

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 8/9 (1878)
Heft: 22

Artikel: Des condensations qui s'opèrent dans les cylindres des machines à vapeur
Autor: A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-6789>

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: 15.01.2026

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

Secunde mehr abfließen, d. h., wenn dem Rheine in Folge grösserer atmosphärischer Niederschläge circa 15 0/0 mehr Wasser zugeführt wird, als im September 1868, so erreicht der Wasserspiegel die Plattform der 2' über das 1868er Wasser reichenden Hochwuhre.

Um die Grösse der Tragweite derartiger Zustände und allfälliger Folgen auch demjenigen begreiflich zu machen, der mit den Verhältnissen am Rheine nicht genau vertraut ist, so wollen wir dieselben in aller Kürze darstellen.

(Schluss folgt.)

* * *

Zur Catastrophe auf der Bahn Wädenswil-Einsiedeln.

(Frühere Artikel: Bd. I, Nr. 3, S. 25; Bd. II, Nr. 18, S. 139; Nr. 21, S. 229; Bd. V, Nr. 23, S. 179; Nr. 25, S. 189; Nr. 26, S. 205; Bd. VI, Nr. 2, S. 10; Nr. 3, S. 17; Nr. 5, S. 35; Nr. 6, S. 41; Nr. 7, S. 54; Nr. 21, S. 168; Bd. VII, Nr. 14, Beilage.)

Unter diesem Titel enthält das III. Heft 1878 des „Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ von Heusinger von Waldegg, Seite 95 und folgende eine Mittheilung des Herrn Ingenieur Pippart in Berlin, auf welche wir unsere Leser durch einen kurzen Auszug glauben aufmerksam machen zu sollen.

Herr Pippart ist zunächst ganz der Ansicht der Eisenbahn-Commission des Zürcherischen Ingenieur- und Architektenvereins, deren Bericht in Band VII Nr. 13 der „Eisenbahn“ enthalten ist, und sagt darüber, dass derselbe die meisten Eisenbahn-Ingenieure, „welche ein Urtheil über Locomotivdienst haben, angenehm berühren müsse und man habe der Commission Dank zu wissen, dass sie den Maschinenmeister Haueter von aller, selbst auch moralischer Schuld befreit habe.“

Er neigt sich ebenfalls zu der Annahme, dass eine Schmirung*) der Laufflächen der Räder, wozu sich vielleicht ein unbemerkter Defect der Bremsvorrichtung gesellte, die Ursache des Unglückes gewesen sei. Die Backenbremsen seien derart construirt, dass sie ohne Dazwischenkunft von unvorherzusehenden Verhältnissen die Räder hätten feststellen können.

Entgegen der Ansicht von Professor Sternberg, der in der Anwendung der Dampfbremse, also im Contredampfgeben den Fehler sieht und die Catastrophe hierauf zurückführt, sagt der Verfasser, dass die Handhabung der Bremsen, wie sie durch Herrn Maschinenmeister Haueter vorgenommen wurde, gar nicht besser gedacht werden könnte. Dieser konnte von seinem Standpunkt aus nicht erkennen, worin die Nichtwirkung beider Bremsen lag. Er findet die Behauptung von Professor Sternberg, dass ohne den Gegendampf, durch die Blockbremse allein, das Unglück sicherlich vermieden worden wäre, ganz unhaltbar, ebenso, dass der Führer den Zug besser hätte beherrschen können, wenn er weniger Gegendampf gegeben hätte.

Dieser Aufsatz des Herrn Pippart kam vor seiner Drucklegung dem Herrn Professor Sternberg zur Kenntniss, der sich in einer längern, in der gleichen Nummer des Organs abgedruckten Auseinandersetzung über das Zusammenwirken beider Arten von Bremsen ausspricht. Der Herr Professor weist nach, dass der Bremswiderstand nie grösser als das Product aus Reibungscoefficient mal Adhäsionsgewicht werden kann. Der Reibungscoefficient sei aber beim Schleudern bedeutend geringer, als beim blossen Gleiten festgestellter Räder. Er wiederholt dann die Schlussfolgerung seines gerichtlichen Gutachtens (siehe Bd. VII Nr. 13 der „Eisenbahn“), dass das Unglück nur durch die gleichzeitige Verwendung von Blockbremse und vollem Gegendampf unmittelbar verursacht wurde. Die Bremsen allein würden nach den dort angestellten Rechnungen den Zug in der Gewalt des Führers gehalten haben, auch der Gegendampf allein oder mit der Bremse, wenn derselbe nur bis zum Maxi-

*) Anm. d. Red.

Wir wiederholen hier, was nicht nur die vom Zürcherischen Ingenieur- und Architektenverein bezeichnete Specialcommission in ihrem Berichte niedergelegt hat, sondern was auch der zürcherische Staatsanwalt in seinem amtlichen Berichte hervorhebt, es sei an den vorhandenen Stücken der Bremsklötze ersichtlich, dass eine Fettung der Reibungsflächen derselben stattgefunden habe.

mum der Bremswirkung, dem Feststellen der Räder, nicht aber bis zu ihrem Schleudern verwendet worden wäre.

In der Fortsetzung seiner Mittheilung bezweifelt zunächst Ingenieur Pippart die bedeutende Reduction des Reibungscoefficienten beim Schleudern gegenüber dem Gleiten und beharrt auf seinem obigen Ausspruche, dass „eine Schmirung der Räder stattgefunden habe. Diese Schmirung hätte aber die Bremsung ebensowohl durch die Backenbremse allein, als auch durch die alleinige Anwendung der Dampfbremse unwirksam gemacht.“

P.

* * *

Des condensations qui s'opèrent dans les cylindres des machines à vapeur.

Après avoir exposé les travaux de Mr. Hallauer (voyez Tome VII, page 141), nous rendrons compte des remarquables progrès que Mr. Ledoux, ingénieur des mines en France, attaché au contrôle de l'Etat sur l'exploitation de la Cie. P. L. M., a fait faire à cette question, et qui sont consignés dans un mémoire récent inséré dans les *Annales des Mines*.

Appelons M le poids d'eau extrait de la chaudière par coup de piston. Ce poids ne sera jamais formé exclusivement de vapeur, il comprendra toujours un certain poids d'eau entraîné mécaniquement et que nous représenterons par $M(1 - X)$ en sorte que le poids de vapeur sera MX . Soit x_0 la proportion de vapeur contenue dans le cylindre au commencement de la détente et par conséquent Mx_0 le poids de la vapeur à ce moment. La différence $M(X - x_0)$ représente le poids de vapeur condensée pendant l'admission: c'est cette quantité qu'il s'agit de déterminer. Nommons:

q la quantité de chaleur nécessaire pour porter de 0^0 à t la température de 1 kilogr. d'eau liquide;

r la chaleur latente de vaporisation de l'eau;

ϱ la chaleur latente interne de la vapeur, c'est à dire la quantité r diminuée de l'équivalent thermal du travail externe qui est accompli lorsque l'eau à t se change en vapeur à t sous la pression correspondante p ;

x la proportion de vapeur, ou le poids de vapeur contenu dans 1 kilogr. du mélange;

γ la densité de la vapeur saturée;

$\frac{1}{A}$ l'équivalent mécanique de la chaleur;

Q la quantité de chaleur cédée au mélange par les parois du cylindre dès le commencement de la détente jusqu'à l'instant considéré;

V le volume occupé par le mélange dans le cylindre;

F le travail de la détente;

R le refroidissement extérieur dû au contact de l'air et au rayonnement des parois extérieures du cylindre.

Enfin on caractérisera les notations des quantités variables par les indices 0, 1 et 2 suivant qu'elles se rapporteront à la fin de l'admission, à la fin de la détente, ou à l'échappement.

Cela étant, Mr. Ledoux démontre par des raisonnements qu'il serait trop long de reproduire ici que l'on a:

$$Q_1 = A F_1 + M(g_1 - g_0 + x_1 \varrho_1 - x_0 \varrho_0)$$

$$M(X - x_0) r_0 = Q_1 + Q'_1 + R.$$

Voici ce que désigne la quantité Q'_1 . La condensation de vapeur qui a lieu pendant l'admission a pour résultat de céder aux parois une certaine quantité de chaleur. Comme une partie de l'eau condensée se vaporise pendant la détente, une partie de cette chaleur est restituée à la vapeur et augmente la chaleur interne de celle ci; cette partie est utilisée en travail. L'échappement qui vient ensuite est accompagné de la vaporisation d'une nouvelle portion d'eau condensée, mais la chaleur correspondante est emportée au dehors et perdue pour le travail. C'est

cette dernière quantité de chaleur qu'on nomme *perte à l'échappement* et qui est désignée ci-dessus par Q'_1 .

Supposons que la détente soit complète, c'est à dire que la pression à fin de course soit égale à la pression d'échappement. La perte à l'échappement sera alors nulle. En combinant les deux équations ci-dessus après avoir fait $Q'_1 = 0$ et substitué l'indice 2 à l'indice 1, on aura pour ce cas particulier :

$$M(X - x_0) r_0 = M(q_2 - q_0 + x_2 q_2 - x_0 q_0) + A F_2 + R.$$

Cette équation fournit le moyen de résoudre le problème proposé si on a en même temps les moyens de lever un diagramme exact avec l'indicateur. En effet les quantités x_0 et x_2 sont données par :

$$M x_0 = V_0 \gamma_0, \quad M x_2 = V_2 \gamma_2.$$

R , quantité très-faible, se détermine par une formule approximative.

Le diagramme donne soit le travail F_2 , soit les pressions p_0 et p_2 dont la connaissance permet d'extraire des tables de Zeuner les quantités γ_0 , γ_2 , q_0 , q_2 et r_0 . V_0 et V_2 se déduisent des dimensions de la machine. Les seules inconnues sont M et X . Si on peut jauger la quantité d'eau fournie à l'alimentation, M sera connu et on pourra déterminer X et par conséquent le poids $M(X - x_0)$ de vapeur condensée pendant l'admission.

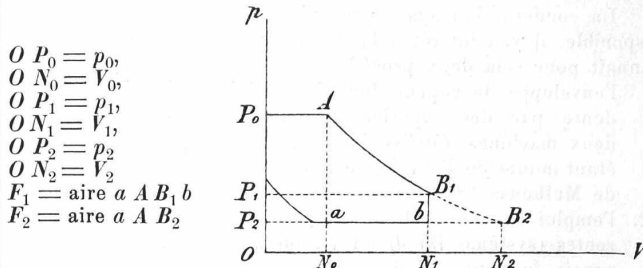
L'emploi de cette méthode est, comme on le voit, subordonné avant tout à la possibilité de détendre assez pour rendre la pression finale égale à la contrepression. Cette condition pourra être remplie :

1. pour la plupart des machines à condensation en supprimant la condensation ;
2. pour les machines sans condensation, marchant à des pressions de 5 à 6 kilogr. au plus et pourvues d'une détente variable, moyennant que la période d'admission puisse être limitée à 8 ou 10 % de la course totale.

Mais il n'en sera pas ainsi avec quelques machines à condensation où la communication avec le condenseur ne peut pas être supprimée, avec les locomotives qui marchent à des pressions de 7, 8 et même 9 kilogr., et avec les machines sans condensation à détente fixe.

Pour ces cas-là Mr. Ledoux propose de compléter le diagramme en continuant la courbe de détente AB_1 jusqu'en B_2 où elle rencontre la ligne $P_2 B_2$ qui correspond à la contrepression p_2 . Il construit ce prolongement $B_1 B_2$ au moyen de l'équation $p V^\mu = \text{constante}$, et il indique les méthodes à suivre pour calculer l'exposant μ au moyen de l'arc AB_1 tracé par

l'indicateur. Un tracé exact de ce prolongement est indispensable pour calculer V_2 .



Mr. Ledoux a eu à sa disposition un certain nombre de diagrammes et en a profité pour évaluer la condensation à l'admission par la méthode qui vient d'être exposée. Seulement il n'a pu appliquer celle-ci dans toute sa rigueur faute de pouvoir jauger M ; il a été obligé de faire sur la valeur de X quelques hypothèses conformes à la vraisemblance, et de calculer pour chacune d'elles le poids condensé $M(X - x_0)$, d'où se déduisent les rapports $\frac{X - x_0}{X}$ et $\frac{X - x_0}{x_0}$ de ce poids à la vapeur fournie $M X$ et à la vapeur sensible $M x_0$.

Le premier diagramme a été relevé sur une machine d'extraction à soupapes et à détente variable établie à Seraing (diamètre 0^m,825, course 1^m,250, espace nuisible estimé à 0^m,0267). Il correspond à une pression $p_0 = 36\ 601$ kilogr. et à une détente complète poussée jusqu'à la pression atmosphérique.

Pour :	$X = 0,95$	0,90	0,85
on a trouvé : poids condensé	0,1087 kil.	0,1079 kil.	0,1060 kil.
proportion à la vapeur fournie	26,3 %	26,2 %	25,8 %
de ce poids à la vapeur sensible	35,6 %	35,5 %	34,8 %

Les autres diagrammes ont été relevés sur une locomotive à 6 roues couplées (diamètre des roues 1^m,35, diamètre du piston 0^m,45, course 0^m,65, espace nuisible 0^m,00615). Pour une locomotive la proportion d'eau entraînée est plus grande que pour une machine fixe, ensorte qu'on a attribué à X des valeurs inférieures aux précédentes. Outre les résultats ci-dessus on a pu calculer de plus la consommation de calories par force de cheval brute et par heure. — On a trouvé :

Pour :	$X = 0,85$	0,80	0,75	0,70
Diagramme N° 1 :				
Pression dans la chaudière 7,6 atmosph.	Poids condensé 0,0162 kilogr.	0,0156 kilogr.	0,0150 kilogr.	0,0145 kilogr.
Vitesse 28 kilomètres.	Rapport de ce poids à la vapeur fournie 24,6 %	23,9 %	23,2 %	22,7 %
Admission 13 %	à la vapeur sensible 32,7 %	31,5 %	30,5 %	29,3 %
Compression 40 %	Calories consommées par cheval et par heure 7480	7539	7602	7705
Diagramme N° 2 :				
Pression dans la chaudière 7,5 atmosph.	Poids condensé 0,0182 kilogr.	0,0173 kilogr.	0,0164 kilogr.	0,0154 kilogr.
Vitesse 24 kilomètres	Rapport de ce poids à la vapeur fournie 19,5 %	18,7 %	17,9 %	17,0 %
Admission 20 %	à la vapeur sensible 24,2 %	23,0 %	21,8 %	20,5 %
Compression 35 %	Calories consommées par cheval et par heure 6585	6620	6672	6741
Diagramme N° 3 :				
Pression dans la chaudière 7,5 atmosph.	Poids condensé 0,0184 kilogr.	0,0174 kilogr.	0,0163 kilogr.	0,0151 kilogr.
Vitesse 19 kilomètres	Rapport de ce poids à la vapeur fournie 16,1 %	15,3 %	14,5 %	13,6 %
Admission 25 %	à la vapeur sensible 19,2 %	18,1 %	17,0 %	15,8 %
Compression 31 %	Calories consommées par cheval et par heure 6590	6639	6699	6762
Diagramme N° 4 :				
Pression dans la chaudière 7,25 atmosph.	Poids condensé 0,0221 kilogr.	0,0208 kilogr.	0,0194 kilogr.	0,0178 kilogr.
Vitesse 18 kilomètres	Rapport de ce poids à la vapeur fournie 14,9 %	14,2 %	13,3 %	12,4 %
Admission 35 %	à la vapeur sensible 17,6 %	16,6 %	15,6 %	14,2 %
Compression 25 %	Calories consommées par cheval et par heure 6495	6542	6600	6661

Nous n'indiquerons pas les résultats d'un dernier diagramme à cause des erreurs pouvant provenir de ce que dans ce diagramme, qui a dû, comme les 4 autres, être complété, V_2 était triple du volume V_1 réellement décrit par le piston.

La consommation relativement assez grande qui correspond

au premier de ces diagrammes, malgré une grande amplitude de détente, est imputable à une compression exagérée qui consomme inutilement une portion du travail moteur.

Dans les calculs dont nous venons d'indiquer les résultats, l'auteur a dû opérer des corrections nécessitées par la présence

de l'espace nuisible, et par la compression qui est consécutive à l'échappement et qui, en raison du mécanisme du tiroir, est assez accentuée dans les locomotives.

La condensation ayant pour résultat une perte de travail disponible, il y a intérêt à la diminuer autant que possible. On connaît pour cela deux procédés:

1. l'enveloppe de vapeur dont l'efficacité a été mise hors de doute par des expériences faites par Mr. *Hallauer* sur deux machines *Corliss* identiques, l'une d'elles seulement étant munie de l'enveloppe (Voir le Bulletin de la Société de Mulhouse 1873);
2. l'emploi de deux cylindres conjugués de dimensions différentes (système *Woolf* ou *Compound*). La température des parois du petit cylindre, celui où a lieu l'admission, et qui n'est jamais en communication avec le condenseur, ne peut jamais s'abaisser au dessous de la température qui correspond à la pression finale de la détente. Il en résulte une grande diminution dans le refroidissement que la vapeur éprouve lors de l'admission, et par suite dans sa condensation. —

Il faut encore signaler l'idée de Mr. *Lissignol* qui propose de garnir les deux fonds des cylindres et les faces du piston d'une mince couche de plomb, métal qui a moins de pouvoir absorbant pour la chaleur que la fonte. L'application de ce procédé à un steamer belge paraît avoir donné de bons résultats.

Pour en revenir aux locomotives, Mr. *Ledoux*, qui s'en est spécialement occupé dans ce travail, fait remarquer en terminant que la connaissance de la quantité de vapeur consommée par coup de piston, calculée d'après le diagramme, permet de déterminer la puissance de traction de la locomotive dont il s'agit, à une vitesse déterminée, pourvu que l'on connaisse en même temps la production de vapeur de la chaudière.

On sait par expérience que les chaudières pareilles à celle de la locomotive qui a fourni les diagrammes ci-dessus consomment par mètre carré et par heure 29,15 kilogr. d'eau, en tenant compte de la condensation intérieure.

On sait en outre que pour une locomotive de ce type la résistance due au mécanisme est de 10,50 kilogr. par tonne de machine et tender.

Si *W* est le travail brut correspondant à un coup d'un seul piston et si on désigne par *D* le diamètre des roues, et par *P* le poids de machine et tender en tonnes, on aura pour valeur de l'effort de traction:

$$\frac{4 W}{\omega D} = 10,50 P.$$

Et si *S* désigne la surface de chauffe de la locomotive en mètres carrés, le nombre correspondant de kilomètres parcouru à l'heure, sera:

$$\frac{29,15 S \cdot \omega D}{1000 \cdot 4 M X}$$

puisque *M X* est la consommation de vapeur par coup de piston.

En appliquant ce mode de calcul à la locomotive qui a fourni les diagrammes et pour laquelle on a $S = 147^m,2,915$, $D = 1^m,35$ et 10,50 $P = 577$ kilogr., et en utilisant les résultats des diagrammes, Mr. *Ledoux* a dressé le tableau suivant pour $X = 0,8$ (c'est à dire en admettant 20 % d'eau liquide entraînée):

Admission	Puissance de traction	Vitesse
18,6 %	1785 kilogr.	49,4 kilomètres
22,6 "	2272 "	40,3 "
22,9 "	3122 "	31,2 "

Les chiffres indiqués ci-dessus pour la consommation en calories par cheval et par heure représentent une utilisation de la chaleur qui n'est réalisée que dans les bonnes machines à condensation. Ce résultat avantageux provient des hautes pressions auxquelles on marche dans les locomotives et qui donnent un écart considérable entre la température de la vapeur d'admission et la température finale de l'échappement. A.

* * *

Exposition universelle de 1878 à Paris.

Section Britannique.

Le catalogue de machines de toute espèce.

Si l'on se rapporte à la section britannique du catalogue officiel des machines, on verra que l'Angleterre est assez bien représentée en ce qui concerne la classe des machines-outils dans chacune de leurs différentes branches, métal, bois et pierre. Il semble inutile de spécifier aucun exemple en particulier. Des machines à planer, à tourner, à fraiser, à perforer etc. sont exposées par la plupart des maisons importantes. Des marteaux-pilons à vapeur et autres sont largement représentés; et quelques machines spéciales dans lesquelles on a utilisée la puissance hydraulique, méritent un examen sérieux.

Dans les machines-outils pour travailler le bois, la division britannique contient plusieurs belles collections des maisons les plus renommées. C'est une branche importante de l'industrie, et elle se développe rapidement en s'approchant davantage, d'année en année, de l'idéal de la perfection.

Les machines à travailler la pierre devraient être aussi l'objet d'un examen attentif, ces machines devenant de plus en plus nécessaires à raison de la difficulté d'obtenir une main-d'œuvre habile pour préparer les pierres si coûteuses qui sont employées à la bâtisse et aux autres objets, et ce n'est que dans les expositions qu'un ingénieur-mécanicien peut voir travailler la pierre au moyen de machines. Dans différentes machines en usage, l'action du tailleur de pierre est presque imitée, et dans quelques machines italiennes elle est littéralement copiée, jusqu'au marteau et au ciseau. Mais la plupart des machines anglaises sont fondées sur un système de forte compression combinée avec un mouvement lent. Dans les machines à scier le granit et la pierre, dans lesquelles les dents sont formées de diamants, les scies sont mues à grande vitesse, et un déluge d'eau est employé à maintenir basse la température.

En ce qui concerne les machines pour tailler la pierre, la quantité est assez limitée. On verra à Paris quelques unes de ces machines perforatrices à diamants comme instruments à détruder. Mais les machines à shéper les plus intéressantes de la division britannique seront probablement celles qui sont destinées à tailler la pierre, soit à surface plate, soit en formes irrégulières, comme, par exemple, à produire des colonnes au moyen d'une espèce de tour; et des machines à travailler le granit seront montrées en pleine activité.

L'ensemble le plus vaste et de beaucoup le plus complet de la division britannique est celui qui se rapporte aux différentes fabrications de l'industrie textile. Les comtés de Lancastre et d'York sont bien représentés, et pour montrer l'importance de cette industrie il nous suffit de mentionner ce fait, qu'une maison de fabricants de machines emploie à elle seule plus de dix milles ouvriers.

Cette section contient différents métiers des types les plus modernes, pour lisser des dessins compliqués et difficiles, dont le détail figure au catalogue officiel.

En parcourant ce catalogue, on trouvera les mots „stop motions“ ou „electric stop motions“ (mouvements d'arrêt, mouvements d'arrêt électriques). Mais ces mots ne sauraient donner à un observateur fortuit une idée juste de ce qu'ils signifient. Un examen plus attentif montrera que certaines machines ont presque la puissance de contrôler les ouvriers qui sont préposés à leur garde.

Il y a telle de ces machines dans laquelle, s'il n'y a pas le nombre requis de plis pour fournir la matière nécessaire pour la filasse en voie de fabrication, la machine s'arrête d'elle-même; le même effet se produit quand, du côté de la machine qui livre le fil, un fil vient à se briser; et même quand les bidons qui contiennent le coton sont pleins à déborder, la machine s'arrête jusqu'à ce qu'on ait remédié à ces défauts. Ce mécanisme, loin d'être compliqué est extrêmement simple, car il ne consiste que dans un petit appareil électro-magnétique et dans le fil ordinaire de cuivre.