



*Société Française  
de Métallurgie et  
de Matériaux*



# Préparations métallographiques et premières observations optiques : Sorby, Martens, Osmond, Le Chatelier...

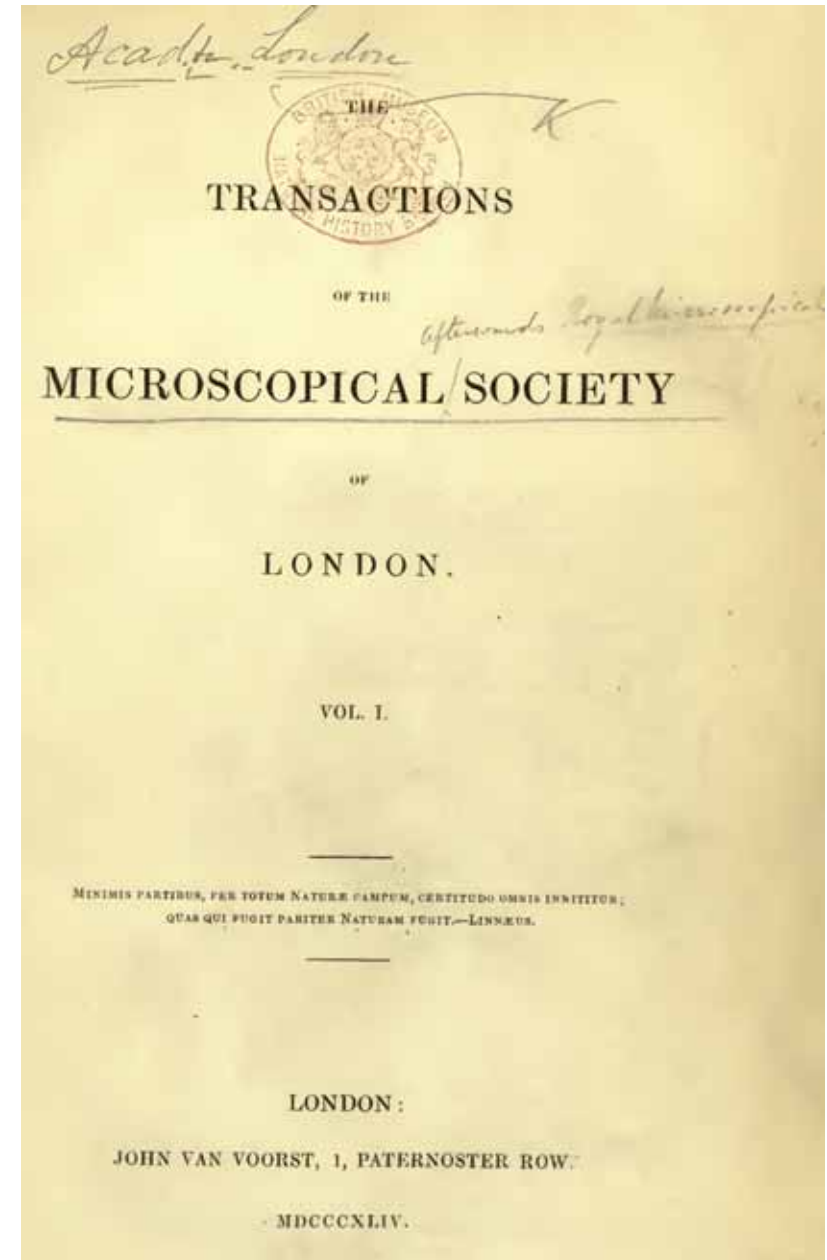
Ivan Guillot

Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est - UPEC



# Contexte

- **Historique et économique :**
  - Développement du chemin de fer
  - Avènement des procédés Bessemer (1856 ), Bessemer-Thomas (1877) et Martin-Siemens (1856-1864)
- **Scientifique :**
  - Développement très important de la microscopie (application à l'histologie, à la géologie...)
  - 1839 : fondation de la « Microscopical Society of London » qui devient en 1866 la « Royal Microscopical Society »
  - 1844 : première parution des *Transactions of the Microscopical society of London* qui changent plusieurs fois de noms pour devenir en 1877 le *Journal of the Royal Microscopical Society*, et en 1969 le *Journal of Microscopy*.



# MICROGRAPHIA:

OR SOME

*Physiological Descriptions*

OF

# MINUTE BODIES

MADE BY

MAGNIFYING GLASSES.

WITH

OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.

By *R. HOOKE*, Fellow of the *ROYAL SOCIETY*.

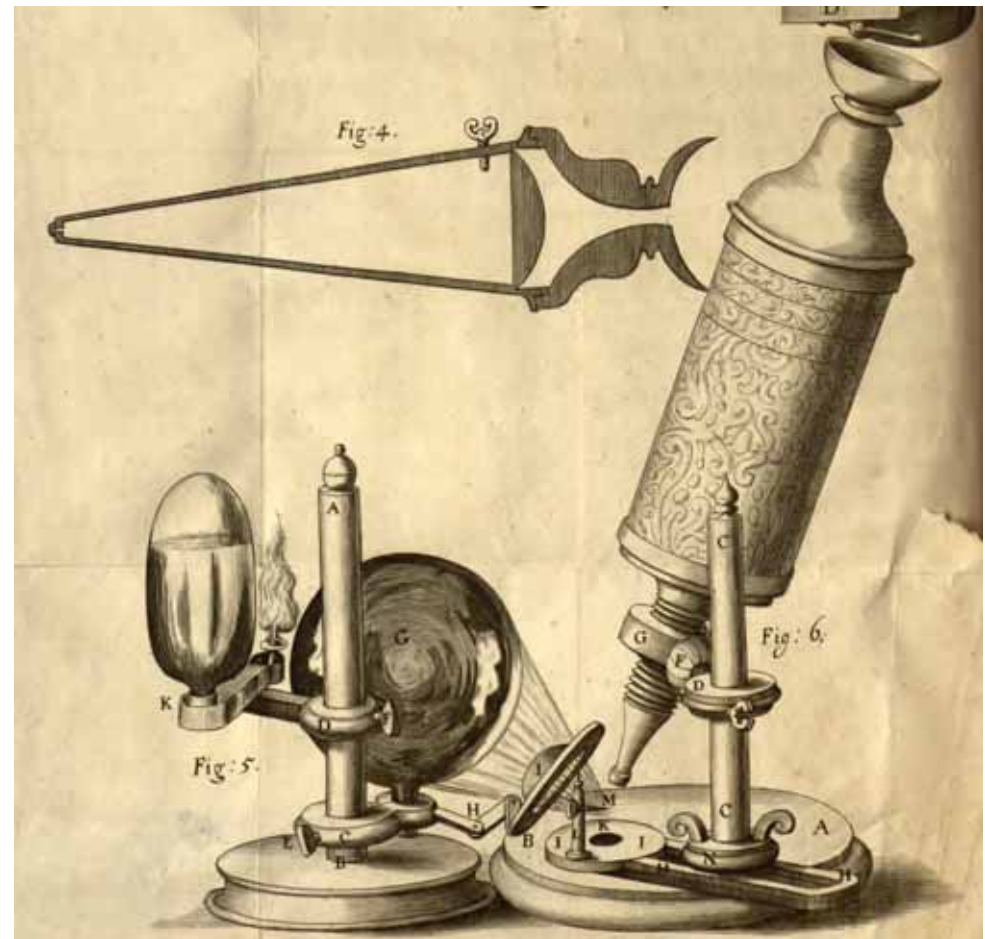
*Non possis oculo quantum contendere Lincens,  
Non tamen idcirco contemnas Lippus inungi. Horat. Ep. lib. 1.*



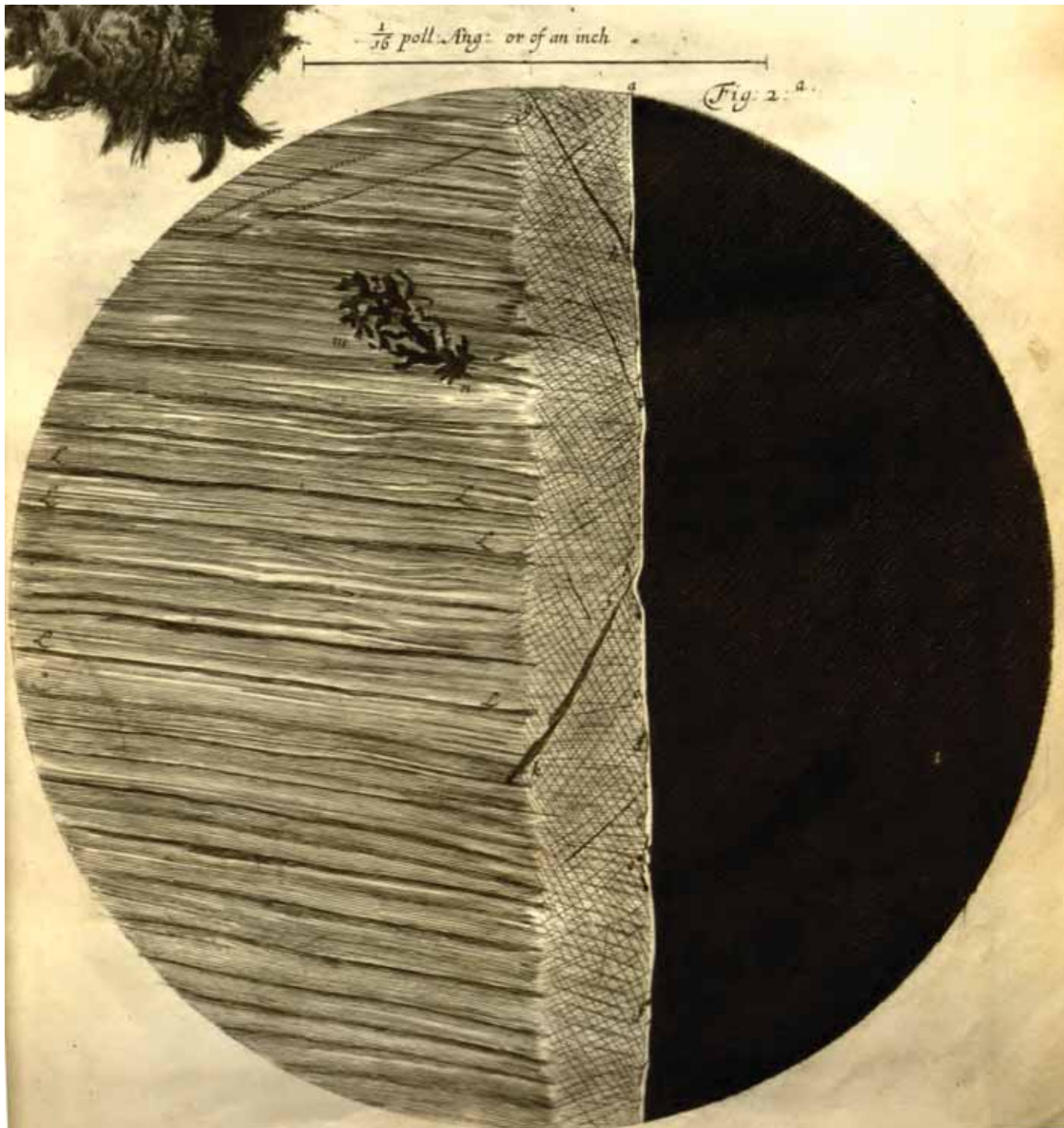
LONDON, Printed by *Jo. Martyn*, and *Jo. Allestry*, Printers to the  
*ROYAL SOCIETY*, and are to be sold at their Shop at the *Bell* in  
S. Paul's Church-yard. *MDC LXV.*



## Les précurseurs : 1665 Hooke, *Micrographia*







**Les précurseurs :**  
**1665 Hooke,**  
***Micrographia***

**Fil d'un rasoir,**  
**p. 5**



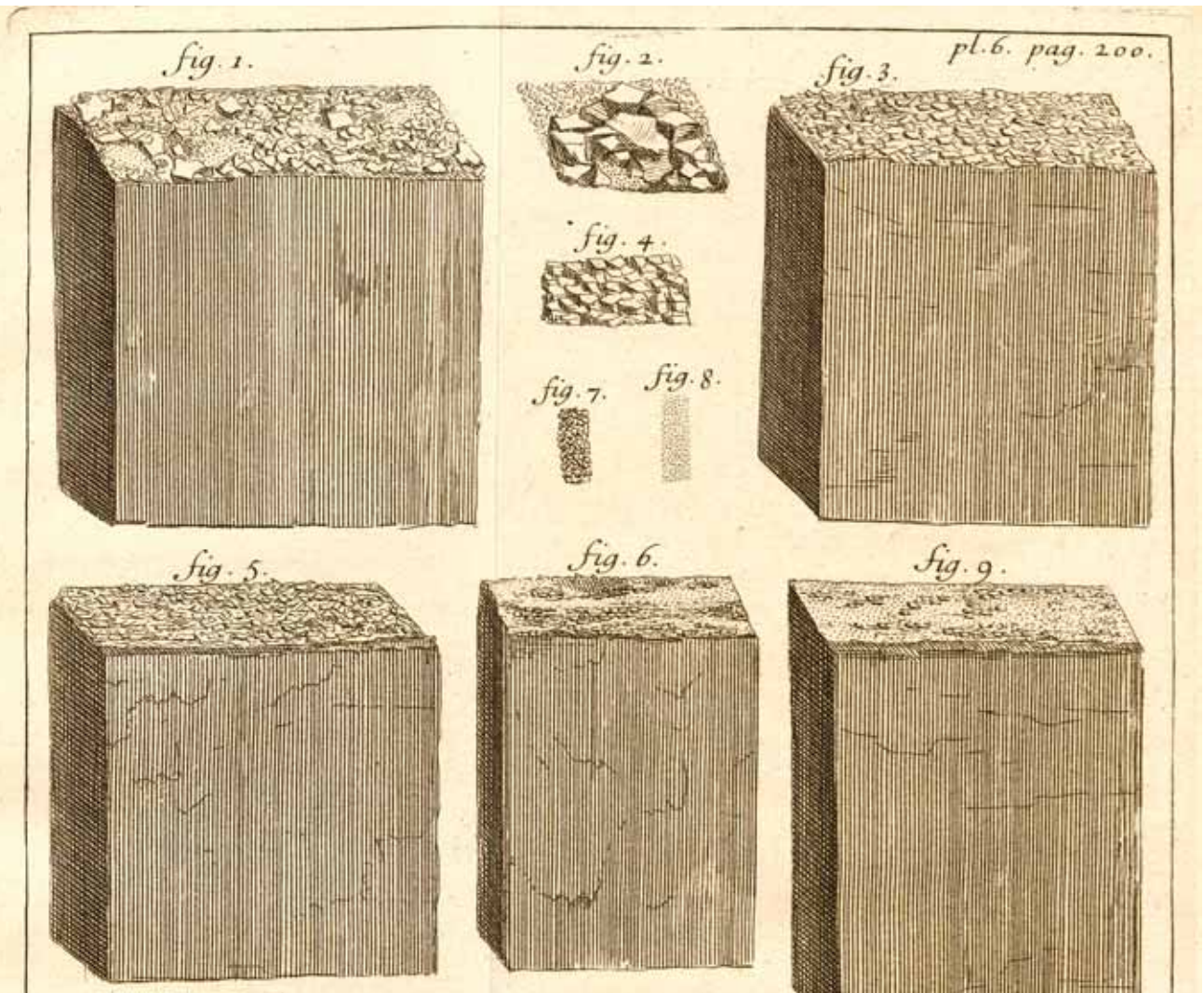
L'ART  
DE  
CONVERTIR LE FER  
FORGÉ  
EN ACIER.

ET  
L'ART  
D'ADOUCCIR LE FER FONDU.  
Ou de faire des Ouvrages de fer fondu aussi finis  
que de fer forgé.

Par Monsieur de REAUMUR,  
de l'Academie Royale des Sciences.

A PARIS.  
Chez MICHEL BRUNET, Grand'Salle du Palais, au  
Mercure Galant.

M. DCC. XXII.  
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.

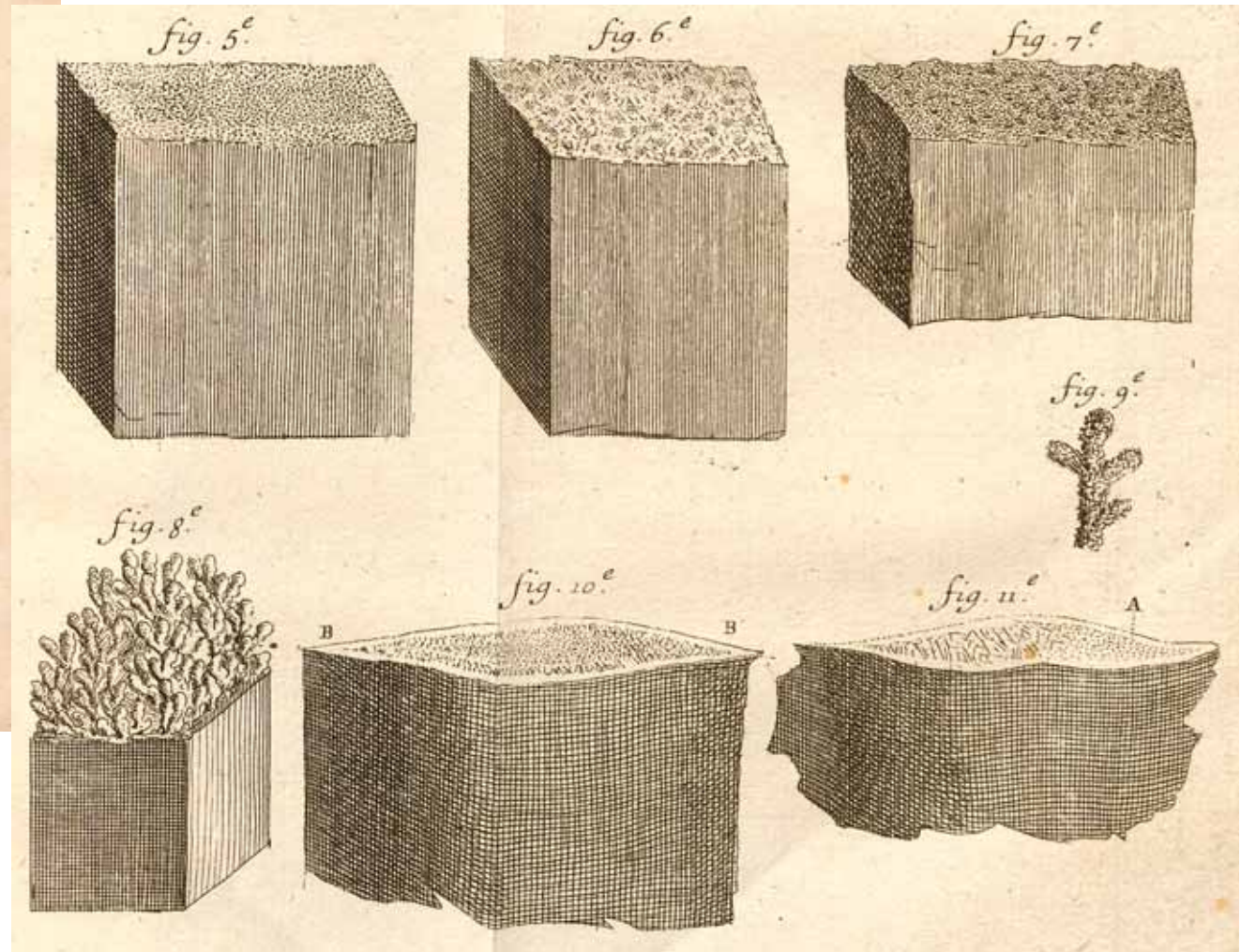
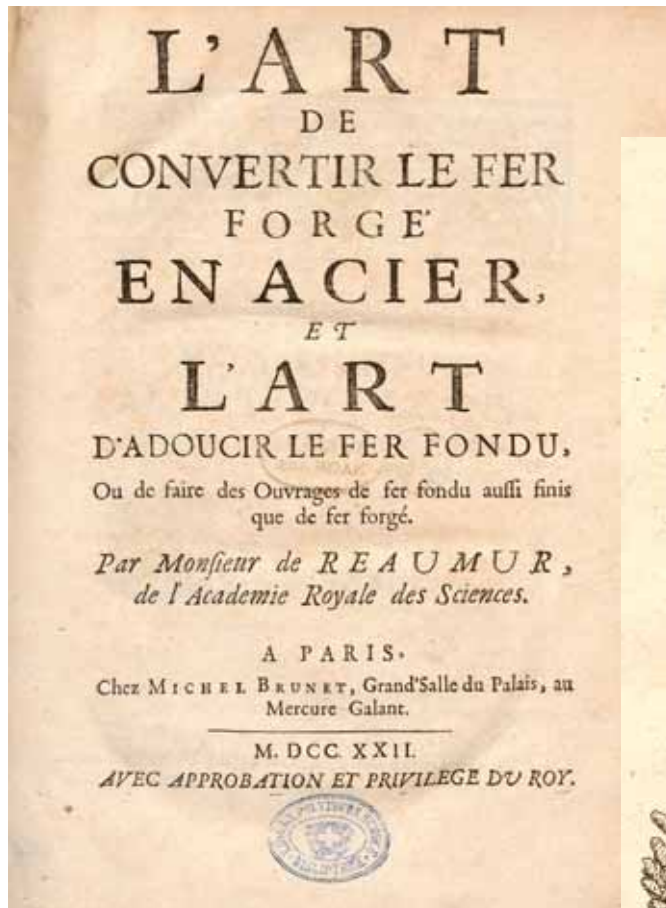


La fig. 1. est la cassure du fer que nous avons nommé à grandes, ou grosses lames.

La fig. 2. est un morceau de la cassure du même fer, mais dessiné grossi à la loupe, afin qu'on vît mieux l'irrégularité de l'arrangement des lames, & sur tout qu'il y en a de placées dans différentes inclinaisons.

**Les précurseurs :**  
**1722 Reaumur,**  
**L'art de convertir**  
**le fer forgé en**  
**acier...**





**Les précurseurs :**  
**1722 Reaumur,**  
**L'art de convertir**  
**le fer forgé en**  
**acier...**

*La fig. 8. est une petite portion de la figure 5. prise à un de ses angles, représentée grossie par le microscope. elle paroît composée d'une infinité de branchages.*

MEMOIRES  
DE PHYSIQUE  
SUR  
L'ART DE FABRIQUER LE FER,  
D'en fondre & forger des canons d'artillerie ;  
SUR L'HISTOIRE NATURELLE,  
ET SUR DIVERS SUJETS PARTICULIERS DE PHYSIQUE  
ET D'ÉCONOMIE:  
Avec une Table analytique des matieres en forme de Dictionnaire,  
pour servir à l'intelligence des termes techniques.  
*Ouvrage orné de treize Planches en taille-douce.*

PAR M. GRIGNON, Maître de Forge, Correspondant de l'Académie Royale  
des Sciences, & de celle des Inscriptions & Belles-Lettres de Paris, Associé de celle  
des Sciences, Arts & Belles-Lettres de Châlons.

Usus, & impiger simul experientia mentis,  
Paulatim docuit..... LUCK. LIB. V.

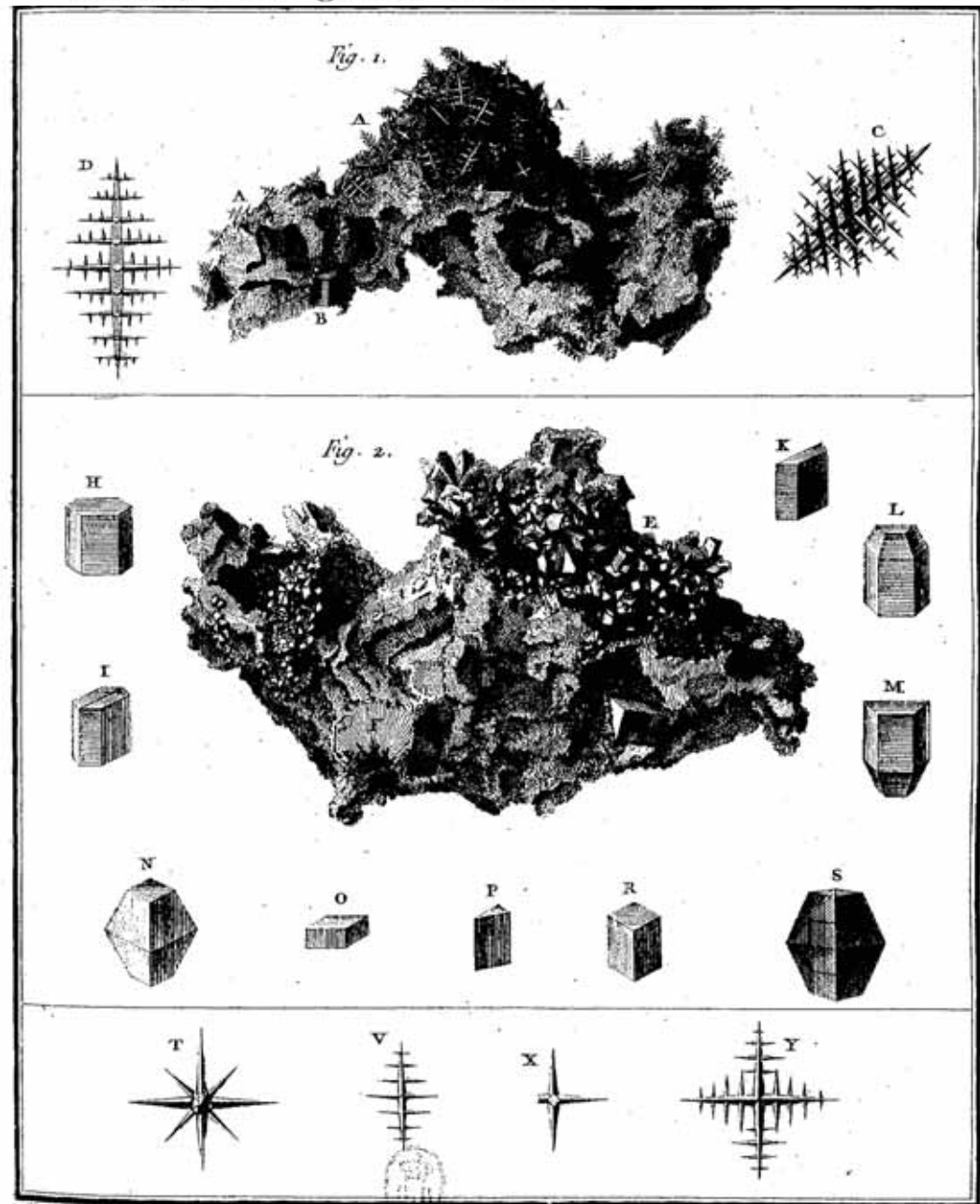


A PARIS,  
Chez DELALAIN, Libraire, rue & à côté de la Comédie Française.

M. D C C. L X X V.  
AVEC APPROBATION, ET PRIVILEGE DU ROI.

**Les précurseurs :**  
**1775 Grignon**  
**(planche XIII, p. 482)**

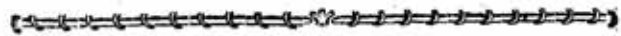
LA figure premiere représente une crySTALLISATION de fonte  
de fer, d'une grande beauté.



Fontaine del.

de la Gardette Sculp.





# MEMOIRE

SUR LES MÉTAMORPHOSES DU FER;

OU

RÉFLEXIONS CHYMIQUES ET PHYSIQUES;

SUR LES DIFFÉRENTES SITUATIONS DU FER

DANS LA TERRE,

DANS SON TRAITEMENT

JUSQU'A SA PERFECTION ET SA DESTRUCTION;

PARTICULIÈREMENT

SUR LES CRYSTALLISATIONS MÉTALLIQUES

DANS LE FEU,

SÉCIEALEMENT SUR LA CONFIGURATION DU FER;

DE SA MATTE ET DE SON RÉGULE;

SUR DIFFÉRENTS PHÉNOMENES DE SIDÉROTECHNIE;

ET AUTRES PARTIES DE MÉTALLURGIE.

*Non hic vana tenet suspensam fabula mentem, GEORG. FABR.*

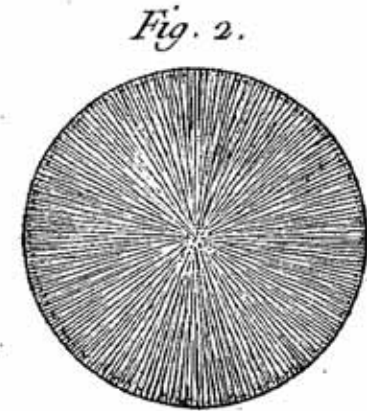
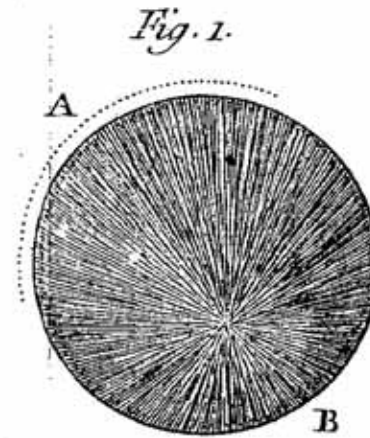
LE FER est un métal d'un genre singulier, en ce qu'il se trouve dans des situations où on peut le regarder comme demi-métal, dans d'autres comme métal, enfin dans d'autres il ne ressemble ni aux uns ni aux autres.

La fonte de fer ressemble à un demi-métal (a), en ce

(a) Je ne prétends pas dire que la fonte de fer soit un demi-métal, au point de faire un genre particulier parmi les demi-métaux. Le reste du paragraphe prouve que je ne lui donne ce nom que par comparaison, & qu'on ne la fait point changer d'état.

qu'elle

**Les précurseurs :**  
**1775 Grignon**  
**(Planches I et III,**  
**p. 91-93)**



**FIGURE 1.** représente le segment d'un boulet dont le centre de la cristallisation a été déplacé & poussé en B, à cause d'un refroidissement accidentel arrivé à la partie opposée sur la ligne ponctuée A.

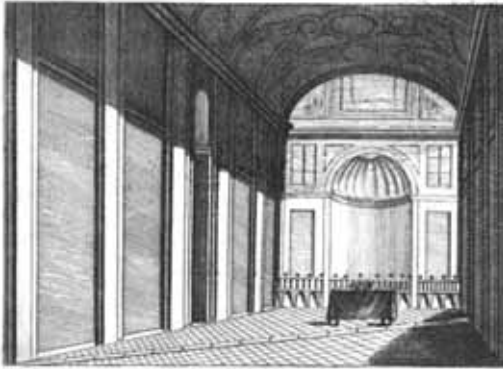
**Figure 2.** Segment d'un boulet de fonte blanche dont la cristallisation s'est faite naturellement en rayons convergents au cent



**Figure 20.** Groupe de petits cristaux hexaédres de fer régulin & grossi considérablement sous la figure 17.



A T T I  
DELL  
ACCADEMIA DELLE SCIENZE  
DI SIENA  
DETTA  
DE' FISIO-CRITICI



SIENA 1868.

DAI TORCHI DI ONORATO PORRI  
Con Licenza de' Superiori.

DELL'ACCADEMIA

37

SAGGIO

DI G. THOMSON

SUL FERRO MALLEABILE TROVATO DA PALLAS IN SIBERIA (a)

Tradotto dal Manoscritto Inglese del medesimo.

„ Compositio experimentis idoneis nudari potest , raro genesis „  
Bergm. Sciag. Sect. 279.

## Les précurseurs : 1808, G. Thomson

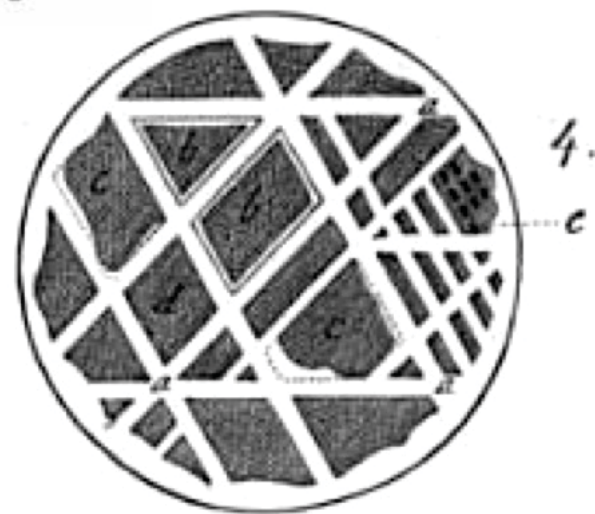
Première publication de l'observation de la surface polie et attaquée à l'acide nitrique dilué d'une météorite.

Publication antérieure aux observations d'Aloïs von Widmanstätten publiées en 1820 par Karl von Schreibers



no dense delle medesime. Benchè credo che il lustro dato ad uno de' miei pezzi abbia molto contribuito a preservarlo dalla ruggine, che gli altri saggi contraggono facilmente, niente dimeno dopo averlo conservato sette anni, il ferro del frammento lustrato (il quale tenevo per dimostrare la congenerazione del ferro col peridoto), avendo preso qualche macchietta di ruggine, io ho dovuto di nuovo lustrarlo, e non riuscendo subito a separarne le sporcizie del lapidario, impiegai a questo effetto per alcuni minuti secondi dell'acido nitrico allungato, il quale sviluppò distintamente la struttura del pezzo, benchè colla perdita del lustro, che a piacere se li rende, e qui il caso operava per me in una guisa simile a quella, che ho adoperata spesso per iscoprire la struttura delle pietre composte, col disciogliere taluno de' loro ingredienti. L'acido nitrico distruggendo il lustro ch'era puro effetto dell'arte, mi svelò la tessitura laminosa e cristallina del ferro di Siberia (r).

Arre-





# Les Précurseurs : 1820 von Schreibers

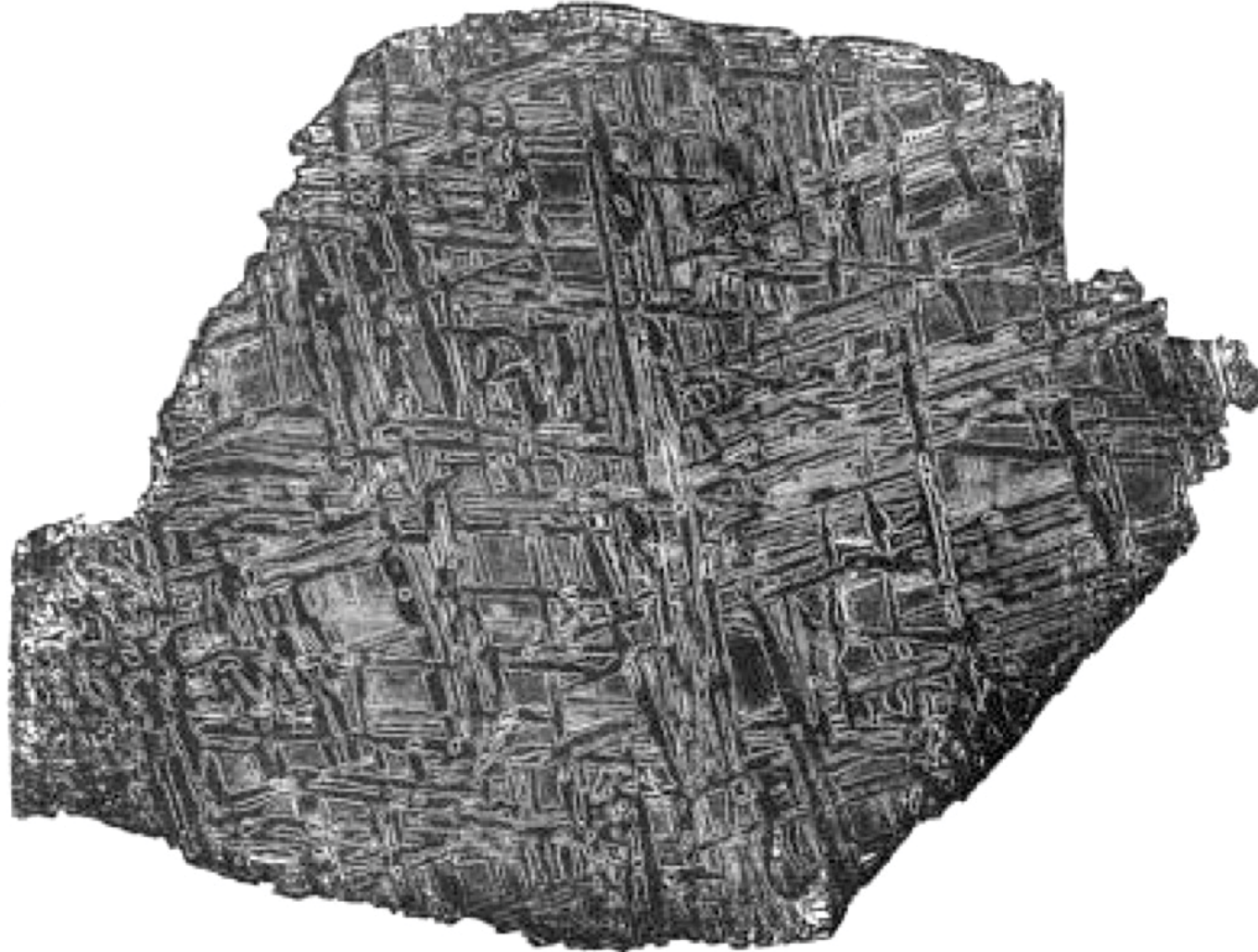
**Météorite d'Elbogen** : impression typographique directe à partir d'une surface polie et attaquée à l'acide nitrique dilué, puis encrée.





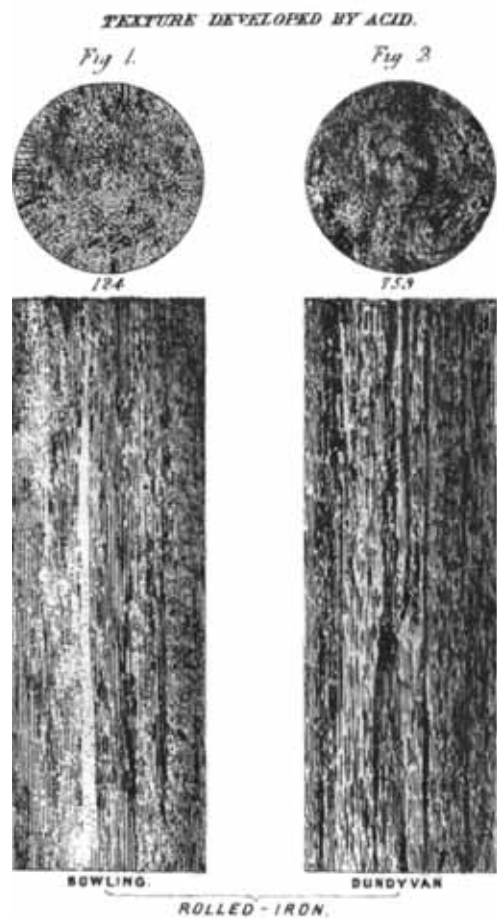
## Les précurseurs : 1843 P. Partsch

**Météorite de Lenarto** : impression typographique à partir d'une réplique en plomb-étain-antimoine de la surface polie et attaquée à l'acide nitrique dilué.



*Partsch P., Die Meteoriten oder vom Himmel gefallene Steine und Eisenmassen in k.k. Hof-Mineralienkabinette zu Wien. Wien 1843*





Kirkaldi D., *Results of experimental enquiry into the relative properties of wrought iron and steel*, Edinburgh, 1862.

Attaque par une solution d'acide chlorhydrique dilué

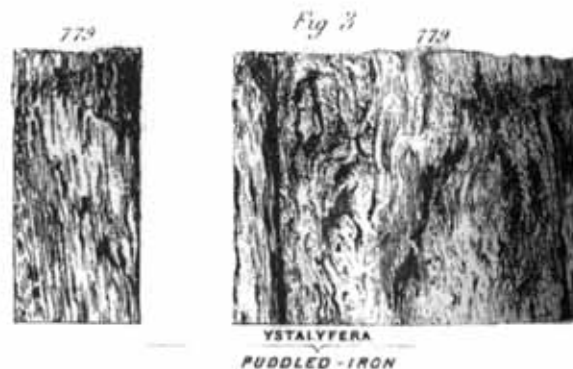
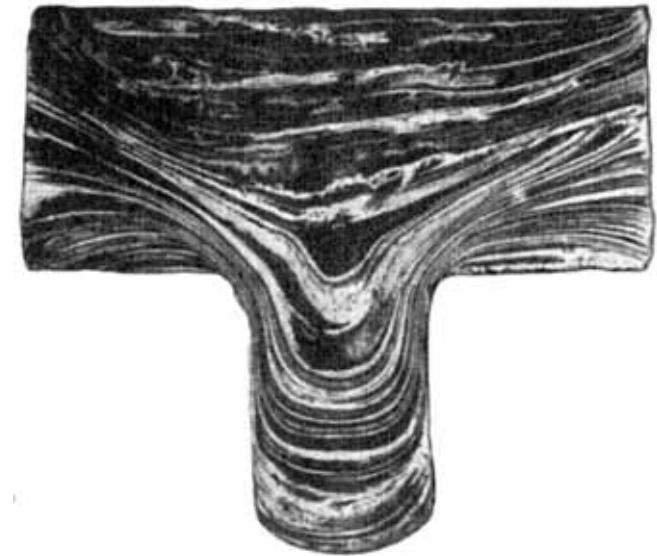


Fig. 82.—Texture of wrought iron developed by etching in acid. (Kirkaldy, 1862.)



Tresca H., *On the flow of solids...*, *Proc. Instn. Mech. Engrs.*, 1867, 114-143

Attaque par une solution de chlorure mercurique



Lüders W., *Über die Äusserung der Elasticität an stahlartigen Eisenstäben und Stahlstäben, und über eine beim Biegen solcher Stäbe beobachtete Molecularbewegung*, *Dingler's polytechnisches Journal*, 1860, Band 155, Nr. VIII., p. 18-22.

Attaque à l'aide d'une solution d'acide nitrique dilué.

## Henry Clifton SORBY – 1826-1908

*28. Discover the Widmannstätten'sche  
fig. in  $\text{L}$  iron.*

“28 Discover the Widmannstätten'schm fig. in  $\text{L}$  iron”.

Journal manuscrit de Sorby, le 28 juillet 1863  
(conservé à l'Université de Sheffield)

### LA PREMIERE OBSERVATION





# Henry Clifton SORBY – 1826-1908

## 1864

- On a new method of Illustrating the structure of various kinds of steel by nature printing, *Sheffield Literary and Philosophical Society*, Feb. 1864.
- On microscopical photographs of various kinds of iron and steel, *Brit. Assoc. Rep.*, 1864 (pt. 2), p. 189.
- On the microscopical structure of meteorites, *Proc. R. Soc. Lond.*, **XIII**, 1864, p. 333-334.

## 1865

- Über Structur von Eisen und Stahl, *Dingler's polytechnisches Journal*, **178**, 1865, p. 468.

## 1868

- On the microscopical structure of iron and steel., Lionel Beale's "*How to work with the microscope*", 4<sup>th</sup> edit., 1868, p. 181-183.

## 1882

- On the microscopical structure of iron and steel, *The Engineer*, **LIV**, 1882, p. 308.
- On the microscopical structure of iron and steel, *Jour. Iron Steel Inst.*, **XXIV**, 1882, p. 702-703.
- ...



Sorby H. C. Über Structur von Eisen und Stahl, *Dingler's polytechnisches Journal*, 1865, Band 178/ 6, p. 468.

### Sorby, über Structur von Eisen und Stahl.

Polirte, mit schwachen Säuren geätzte und mit Hilfe des Mikroskops in den Details vervollständigte Flächen wurden photographirt. Es zeigte Meteoreisen eine äußerst krystallinische Structur; graues Roheisen Graphitkrystalle, auf der buntscheckigen Oberfläche des Metalles losgelöst; Feineisen, lange Linien harter Metalltheile sind zu Zonen geordnet; Walzeisen zeigt sich im Gegensatz zu Luppeneisen frei von Schlacke und von eigenthümlicher Textur, während schwedisches Eisen sich dem Stahl nähert; Cementstahl läßt deutlich den Vorgang des Cementirens erkennen; Gußstahl, gleichförmige Anordnung der Krystalle. (Quarterly-Journal of Science.)

**Polierte, mit schwachen Säuren geätzte und mit Hilfe des Mikroskops in den Details vervollständigte Flächen wurden photographirt.** Es zeigte Meteoreisen eine äußerst krystallinische Structur; graues Roheisen Graphitkrystalle, auf der buntscheckigen Oberfläche des Metalles losgelöst; Feineisen, lange Linien harter Metalltheile sind zu Zonen geordnet; Walzeisen zeigt sich im Gegensatz zu Luppeneisen frei von Schlacke und von eigenthümlicher Textur, während schwedisches Eisen sich dem Stahl nähert; Cementstahl läßt deutlich den Vorgang des Cementirens erkennen; Gußstahl, gleichförmige Anordnung der Krystalle. (Quarterly-Journal of Science.)

**“Polies et attaquées avec des acides faibles, les détails des surfaces, enrichies avec l’aide d’un microscope ont été photographiées“.**

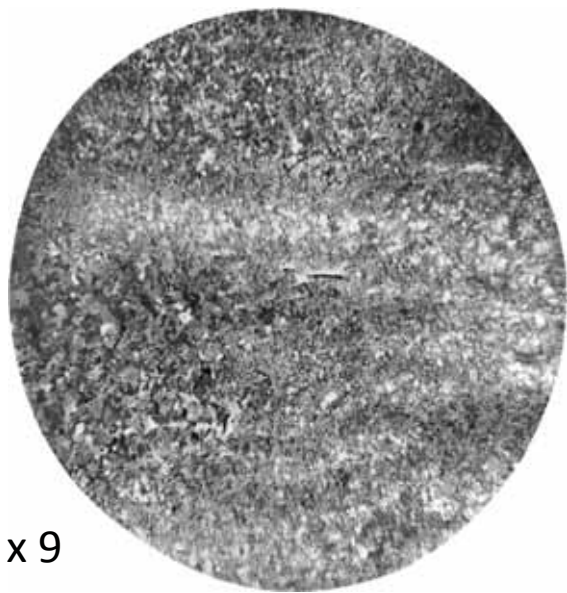
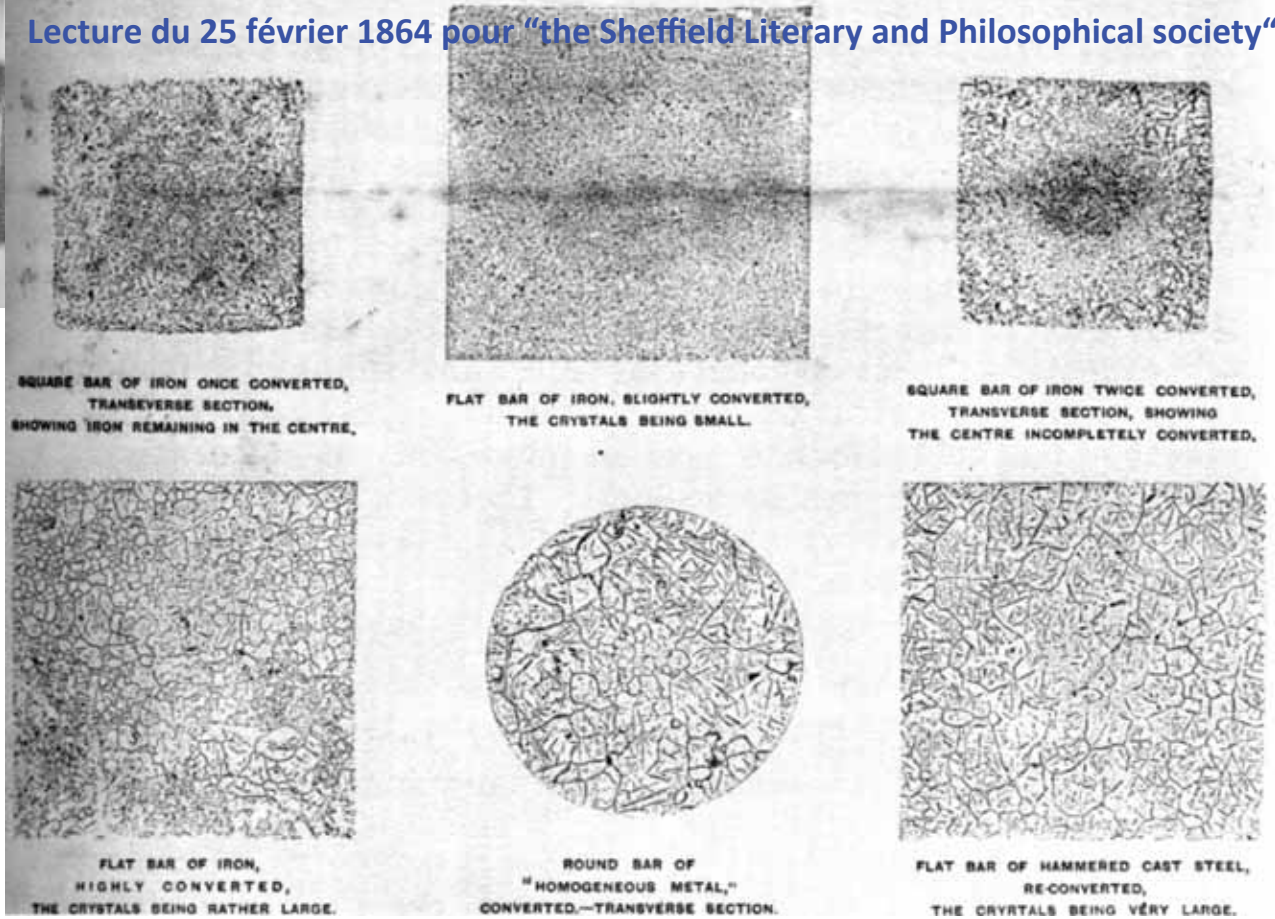


Lecture du 25 février 1864 pour "the Sheffield Literary and Philosophical society"



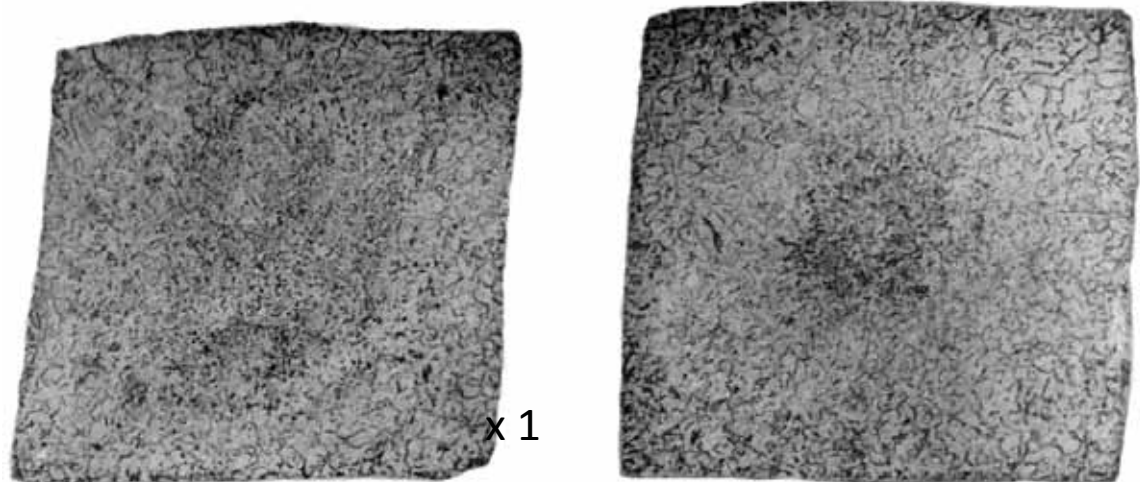
Acier forgé suédois pour cémentation  
(*The Sorby centennial symposium on the history of metallurgy*, Cleveland, 22-23 Oct. 1963, C. Stanley ed., Gordon & Breach Science Publishers.)

**SORBY** – 1826-1908



x 9

On the microscopical structure of iron and steel,  
*Jour. Iron Steel Inst.*, XXXIII, 1887, p. 255-288



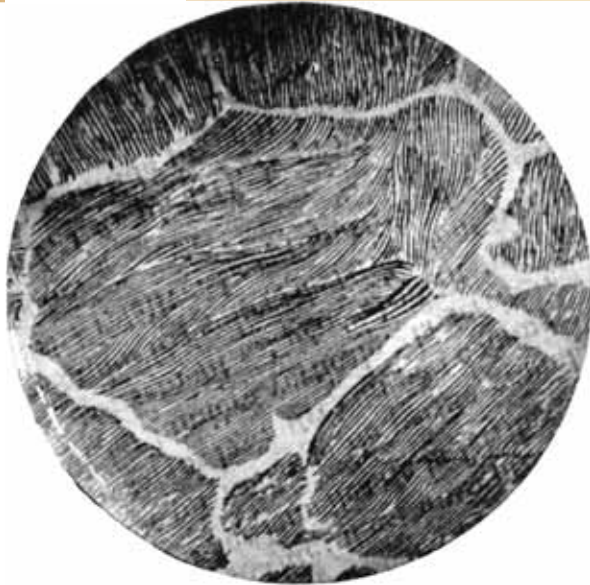
x 1



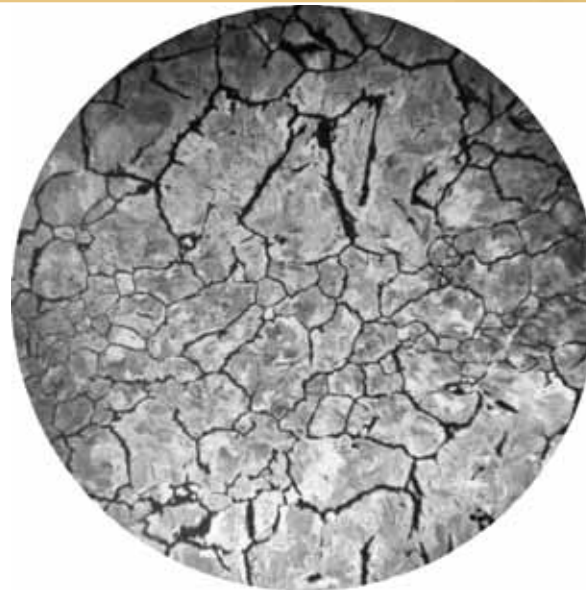
**SORBY – 1826-1908**

3. *The Pearly Constituent.*—The optical characters of this substance led me to conclude that it had a very fine laminar structure, before I was able to prove it by the use of high powers. It seems difficult, if not impossible, to explain its structure by supposing that it is an accidental mixture, whereas the facts are easily explained, if we suppose that it exists as a compound at a high temperature, and breaks up into a mixture on further cooling, as more fully described in my paper on the use of high powers. For this reason it will be convenient to retain the name *pearly constituent*, with the understanding that, as seen when cold, it is a mixture.

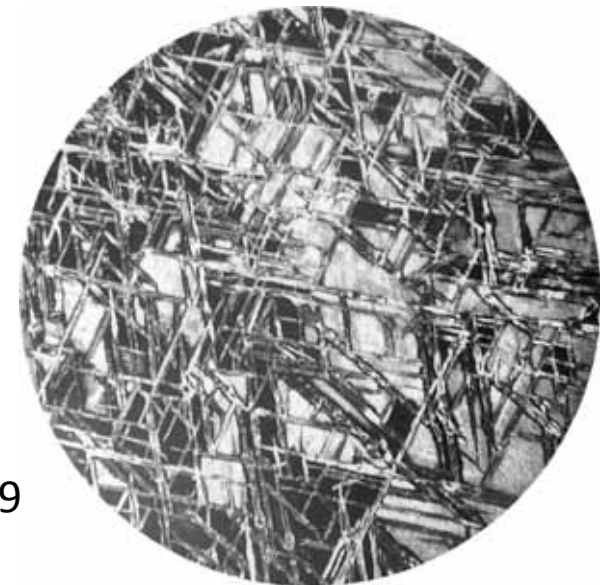
Sorby Henri Clifton, On the microscopical structure of iron and steel, *Jour. Iron Steel Inst.*, XXXIII, 1887, p. 255-288



Sauveur Albert, *The metallography of iron and steel*, Lesson V, 4<sup>th</sup>. Edition, McGraw-Hill Book Compagny, London, 1937.



Acier cémenté  
(blister steel)



Météorite de Tazewell

x 9



# Adolf MARTENS – 1850-1914

## 1878

- Ueber die mikroskopische Untersuchung des Eisens, *Zeitschrift des Ver. Deutscher Ing.*, **vol. XXI**, Jan. 1878, p. 11-18.  
Traduction dans *Engineering*, **28**, 1879, p. 88-90 (The microscopic investigation of iron)
- Zur Mikrostruktur des Spiegeleisens, *Zeitschrift des Ver. Deutscher Ing.*, **vol. XXI**, Mai. 1878, p. 205-214.
- Zur Mikrostruktur des Spiegeleisens, *Zeitschrift des Ver. Deutscher Ing.*, **vol. XXI**, Nov. 1878, p. 481-488.

## 1880

- Ueber Festigkeitsversuche mit Eisen und Stahl, *Glaser's Annalen für Gewebe und Bauwesen*, **6**, 1880, p. 119-123.
- Ueber die Ursachen undichter Stahlgüsse, *Glaser's Annalen für Gewebe und Bauwesen*, **7**, 1880, p. 475-476.

## 1882

- Mikroskop für die Untersuchung der Metalle, *Stahl und Eisen*, **2**, 1882, p. 423-425.
- Ueber die mikroskopische Untersuchung des Eisens, *Verhandl. des Ver. Zur Beförderung des Gewerbflusses*, 1882, p. 233.  
Traduction dans *Iron age*, **XXX (18)**, 2 Nov. 1882, p. 1-9  
(Microscopical examinations of iron)
- ...



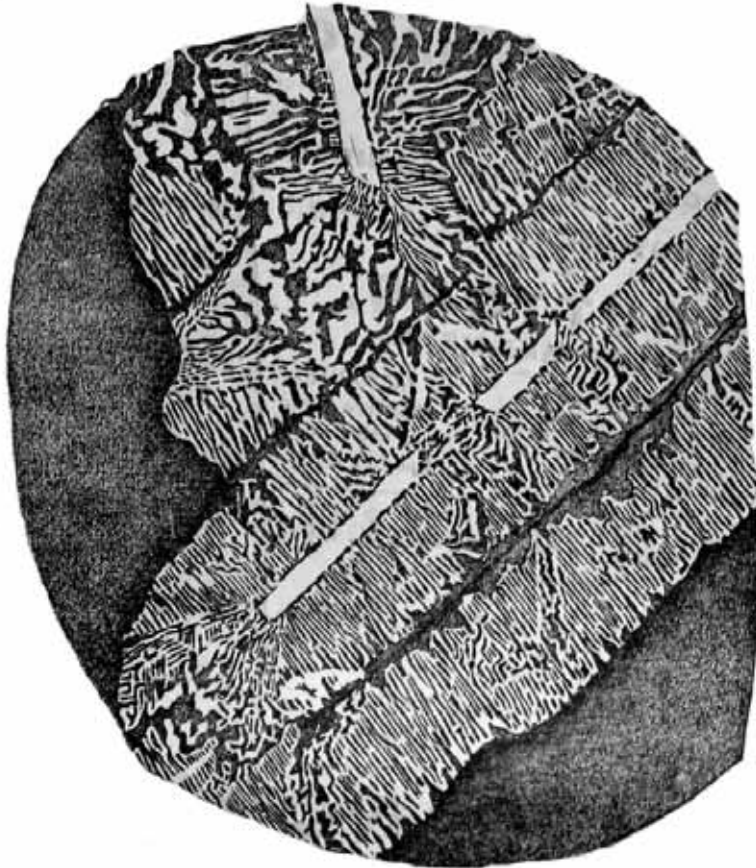
**MARTENS – 1850-1914**

Martens Adolf, The microscopic investigation of iron, *Engineering*, 28, 1879, p. 88-90.



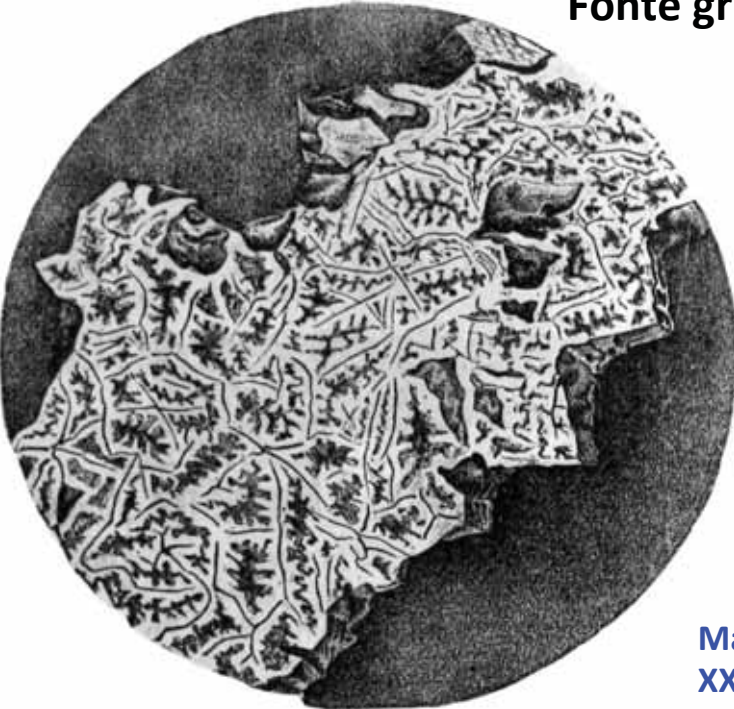
x 25

**Fonte grise**



**Spiegeleisen**

X 100 ?



Martens Adolf, Microscopical examinations of iron, *Iron age*, XXX (18), 2 Nov. 1882, p. 1-9.



# Floris OSMOND – 1849-1912

## 1885

- Osmond F. & Werth J., Structure cellulaire de l'acier fondu, *C.R.A.S.*, **vol. C**, p. 450.
- Osmond F. & Werth J., Théorie cellulaire des propriétés de l'acier, *Annales des Mines*, **vol. 8**, 1885, p. 5-85.
- Osmond F., Etude calorimétrique des effets de la trempe et de l'écroissage sur l'acier fondu, *C.R.A.S.*, **vol. C**, p. 1228.

## 1886

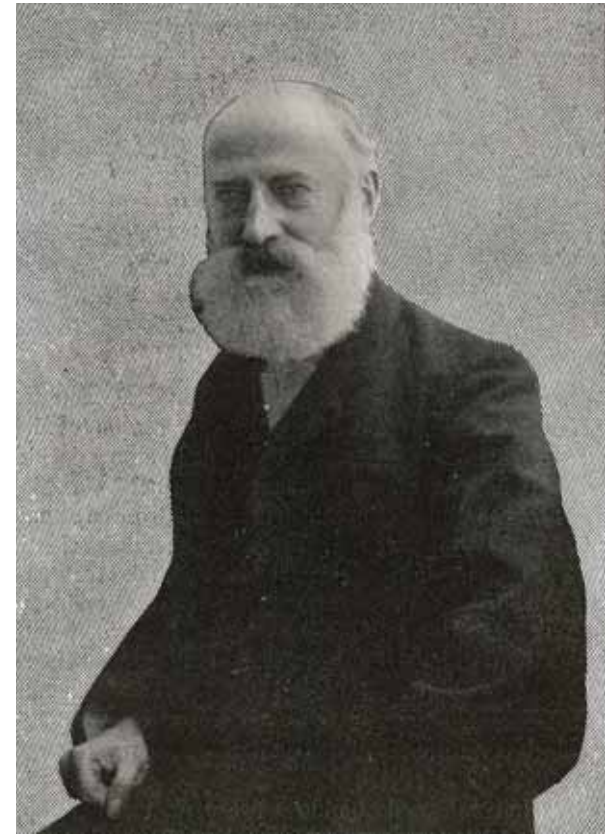
- Osmond F., Transformation du fer et du carbone dans les fers, les aciers et les fontes blanches, *Mémorial de l'Artillerie de Marine*, 3<sup>e</sup> livraison, **vol. XV**, p. 573.
- ...

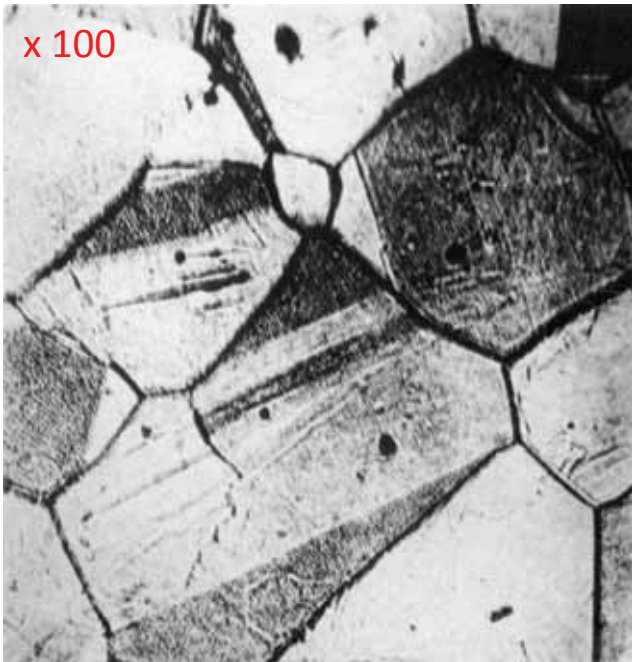
## 1887

- Osmond F., Sur les phénomènes qui se produisent pendant le chauffage et le refroidissement de l'acier fondu, *C.R.A.S.*, **vol. CIII**, p. 743 et p. 1135.
- ...

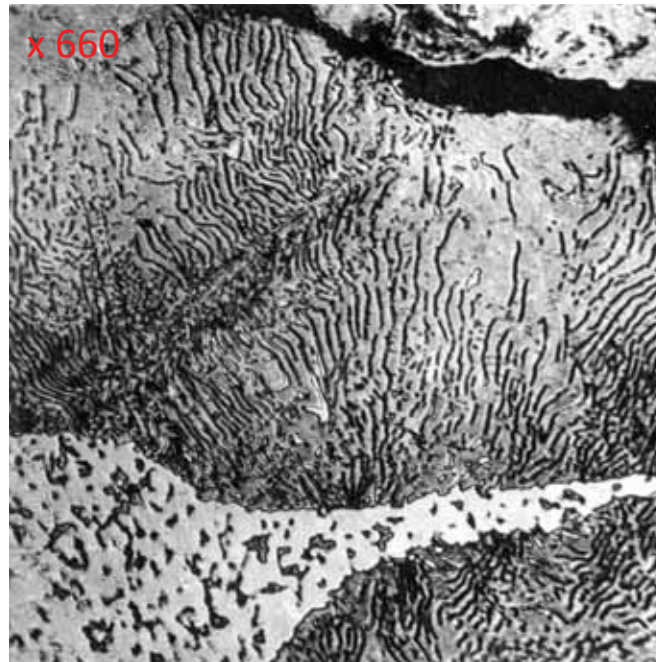
## 1895

- Méthode générale pour l'analyse micrographique des aciers au carbone, *B.S.E.I.N.*, 4<sup>e</sup> série, **vol. X**, p. 480.
- ...





Fer - Attaque à la teinture d'iode



Fonte grise - Attaque à la teinture d'iode



Acier 1,57% C - Polissage -  
attaque



Acier 1,57% C - Polissage-attaque



Acier 1,25% C - Polissage en bas-  
relief

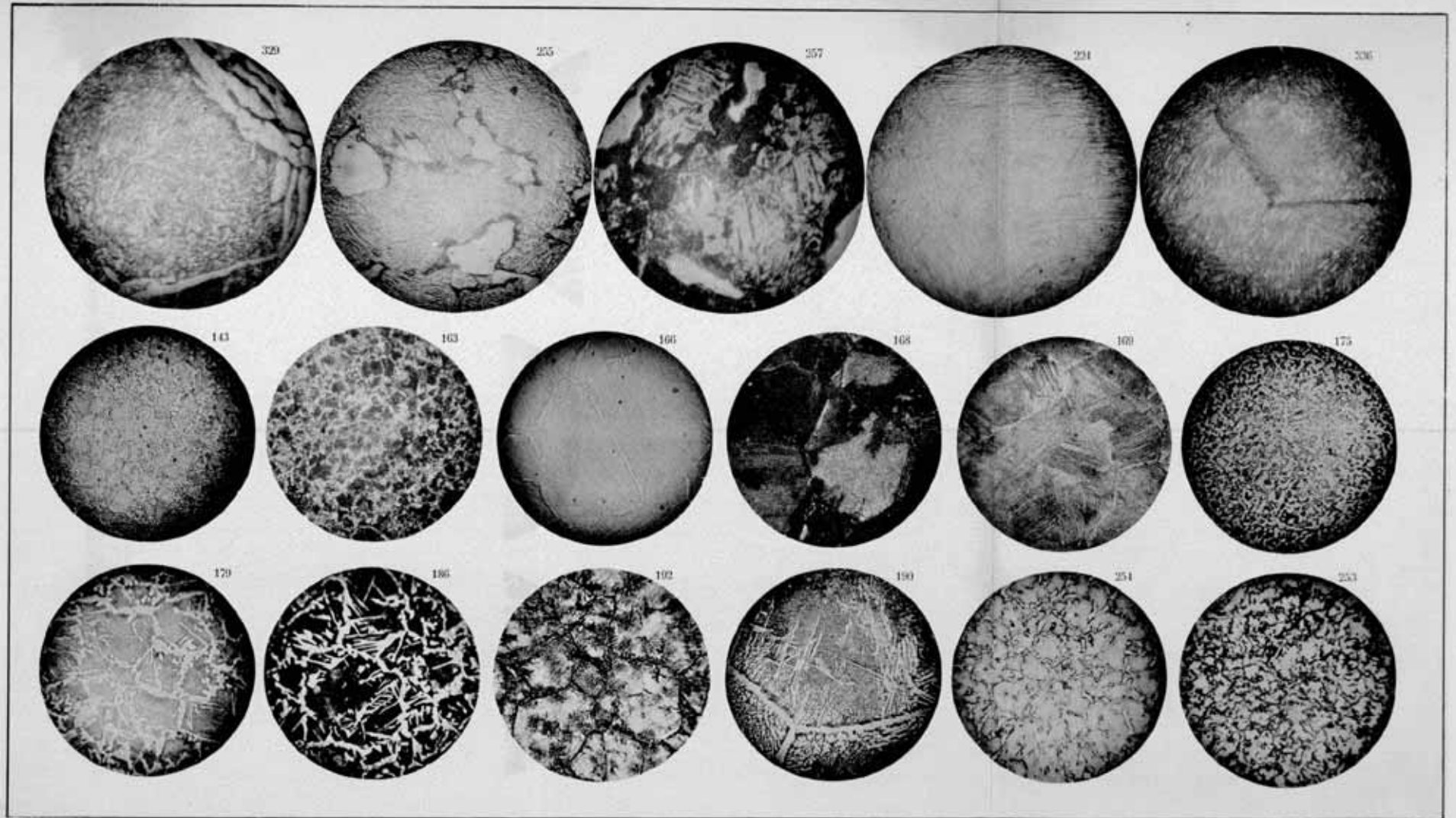




Floris Osmond, Méthode générale pour l'analyse micrographique des aciers au carbone, *B.S.E.I.N*, 4<sup>e</sup> série, vol. X, 1895, pl. 2, p. 618.

*Bulletin de la Société d'Encouragement (quatrième Série), n° 113*

Pl. 3



Phototypie Parraud, Paris.

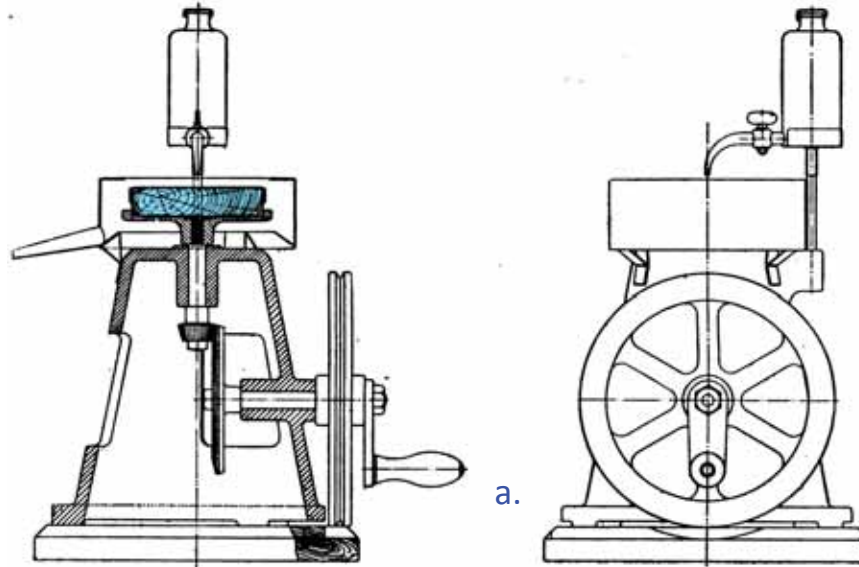
Analyse micrographique des aciers.

# PREPARATION DES ECHANTILLONS : polissage

d.



**Dispositif de Frémont**



a.

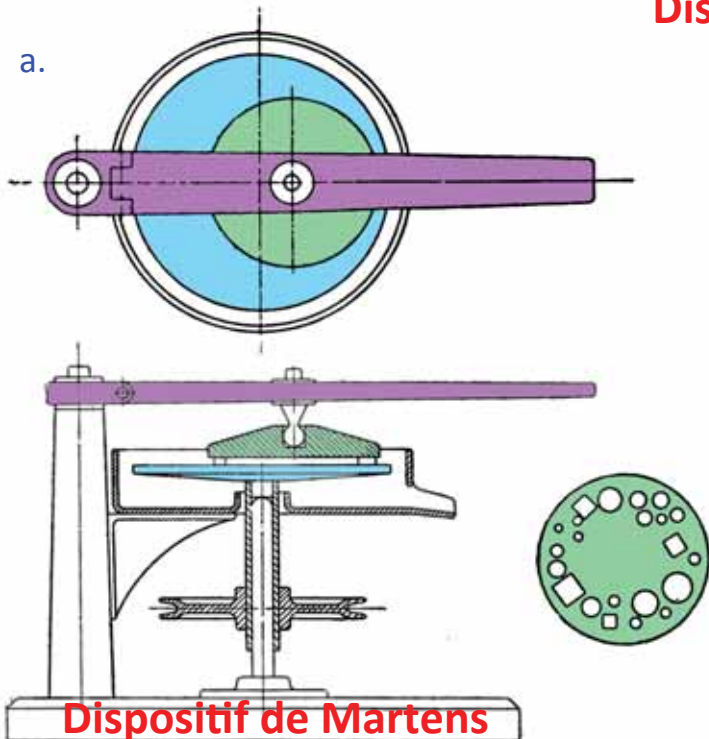
**Dispositif adopté par Osmond, Le Chatelier et Arnold**



c.

**Dispositif de Sauveur**

a.



**Dispositif de Martens**

a. Stead J. E., *Practical metallography, The metallographist*, Vol. 3, 1900, p. 237.

b. Sauveur A., *The progress of metallography in 1900, The metallographist*, Vol. 4, 1901, p. 271.

c. Hiorns A. H., *Metallography*, McMillan and Co, London, 1902, p. 20.

d. Savoia H., *Metallography applied to siderurgic products*, E. & F.N. Spon Ltd, London, 1910.



b.



## POLISSAGE : Osmond F., *BSEIN*, 4<sup>e</sup> série, vol. X, p. 480.

*Polissage préparatoire.* — Ce procédé, d'ailleurs, est en principe le même que celui des artisans : dégrossissage par l'émeri, finissage par le rouge. Mais ce sont les détails qui importent.

---

eux-mêmes. Les papiers du commerce remplissent rarement toutes ces conditions; mais comme on les paye un sou la feuille, on n'a pas le droit de leur être bien sévère. Le mieux est encore de fabriquer les papiers dont on a besoin. Pour

---

(1) Voici la recette de cette colle que j'ai empruntée à un traité de photographie :

Albumine. . . . .	72 cc.
Eau . . . . .	24

battre en neige et, après 12 heures, passer sur une petite éponge fine.  
La gélatine raye le fer.

---

Quand les papiers d'émeri sont bons, on peut terminer directement le polissage avec le rouge d'Angleterre, sans passer par aucune autre poudre intermédiaire. Les rouges du commerce ne sont pas toujours non plus de qualité convenable. Les rouges dits à l'acier sont trop durs et trop gros pour les aciers non trempés; les rouges dits à l'or sont généralement meilleurs : encore faudrait-il le plus souvent les laver. J'ai cru aussi remarquer que ces produits s'altéraient

## **POLISSAGE** : Osmond F., *BSEIN*, 4<sup>e</sup> série, vol. X, p. 480.

I. *Polissage en bas-relief*. — Quand on polit un corps non homogène, ses divers constituants tendent à s'user inégalement, suivant leurs propriétés spécifiques et leurs dimensions absolues, et l'on peut, en se plaçant dans des conditions convenables, faire apparaître **la structure par l'inégal relief de ses éléments**. C'est ce que j'appelle le polissage en bas-relief. M. Sorby (1), M. Martens (2) et surtout M. Behrens (3) ont obtenu ainsi, soit incidemment, soit à dessein, des préparations métalliques intéressantes. La méthode en question n'est donc pas nouvelle :

---

Cependant, le rouge le plus fin est encore un peu brutal, et il peut être utile de continuer le polissage, toujours sur parchemin mouillé, avec **le sulfate de chaux précipité**. J'ai aussi employé, quelquefois avec beaucoup de succès, plus souvent avec des succès inexplicables, **le sulfate de baryte également précipité**. On révèle ainsi certains détails; mais le travail est long et pénible et, heureusement, il n'est pas souvent nécessaire d'y avoir recours (1).



## POLISSAGE : Osmond F., *BSEIN*, 4<sup>e</sup> série, vol. X, p. 480.

II. *Polissage-attaque*. — La deuxième opération, celle que j'ai appelée le polissage-attaque, consiste à ajouter, à l'action mécanique de la poudre à polir chimiquement inerte, celle d'un réactif liquide, qui serait inerte par lui-même, mais dont l'activité est exaltée par le frottement (2). On obtient parfois ainsi des effets singuliers. L'eau ammoniacale, par exemple, non seulement n'oxyde pas

---

d'ailleurs tiré parti de cette remarque. Le réactif dont je me sers pour le polissage-attaque, non moins imprévu que l'ammoniaque, est l'infusion de racine de réglisse connue sous le nom vulgaire de *coco*. C'est M. Ivan Werlein qui me l'a signalé, comme un exemple de certains préjugés des ouvriers. Mais les recettes des arti-

---

### III. *Attaque*. —

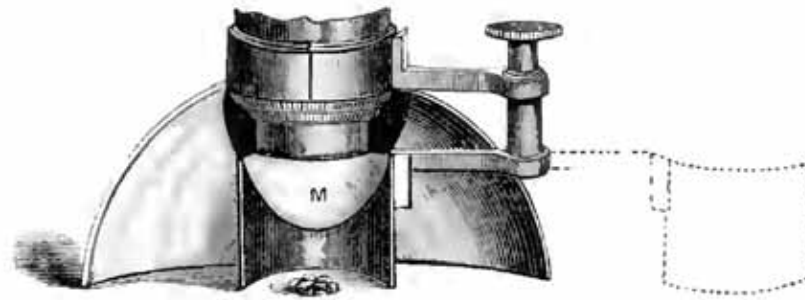
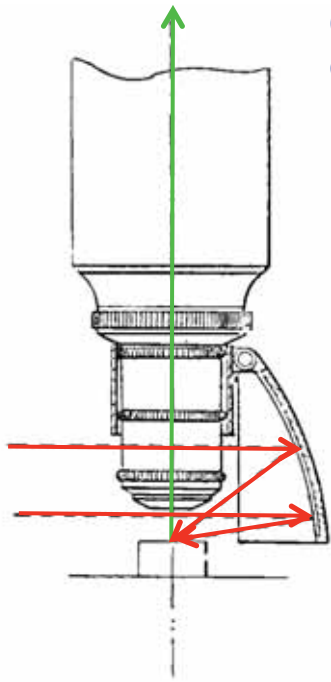
Les réactifs utilisables peuvent se diviser en trois classes : les acides, les halogènes et les sels.

En fin de compte, je ne retiendrai, des réactifs examinés, que la teinture d'iode et, accessoirement, l'acide azotique. Après attaque, on lave à l'alcool pour la teinture d'iode, à l'eau et à l'alcool pour l'acide azotique et on essuie avec un linge fin et sec. Le séchage sous un jet d'air comprimé est préférable quand on peut l'appliquer. On supprime l'essuyage si on doit se servir d'un objectif à immersion.

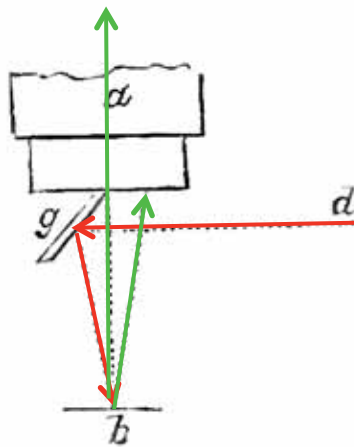
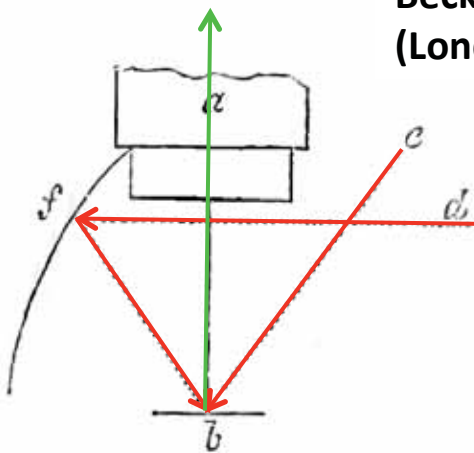
# MICROSCOPES Système d'illumination, faible grossissement

Charpy G., Appareils pour l'examen microscopique des corps opaques, *Rev. Gén. Sci.*, 1895, p. 1260

## Dispositif de Sorby

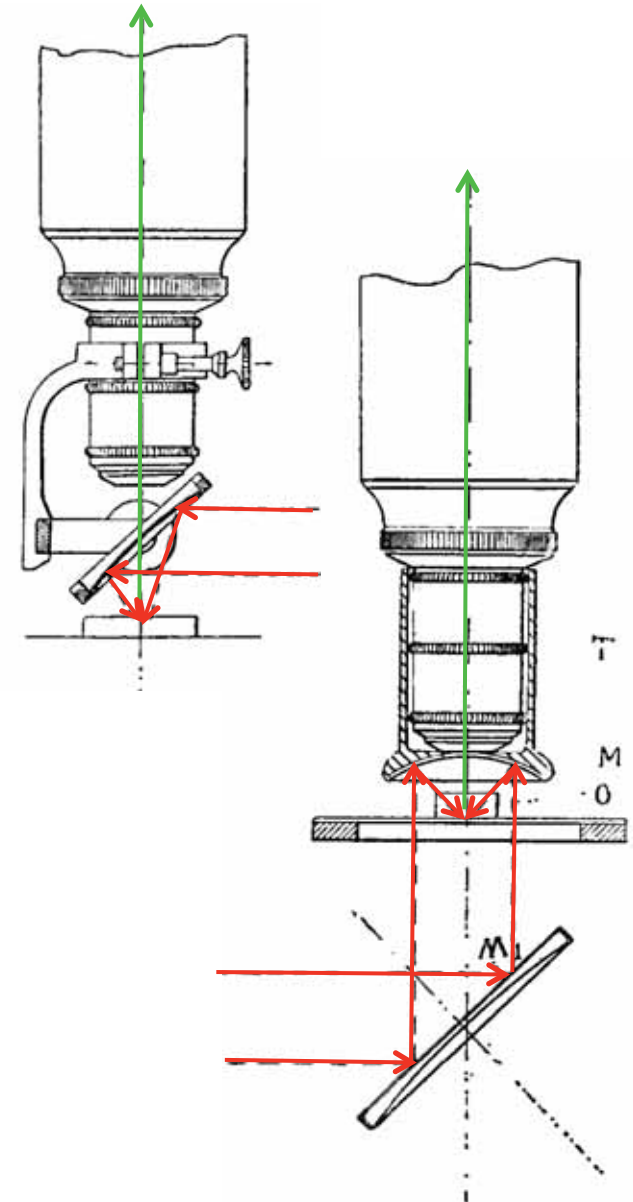


Beck & Co.  
(London)



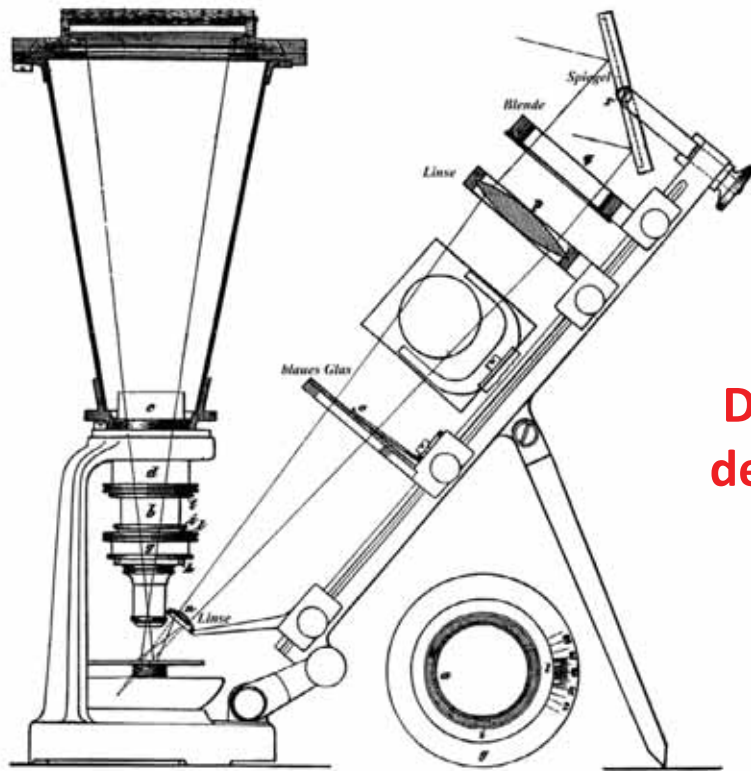
Sorby H. C., On the microscopical structure of iron and steel., Lionel Beale's, *How to work with the microscope*, 4<sup>th</sup> edit., 1868, p. 181-183

## Dispositif de Lieberkühn

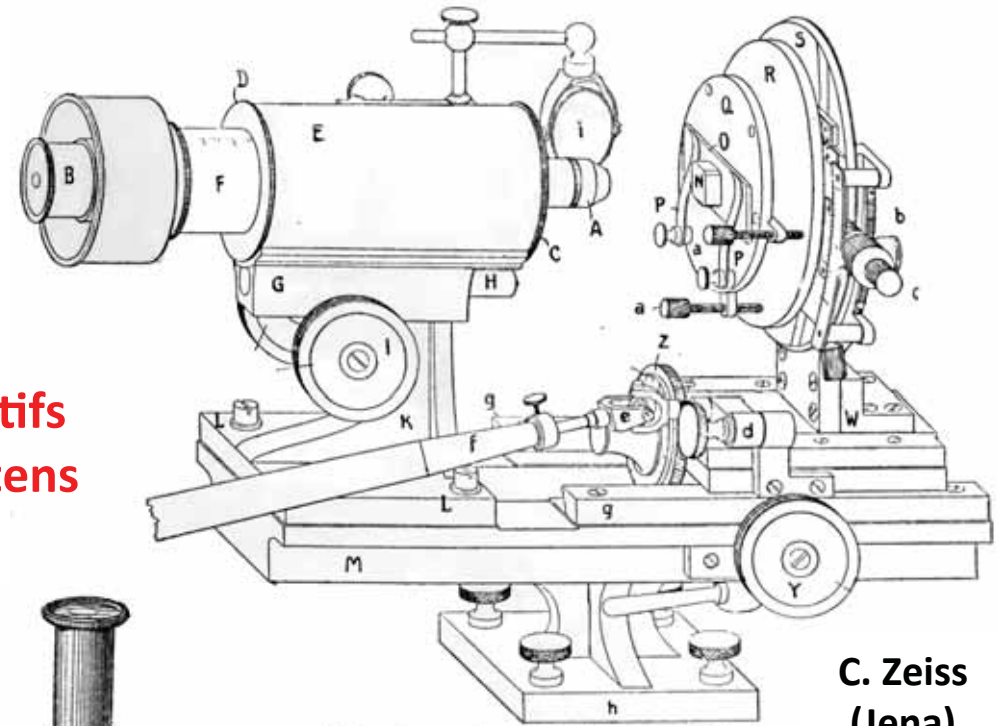




# MICROSCOPES Système d'illumination, faible grossissement



Dispositifs  
de Martens

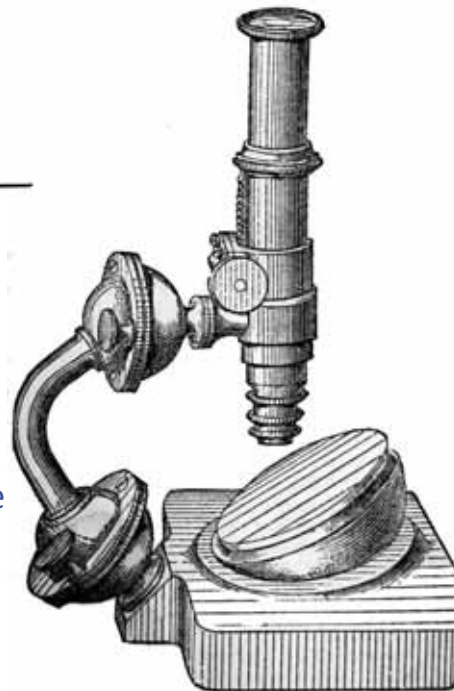


Marten's metallurgical microscope. (Zeiss)

C. Zeiss  
(Jena)

Portella, P.D., Helmerich, R., Adolf Martens and his contribution to materials engineering, *Engineering Failure Analysis* (2014), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2014.03.001>,

d'après Martens A., Ueber das mikroskopische Gefüge und die Kristallisationen des Roheisens, speciell des grauen Eisens, , *Zeitschrift des Ver. Deutscher Ing*, **24** (1880) 397-406.

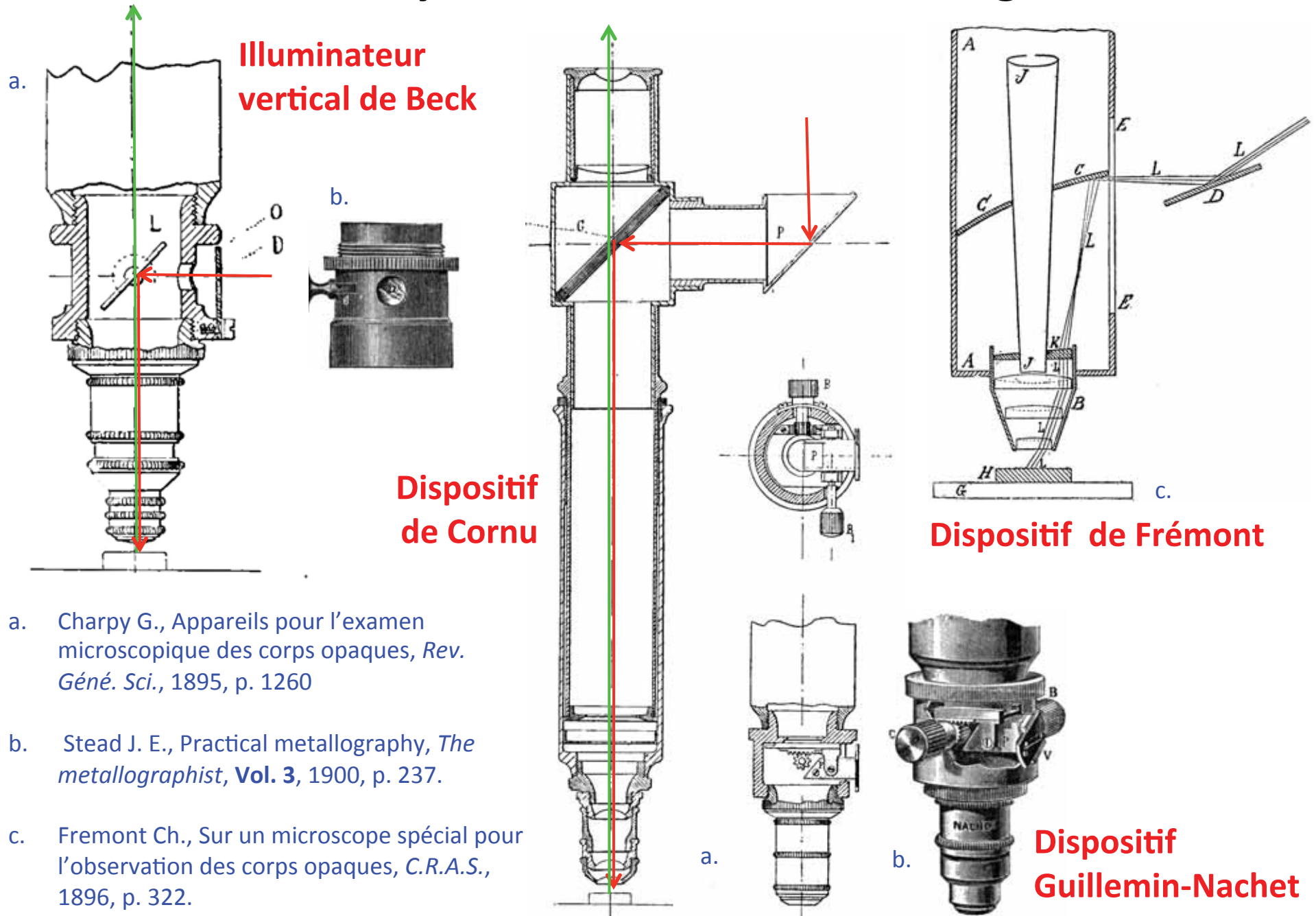


Schmidt & Haensch (Berlin)

Martens A., Microscopical examinations of iron, *Iron age*, **XXX (18)**, 2 Nov. 1882, p. 1-9.

Patterson W. L., The optics of metallography, *Am. Soc. for Steel Treating*, **Vol. II**, N° 2, 1921.

# MICROSCOPES – Système d'illumination, fort grossissement



**Illuminateur vertical de Beck**

**Dispositif de Cornu**

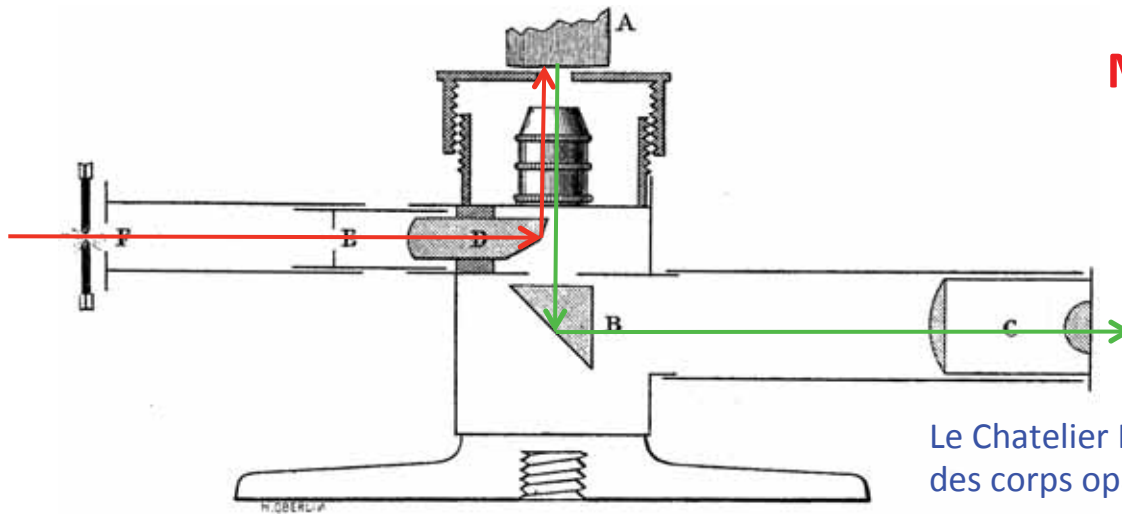
**Dispositif de Frémont**

**Dispositif Guillemin-Nachet**

- a. Charpy G., Appareils pour l'examen microscopique des corps opaques, *Rev. Gén. Sci.*, 1895, p. 1260
- b. Stead J. E., Practical metallography, *The metallographist*, Vol. 3, 1900, p. 237.
- c. Fremont Ch., Sur un microscope spécial pour l'observation des corps opaques, *C.R.A.S.*, 1896, p. 322.

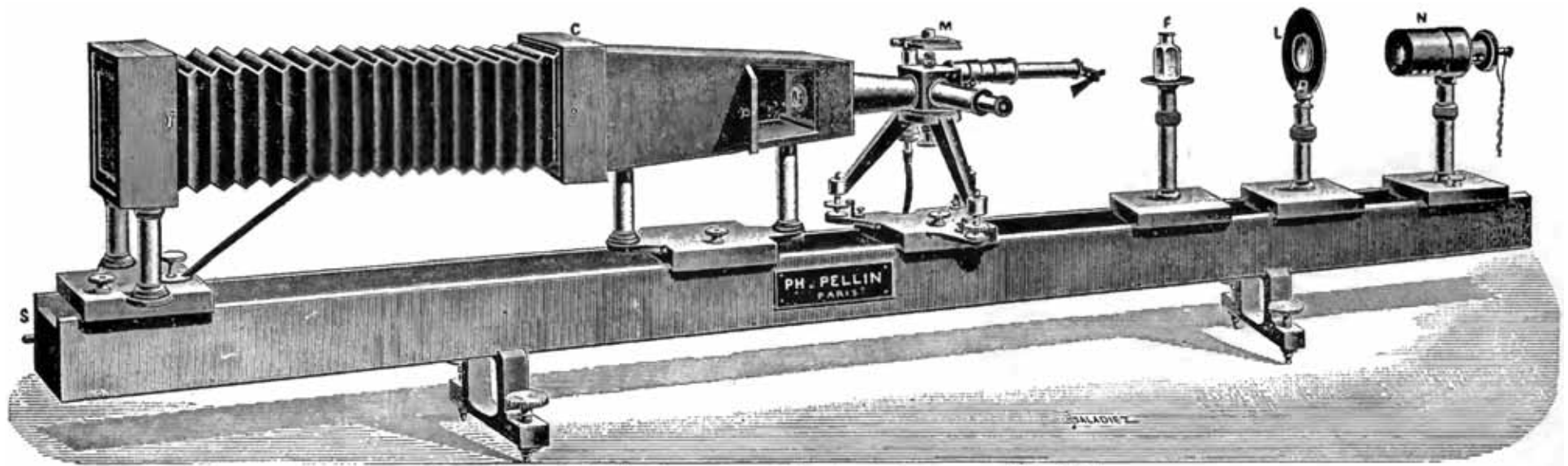


# MICROSCOPES – Système d'illumination, fort grossissement



Microscope à platine inverse  
de Le Chatelier 1897

Le Chatelier H., Un nouveau microscope pour l'étude  
des corps opaques, *Rev. Gén. Sci.*, 1897, p. 43

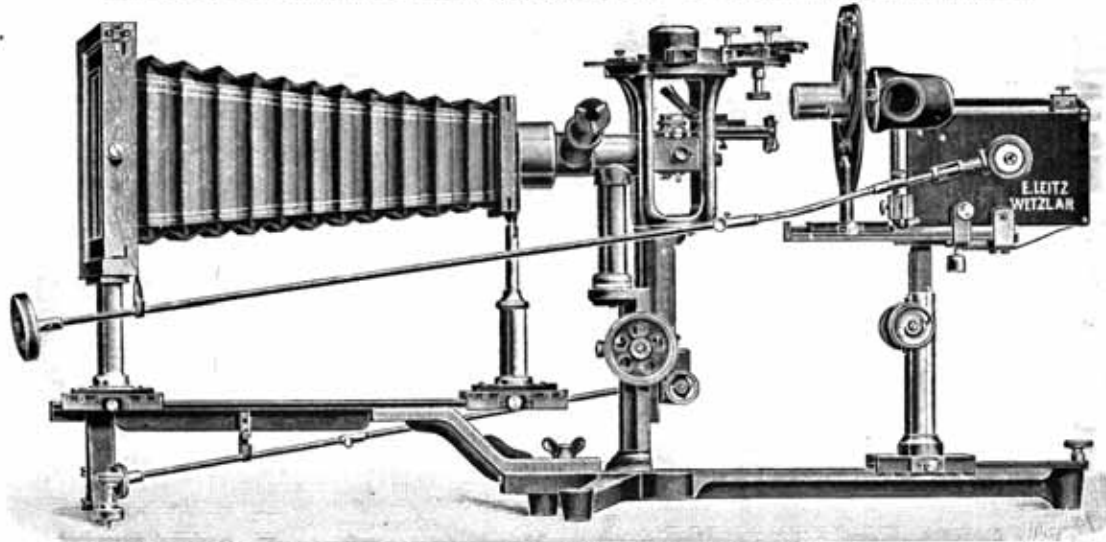


*Le Chatelier inverted metallurgical microscope. Ph. Pellin.*

Patterson W. L., *The optics of metallography, Am. Soc. for Steel Treating, Vol. II, N° 2, 1921*

# LEITZ' MICRO-METALLOGRAPH

Constructed for Visual and Photomicrographic Work. *Descriptive Catalogue free on request.*



SIMPLE METALLURGICAL MICROSCOPES FOR STUDENTS' USE. Full particulars on application.

**E. LEITZ, Oxford House, 9 Oxford Street, London, W.**



Microscope ROSS, 1850

Savoia H., *Metallography applied to siderurgic products*, E. & F.N. Spon Ltd, London, 1910.

## MICROSCOPES FOR METALLURGY

Practical Instruments for obtaining accurate and rapid results both visually and photographically.

### 5 DIFFERENT MODELS.

The "Works" (as figured).

The "Mint" (as supplied to the Royal Mint).

No. 1, price £13 10s.

Horizontal Model, for Photography.

The Junior, £5 10s.



Send for Special 24-page List of Microscopes, Photographic Apparatus, and Accessories for Metallurgy, post-free on request.

## W. WATSON & SONS

(Established 1837)

313 HIGH HOLBORN, LONDON, W.C.