

MÉCANIQUE

---

NOUVELLES

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LE

**FROTTEMENT DE GLISSEMENT**

SPÉCIALEMENT

SUR DES RAILS DE CHEMINS DE FER

DANS DES CIRCONSTANCES TRÈS-DIVERSES.

**PAR M. H. BOCHET,**

INGÉNIEUR DES MINES.

PARIS.

DUNOD, ÉDITEUR,

SUCCESSION DE V<sup>or</sup> DALMONT,

Précédemment Carilian-Gœury et V<sup>or</sup> Dalmont,

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, 49.

1861

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
I. BUT DES NOUVELLES RECHERCHES. . . . .	1
CIRCONSTANCES DANS LESQUELLES ELLES ONT PU ÊTRE FAITES . . . . .	3
II. PROCÉDÉ D'INVESTIGATION EXPÉRIMENTALE . . . . .	5
1. Appareils frottants. . . . .	5
2. Instruments de mesure de la résistance . . . . .	8
3. Moyen de mesure de la vitesse et de la durée des phénomènes. . . . .	10
4. Appréciation exacte du frottement. . . . .	11
5. Représentation graphique des résultats expérimen- taux. . . . .	18
6. Marche suivie dans chaque expérience. . . . .	18
7. Divers cas de frottement examinés. . . . .	19
8. Conditions des expériences sur le frottement au départ. . . . .	20
III. RÉSULTATS CONSTATÉS. . . . .	23
1. Défaut de constance du frottement dans les mêmes circonstances <i>pratiquement</i> appréciables et dé- finissables . . . . .	23
— Le frottement, même dans des circonstances appréciables identiques, ne peut être représenté par une courbe <i>unique</i> , mais seulement par une <i>zone</i> . . . . .	24
— Courbe du frottement <i>moyen</i> dans un en- semble de circonstances déterminé. . . . .	24
— Tracé de figures représentatives du frotte- ment dans les diverses circonstances <i>pratique-</i> <i>ment</i> appréciables et définissables des expé- riences . . . . .	25

	Pages.
8. RÉSUMÉ. . . . .	49
— Divers ordres de frottement. — Cas et circonstances qui donnent lieu à chacun d'eux. . . .	49
1° Grands frottements. . . . .	49
2° Frottements moyens . . . . .	49
3° Petits frottements. . . . .	50
4° Très-petits frottements . . . . .	51
— Frottement au départ. . . . .	51
— Variation du frottement avec la vitesse. . . .	51
— Zones de frottement. . . . .	51
— Valeurs numériques précises du frottement suivant les circonstances. — Figures représentatives. . . . .	51
 IV. ESSAI D'EXPLICATION DES RÉSULTATS CONSTATÉS ET DÉNONCÉS GÉNÉRAUX DES LOIS DE FROTTEMENT QUI PARAISSENT EN RESSORTIR. . . . .	 55
Considérations générales. . . . .	55
1. Explication de la variabilité du frottement dans un même ensemble de circonstances pratiquement appréciables . . . . .	54
2. Causes probables du frottement . . . . .	55
Influence générale de chacune de ces causes . .	56
3. Les causes sus-indiquées peuvent donner raison des phénomènes si variés du frottement. . . . .	58
— Complément d'explication de la variabilité du frottement dans un même ensemble de circonstances pratiquement appréciables . . . . .	59
4. Diminution du frottement à mesure que la vitesse augmente. . . . .	60
1° Généralité du phénomène. . . . .	60
2° Son explication. . . . .	61
5. Influence de l'étendue de la surface frottante et, conséquemment, de la pression spécifique. . . .	62
— Mode, qui en résulte, de variation du frottement avec la pression. . . . .	63
6. Influence de l'état des rails. . . . .	65

	Pages.
1° Rails mouillés. . . . .	65
2° Rails huilés. . . . .	67
Nouvelles considérations sur l'influence de l'é- tendue superficielle frottante et, par suite, de la pression . . . . .	69
7. Influence de la matière frottante. . . . .	70
— Influence du degré de poli des surfaces. . .	71
— Circonstances dans lesquelles les divers frot- tements se rapprochent et tendent à se confondre	71
8. Frottement au départ. . . . .	71
9. RÉSUMÉ. . . . .	73
Causes du frottement. . . . .	73
Phénomènes expliqués. . . . .	73
Particularités inexplicées. . . . .	73
V. ÉTABLISSEMENT D'UNE FORMULE REPRÉSENTATIVE DU FROTTEMENT. — VALEURS NUMÉRIQUES DE SES COEFFI- CIENTS DANS DES CIRCONSTANCES DIVERSES. . . . .	
Considérations générales sur les formules. . . .	75
1. L'expression du frottement doit encore être admise proportionnelle à la pression; $f = p.c$ . . . . .	77
2. Forme à admettre pour le coefficient $c$ ; $\frac{k-\gamma}{1+a.v} + \gamma$ .	78
3. Mode de détermination des valeurs <i>numériques</i> à admettre pour les coefficients $k$ , $\gamma$ , $a$ , suivant les circonstances. . . . .	80
1° Pour le coefficient $k$ . . . . .	80
2° Pour les coefficients $\gamma$ et $a$ . . . . .	80
4. Valeurs <i>numériques</i> des trois coefficients du frot- tement; <i>figures représentatives</i> . . . . .	81
5. Remarques sur les valeurs du coefficient principal $k$	81
1° Dans le frottement du <i>fer</i> . . . . .	82
2° Dans le frottement du <i>bois</i> . . . . .	82
<i>a.</i> Sur rails secs. . . . .	83
<i>b.</i> Sur rails mouillés. . . . .	83
<i>c.</i> Sur rails huilés. . . . .	84
3° Dans le frottement du <i>cuir</i> et de la <i>gutta-percha</i>	84

6. Remarques sur les valeurs	Pages.
1° Du second coefficient $\gamma$ . . . . .	85
2° Du troisième coefficient $a$ . . . . .	85
— On peut admettre pour ce coefficient une valeur <i>constante</i> . . . . .	86
7. CONCLUSION . . . . .	87
VI. RÉSUMÉ GÉNÉRAL ET CONCLUSIONS . . . . .	89
— Variation du frottement avec la <i>vitesse</i> ; mode de cette variation; formule représentative. . . . .	89
— Variation du frottement avec la <i>pression</i> ; aperçu du mode de cette variation . . . . .	90
— Autres circonstances influant sur la valeur du frottement. . . . .	90
— Il n'y a pas, <i>en général</i> , de frottement <i>spécial</i> au départ; cas d'exception. . . . .	91
— Frottements les plus énergiques, des bois, du cuir, de la gutta-percha, à sec. . . . .	92
Frottement du fer . . . . .	92
Frottement du bois, etc., avec enduit, aqueux ou gras. . . . .	92
— Rôle principal des enguils gras. . . . .	93
— Circonstances qui diminuent et tendent à uniformiser le frottement. . . . .	93
En dehors de ces circonstances <i>spéciales</i> , le frottement est très-variable. . . . .	93
— Figures représentatives du frottement. . . . .	94
Figure spéciale pour la pratique . . . . .	94
— Causes générales du frottement; explication de ses lois . . . . .	94