}{R}$

R, rayon de la courbe, en mètres,

$x = \frac{1500 - R}{10}$

Tunnels. $y = 1 + 0{,}4\ \sqrt{300\ x - x^2}$
x, longueur du tunnel en hectomètres.

Stations avec évitement : allongement de 3000 m.
sans » et haltes, allongement de 1000 m.

Ces formules, tirées des normes des experts avec quelques aggravations, présentent des contradictions flagrantes avec les faits dès qu'elles sortent des limites pour lesquelles on les a fait cadrer avec ces normes, ainsi le maximum pour les déclivités est de 85,6 ‰, la majoration disparaît pour 171 ‰ et devient négative ; pour les tunnels le maximum est pour 15 km. et elle disparaît pour 30 km. (*A suivre.*)

Concours d'idées pour la reconstruction du village d'Euseigne.

Rapport du Jury.

Le concours ouvert le 1er mai 1918 entre les architectes du Valais pour la reconstruction du village d'Euseigne, incendié en décembre 1917, a provoqué la remise des 7 projets suivants, tous arrivés dans les délais prévus :

N° 1	Motto	1918.
» 2	»	Les Pyramides.
» 3	»	Lo Peilloz.
» 4	»	Pot de fleurs.
» 5	»	Pyramide.
» 6	»	Dent Blanche.
» 7	»	Terre Vallesial.

Le Jury siégea une première fois le 3 juin 1918, l'après-midi de 2 à 4 ½ heures. M. Widmer-Karrer était absent et M. Rochat-Mercier, ingénieur en chef de la ville de Lausanne, y assistait à titre de remplaçant de M. Grivaz, chef de service du Département cantonal vaudois des Travaux publics qui devait s'absenter dès le lendemain.

Dans la séance qui eut lieu l'après-midi du 4 juin, les projets nos 2 et 4 furent éliminés à l'unanimité. En effet, ces projets comportent des rues et des places qui ne tiennent pas compte du village incendié ni des traditions qui s'y rattachent. Il y a aussi des dispositions qui prêtent à la critique tant au point de vue esthétique que pratique. Enfin on peut relever l'erreur qui consiste à proposer des chalets du type bernois dans les montagnes du Valais.

Ces deux projets écartés, il restait en présence les nos 1, 3, 5, 6 et 7. Pour des raisons identiques à celles indiquées ci-dessus le projet n° 7 est écarté à son tour. Ce projet comporte, comme les nos 2 et 4, des granges qui sont séparées des maisons d'habitation, mais qui ne sont cependant pas en bordure des rues construites spécialement à cet effet. Ce projet est le seul qui ait reproduit sans modifications le plan directeur fourni par le Département cantonal.

Ne restaient donc en présence pour le jugement définitif que les projets nos 1, 3, 5 et 6 que nous critiquons comme suit :

N° 1. Les tracés des rues, la disposition des places, l'aménagement du village situés sur l'emplacement même de l'ancien village (il a cependant été fait emprunt de la dépression qui se trouve au sud-ouest) sont des trouvailles très heureuses, et ces idées fondamentales ne se trouvent avec autant de clarté dans aucun des plans de situation des autres projets.

La rue principale qui bifurque au nord de la route d'Evolène, aboutit avec une pente de seulement 5,6 % à une belle place où est située la chapelle. Cette place présente à l'ouest une terrasse surélevée plantée d'arbres (v. reproduction, p. 189).

La rue qui, partant de cette place, va rejoindre la route d'Evolène, présente aussi une disposition très heureuse vu qu'elle utilise l'ancien sentier.

A l'extrémité sud-est du village, nous trouvons une place qui constitue le centre de la partie orientale et qui pourrait sans inconvénient aucun être diminuée et reportée dans la direction nord-ouest.

On peut regretter qu'avec une aussi bonne disposition générale, les types des diverses maisons ne soient pas en harmonie et que le projet ne prévoie pas pour les granges, comme pour les maisons d'habitation, un groupement par deux ou trois. L'auteur a présenté pour les maisons d'habitation trois types divers dont nous ne reconnaissons comme bon que celui qui comporte une entrée Est-Ouest, c'est-à-dire non située au Nord. La surface occupée par la plus grande des maisons double mesure 45 à 46 m² par demi-maison. Les types pour un ménage couvrent une superficie de 72 à 92 m².

Le projet est accompagné d'une très belle perspective en couleurs dont les maisons ne correspondent pas avec les planches du projet. Celles de la perspective sont tout à fait remarquables et bien dans le style du pays.

N° 5. Ce projet nous montre quatre rues parallèles qui sont pour ainsi dire d'égale importance et qui épousent à peu près le terrain.