



LE LIVRE  
LE PLUS FROID  
DU MONDE

---

Un projet de Marjorie Garry, étudiante à l'École Estienne, et l'équipe  
« La Physique Autrement » (LPS, Université Paris-Sud et CNRS).

Il a bénéficié du support de la Chaire « La Physique Autrement » portée par la Fondation  
Paris-Sud et soutenue par le groupe Air Liquide. Nous remercions Pierre Klein pour son  
aide, le groupe MOUS, Vincent Klein et Matthieu Lambert (école Estienne).

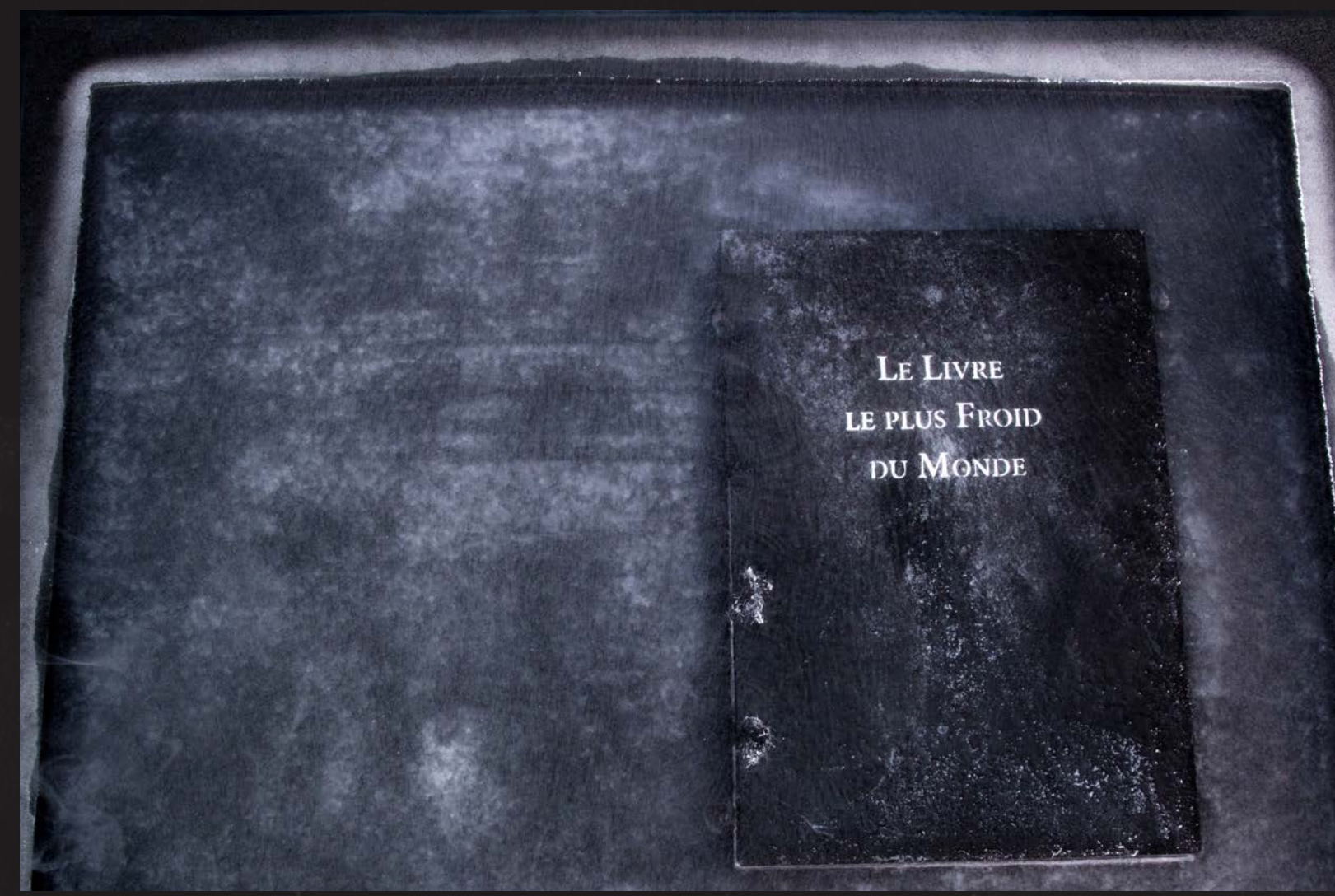
Retrouvez la vidéo et le livre sur [www.vulgarisation.fr](http://www.vulgarisation.fr)







00 : 00 : 00



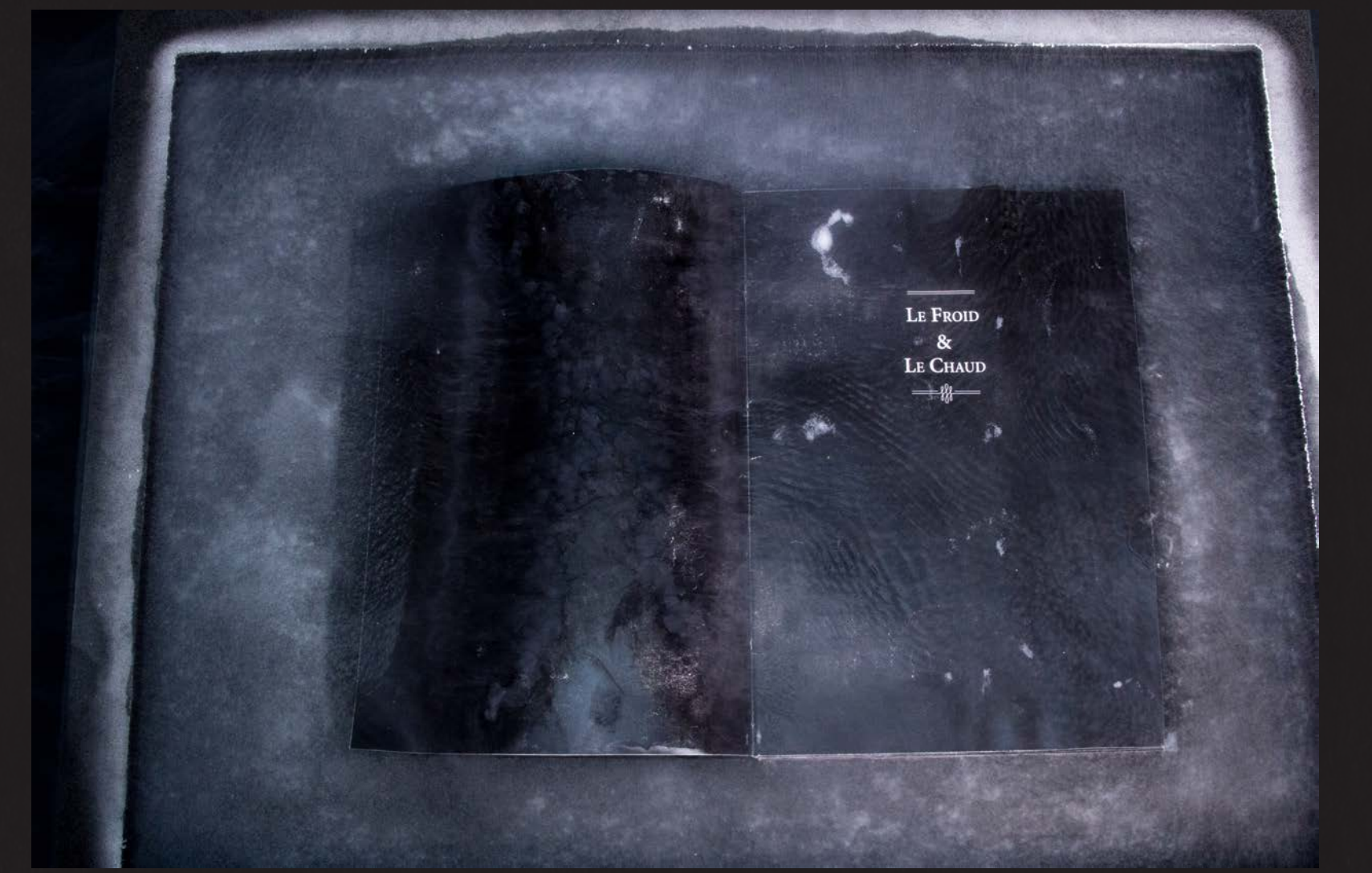
00 : 00 : 23



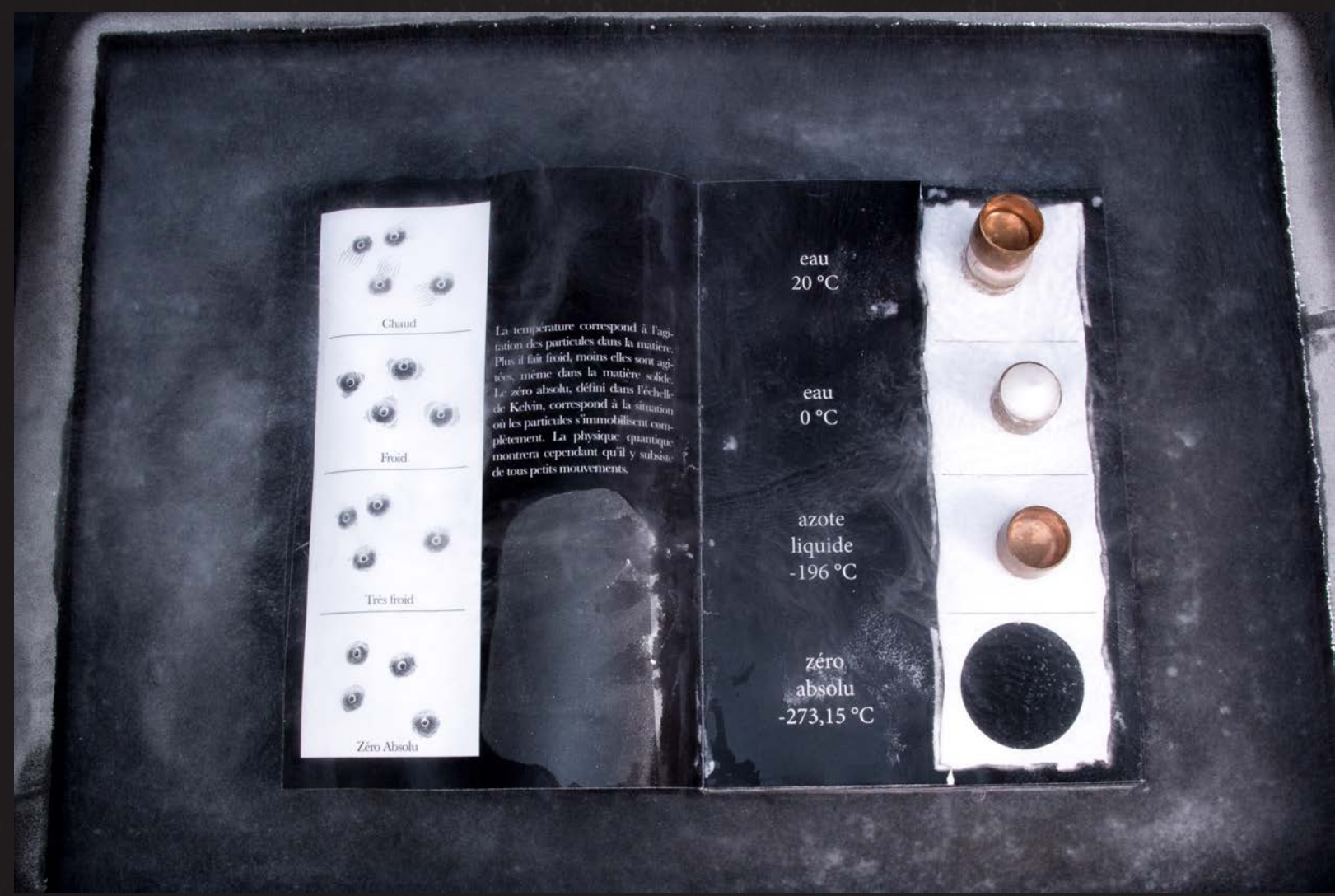
00 : 00 : 25



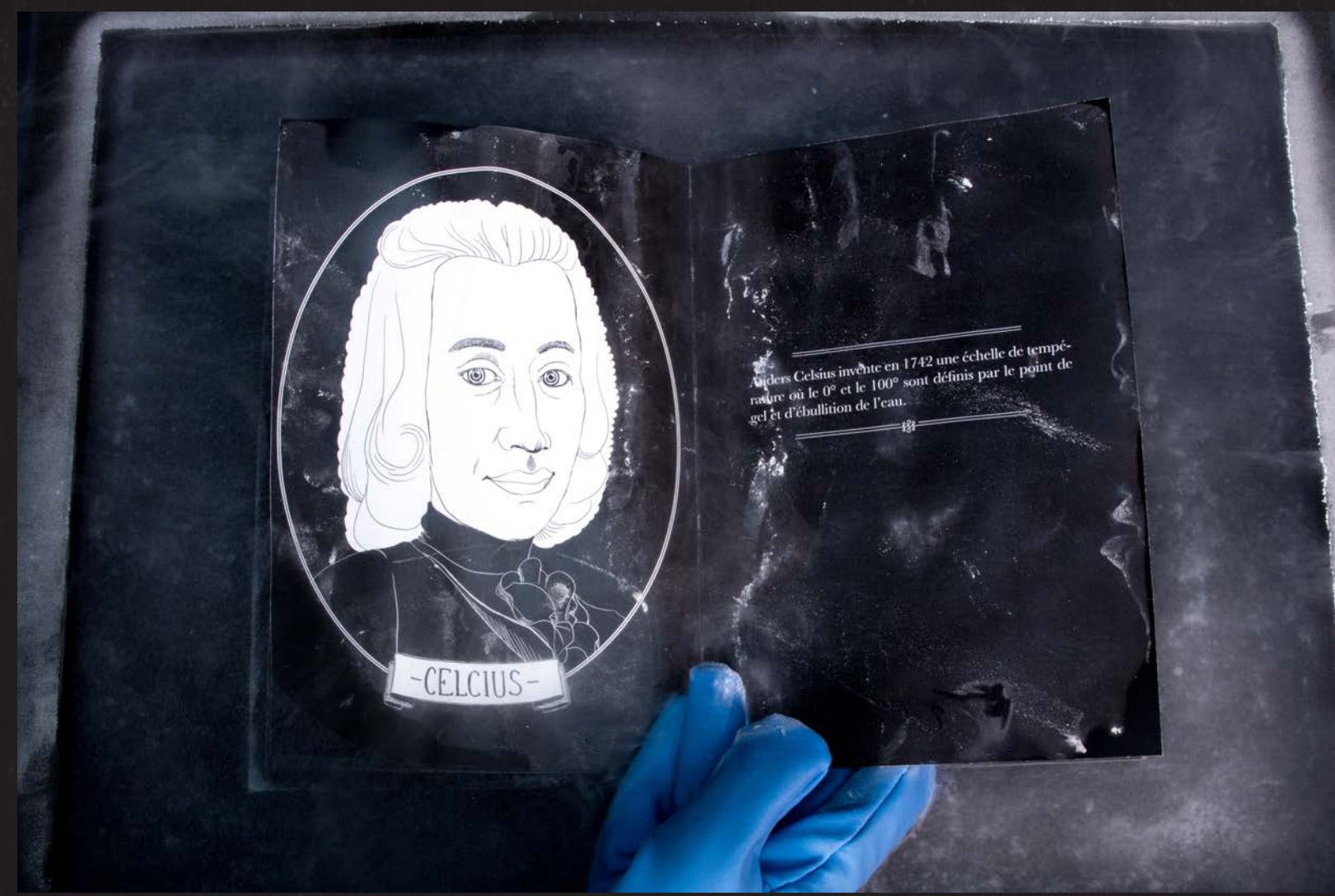
00 : 00 : 26



00 : 00 : 31



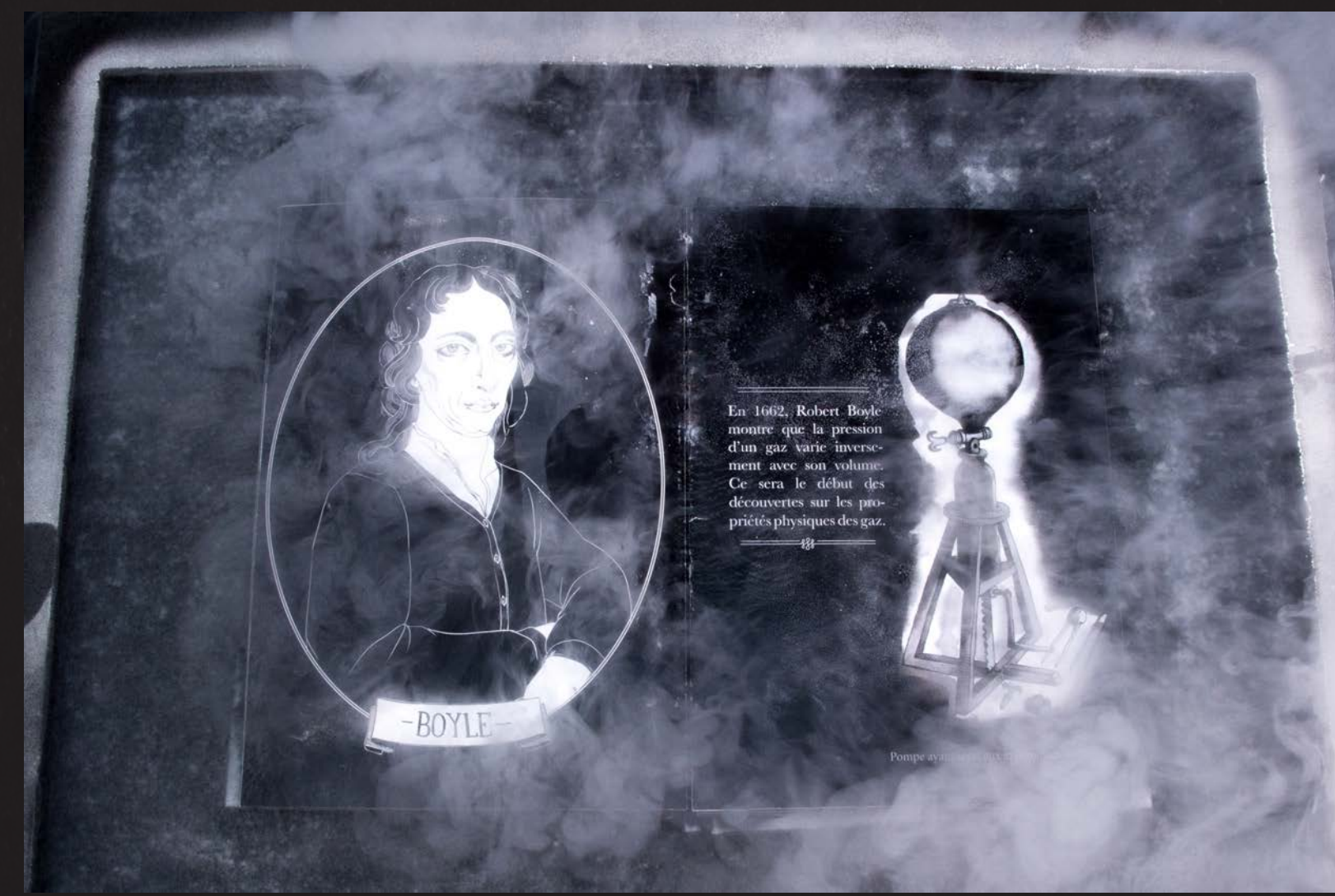
00 : 01 : 04



00 : 08 : 15



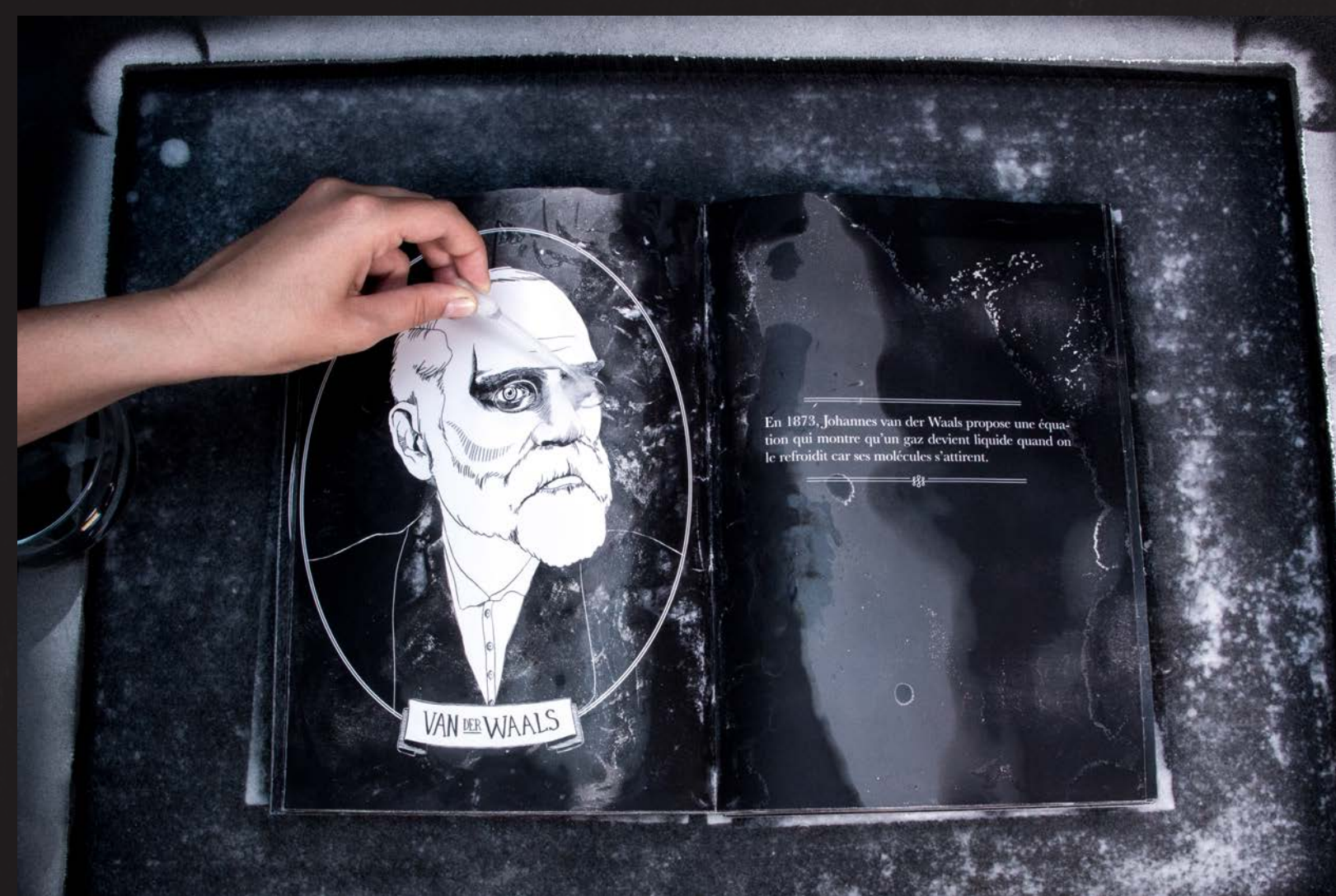
00 : 14 : 53



00 : 19 : 02



00 : 28 : 58



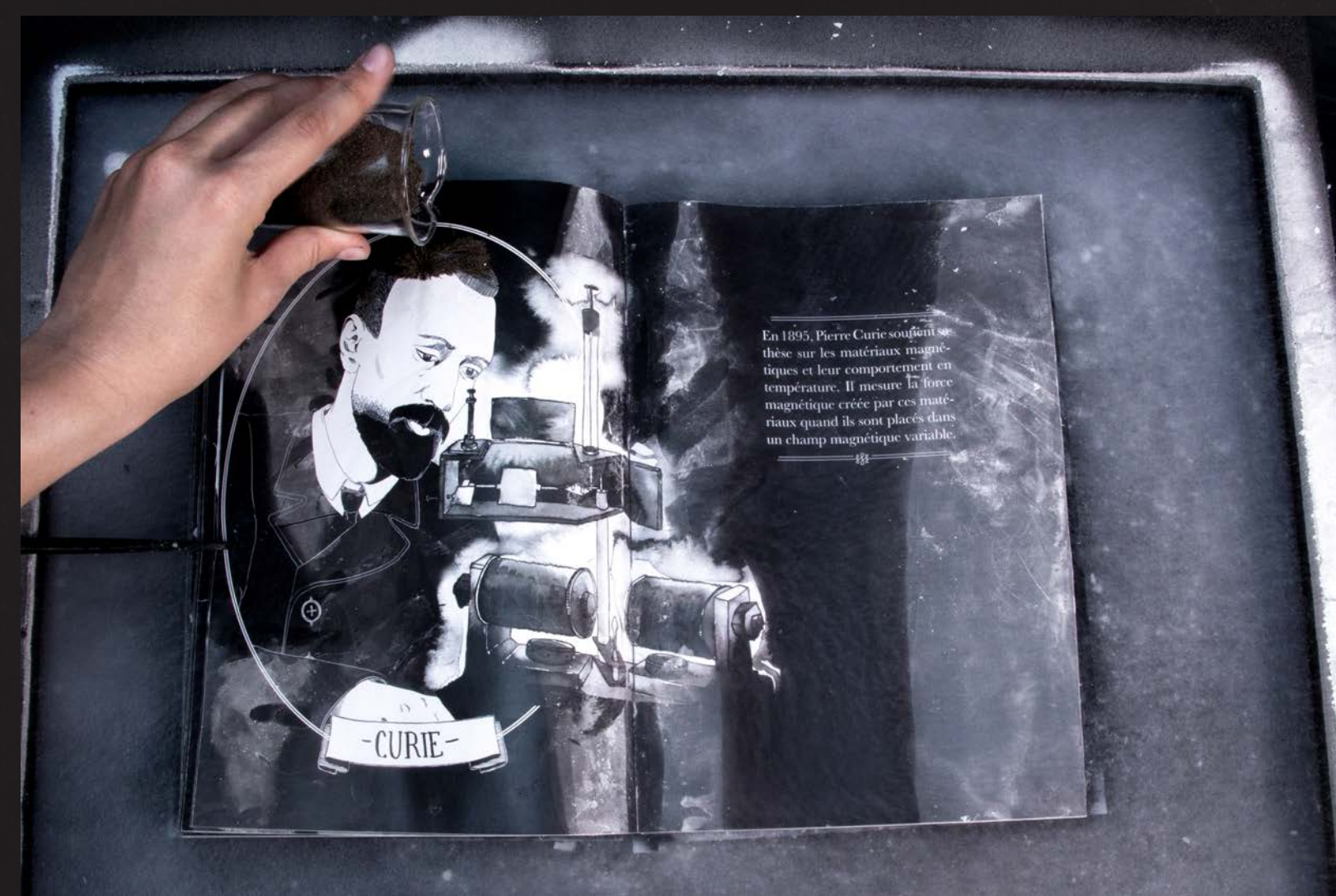
00 : 34 : 32



00 : 59 : 13



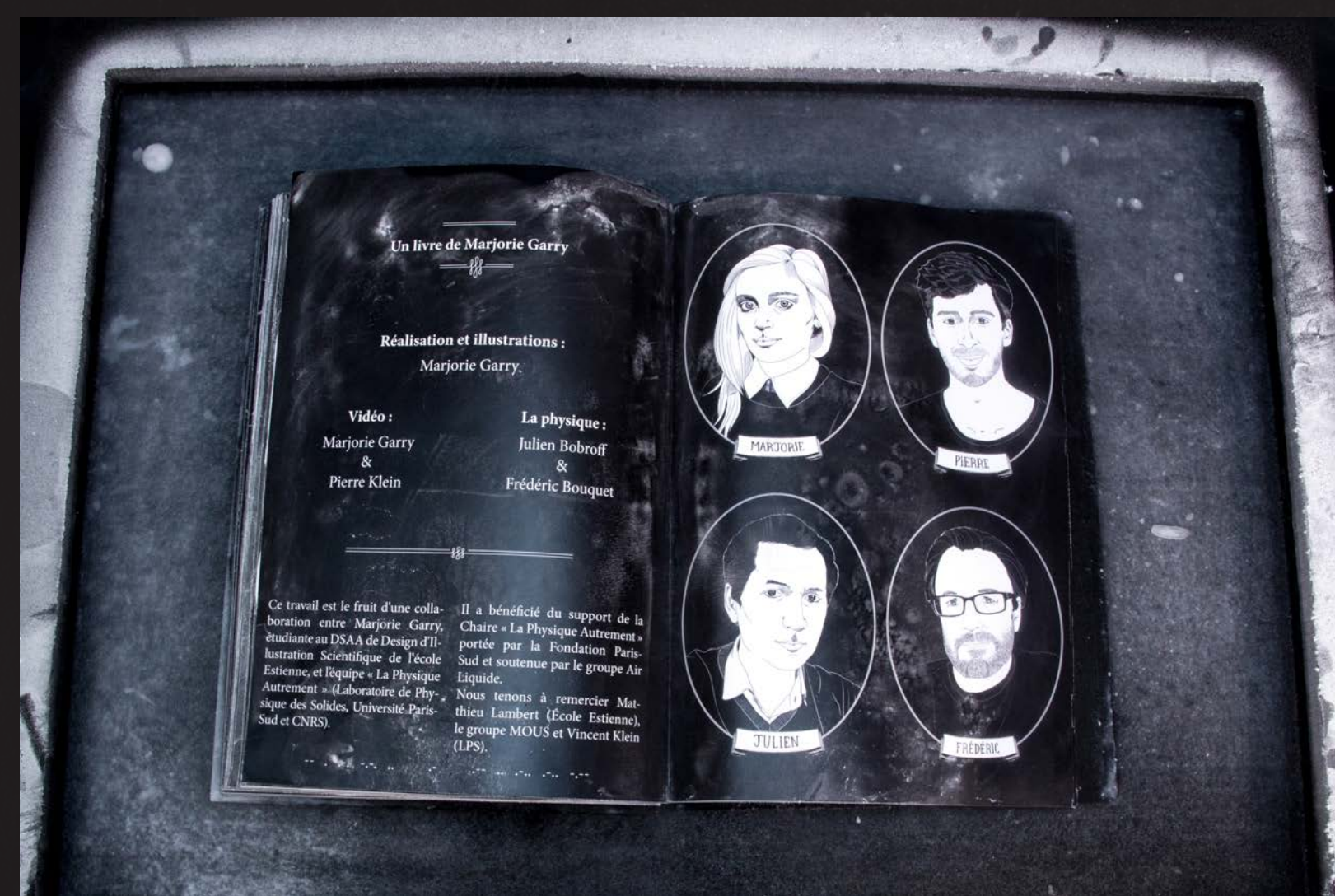
01 : 09 : 07



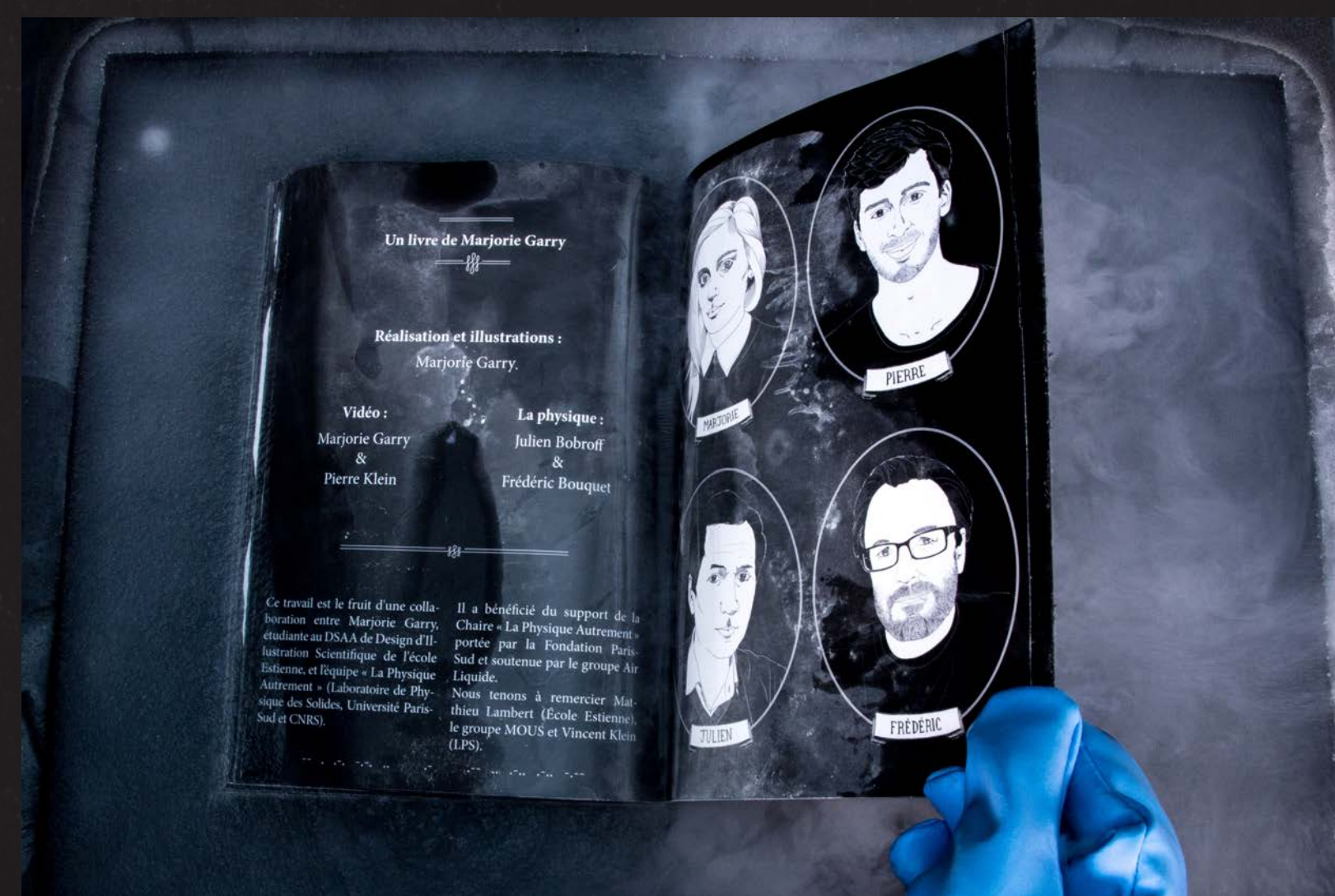
01 : 23 : 47



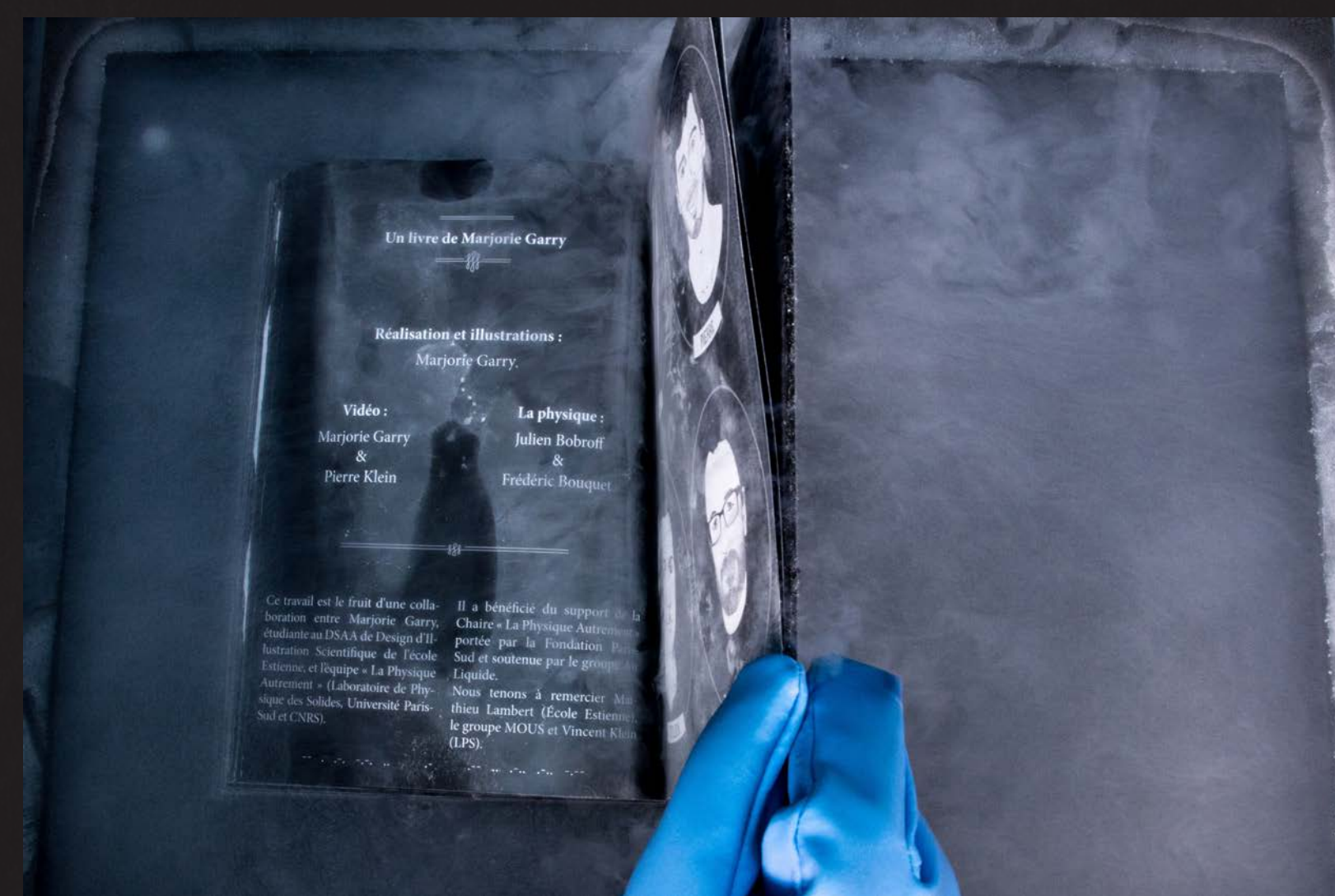
01 : 57 : 06



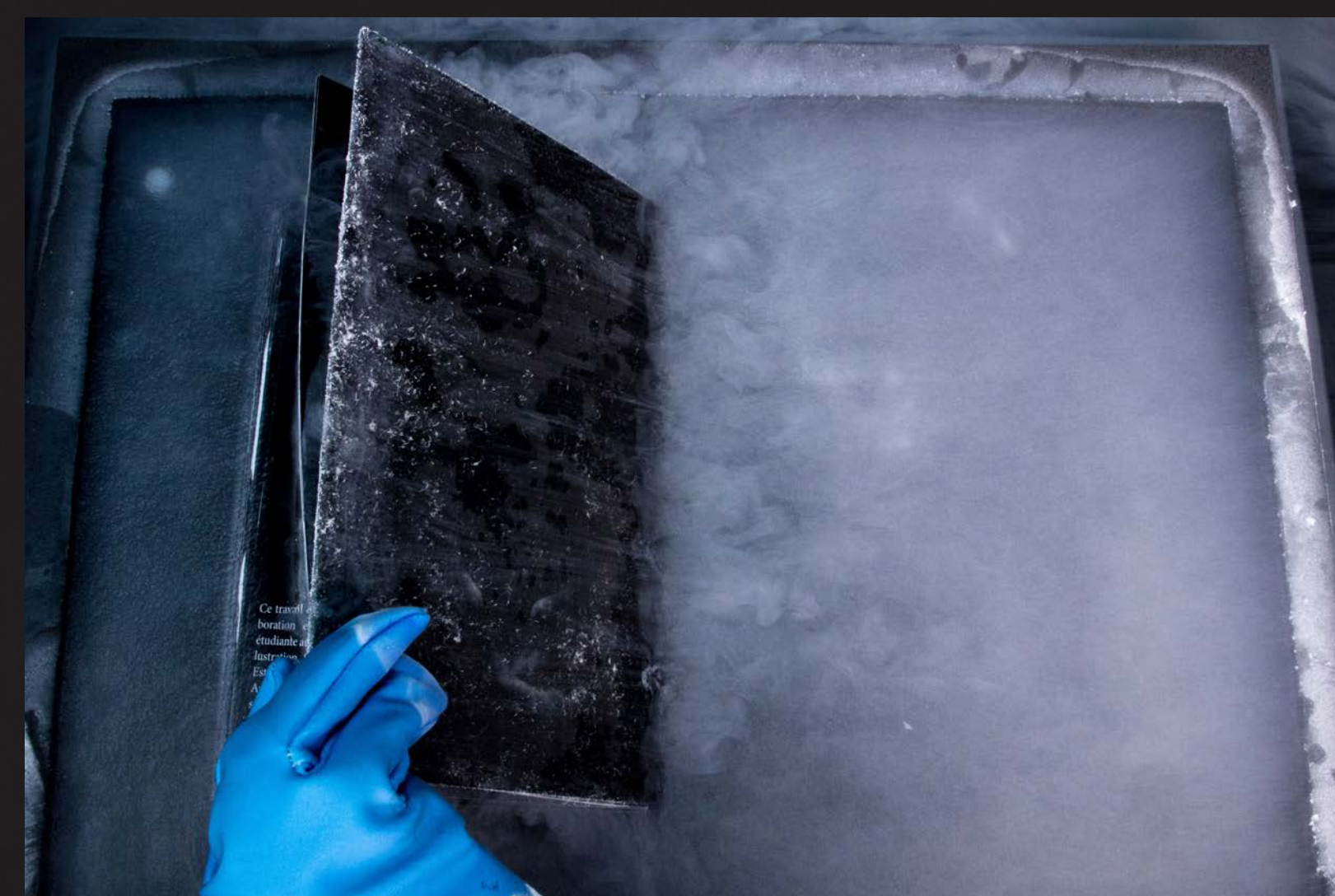
02 : 02 : 04



02 : 02 : 10



02 : 02 : 12



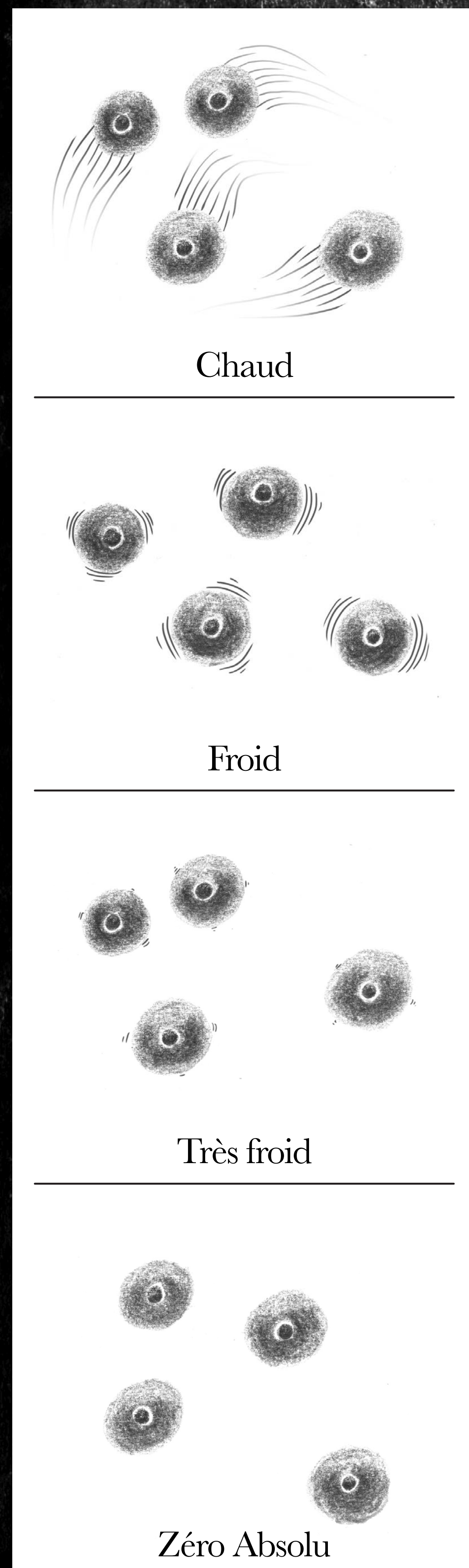
02 : 02 : 14



02 : 02 : 15



# LE FROID ET LE CHAUD



La température correspond à l'agitation des particules dans la matière. Plus il fait froid, moins elles sont agitées, même dans la matière solide. Au zéro absolu, les particules s'immobilisent complètement (à de petites corrections quantiques près).



Anders Celsius invente en 1742 une échelle de température où le 0° et le 100° sont définis par le point de gel et d'ébullition de l'eau. Lord Kelvin introduit en 1848 la notion de « zéro absolu », température la plus basse qui puisse exister.



# LE FROID ET LES GAZ

## L'expérience sur le volume

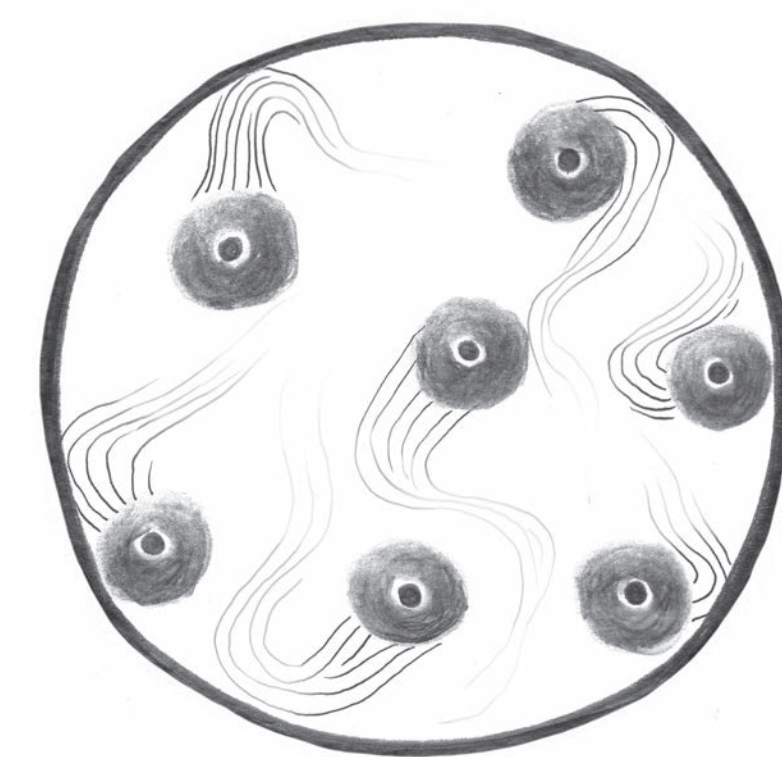


À haute température

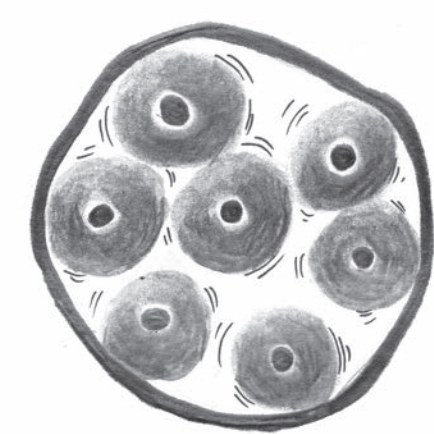


À basse température

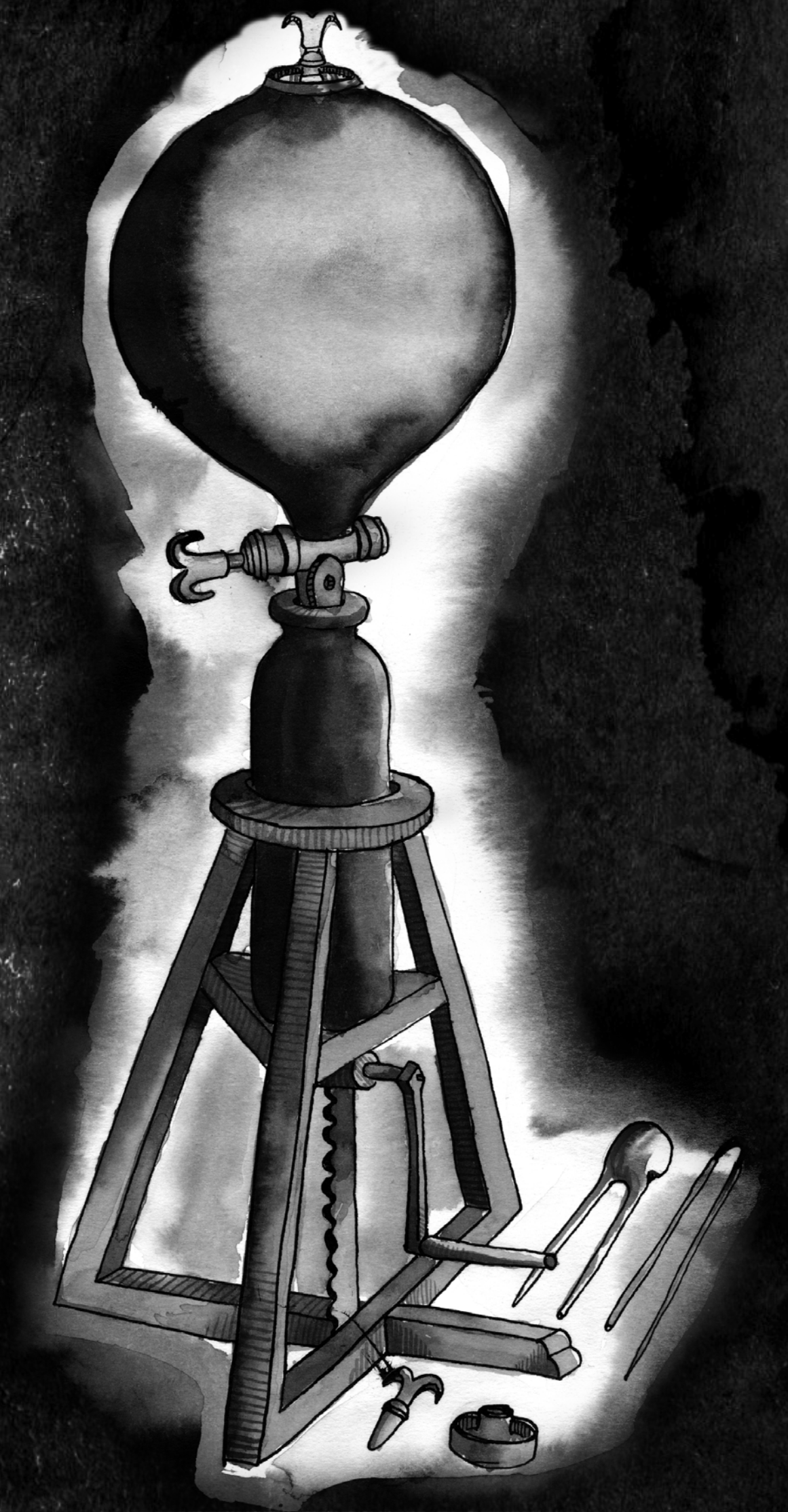
Quand on diminue la température d'un gaz, ici grâce aux vapeurs froides d'azote, ses particules s'agitent moins et le volume qu'il occupe diminue.



À haute température



À basse température



Pompe ayant servi aux expériences de Boyle

En 1662, Robert Boyle montre que la pression d'un gaz varie inversement avec son volume. Ce sera le début des découvertes sur les propriétés physiques des gaz.



# LE FROID ET LES LIQUIDES

## L'expérience de la liquéfaction

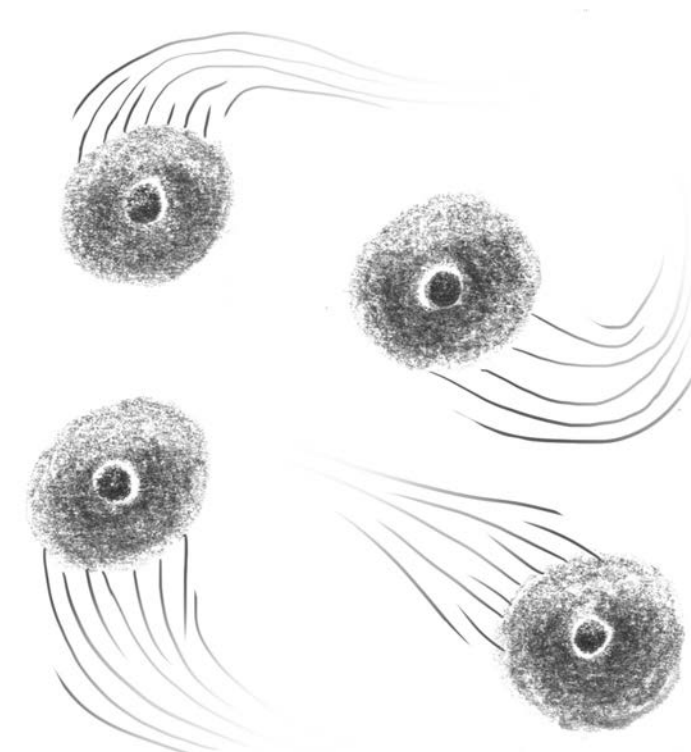


À haute température

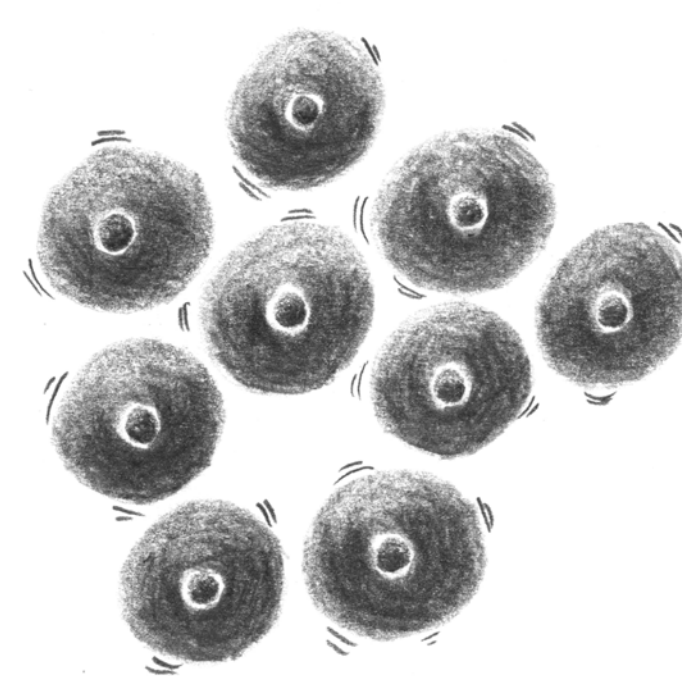


À basse température

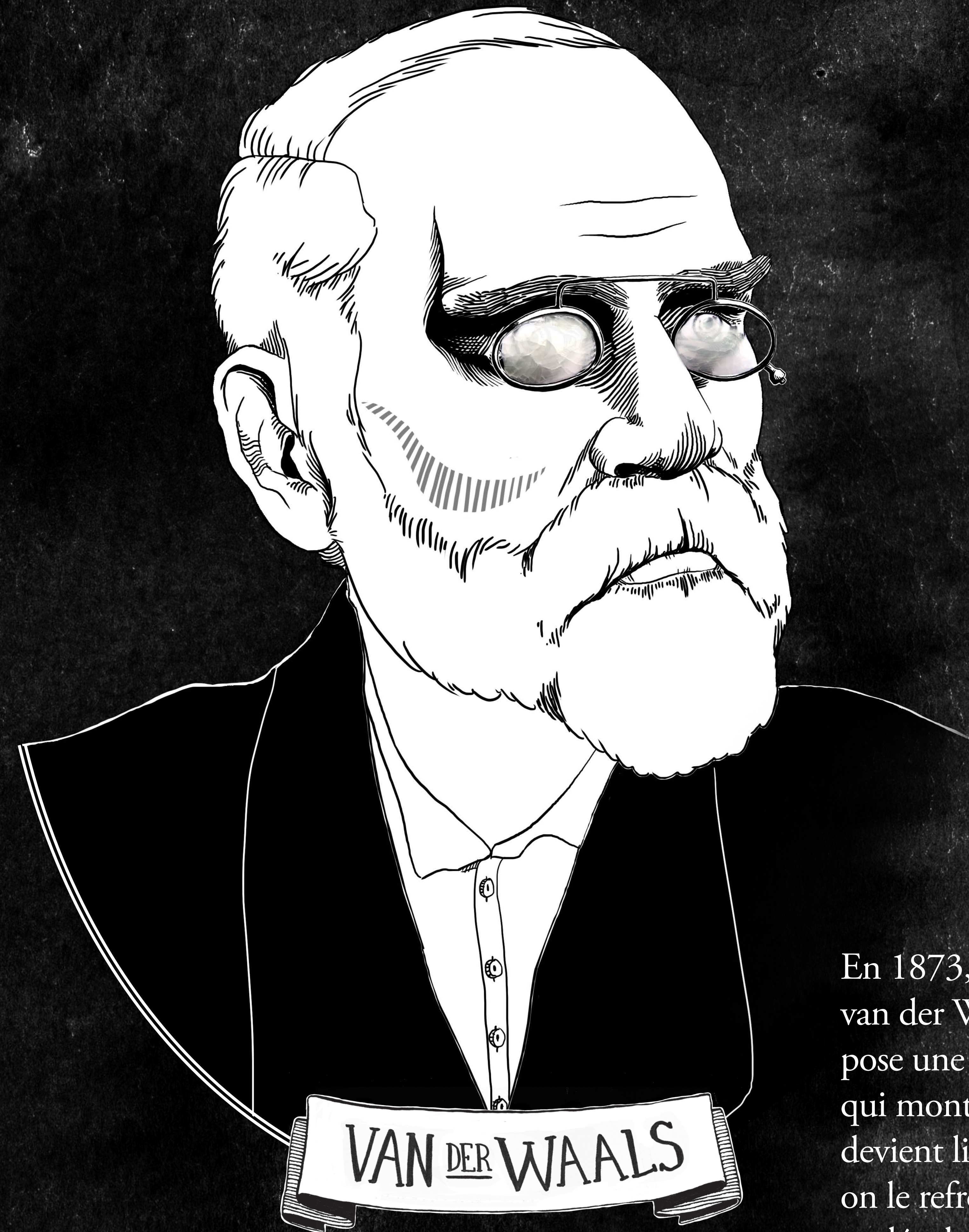
Les gaz deviennent tous des liquides quand on les refroidit car leurs molécules s'attirent entre elles et préfèrent se condenser quand leur agitation est faible. C'est ici le cas de l'oxygène de l'air qui devient liquide juste en dessous d'un récipient refroidi par de l'azote liquide.



À haute température

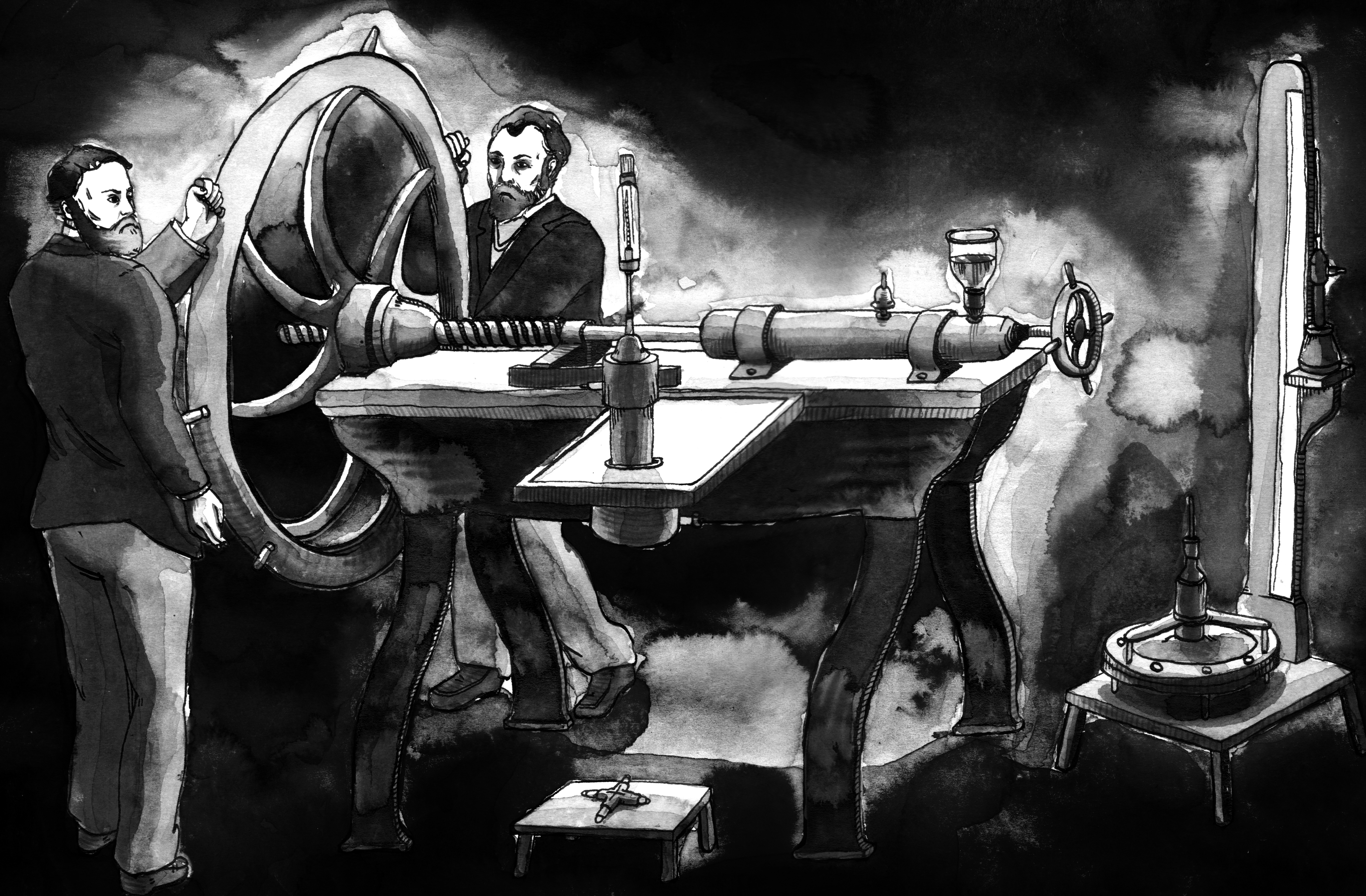


À basse température



En 1873, Johannes van der Waals propose une équation qui montre qu'un gaz devient liquide quand on le refroidit car ses molécules s'attirent.



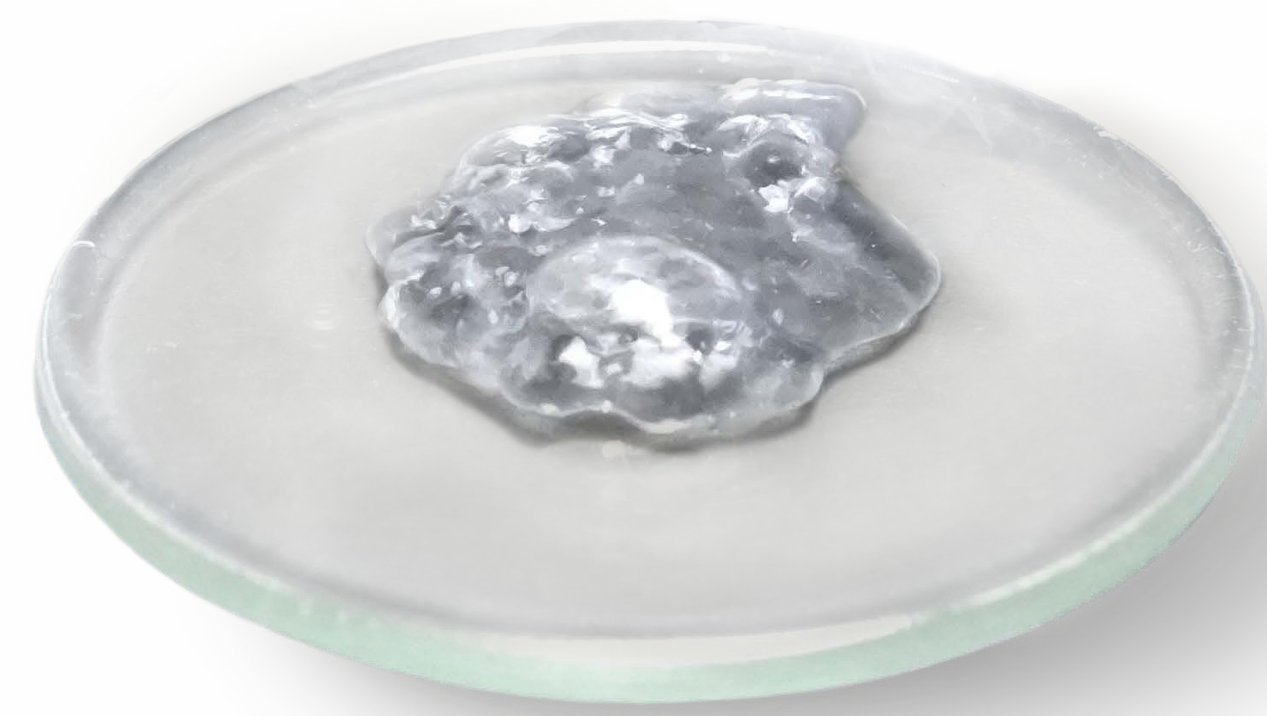


En 1877, Raoul Pictet en Suisse et Louis Cailletet en France parviennent avec des techniques différentes à rendre liquide l'oxygène.



# LE FROID ET L'EFFET LEIDENFROST

## L'expérience de la caléfaction

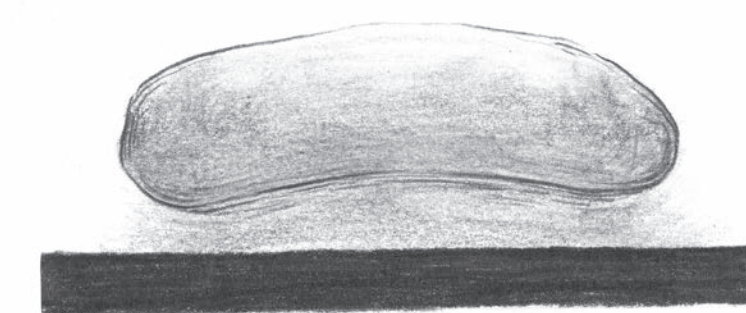


À haute température

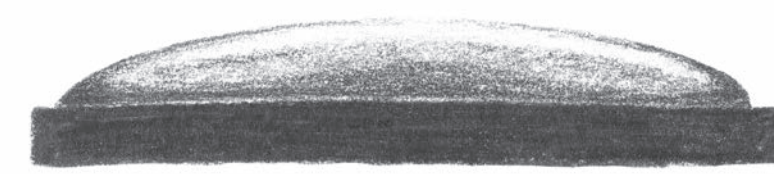


À basse température

Quand de l'azote liquide est versé sur une surface chaude, ses gouttes s'évaporent en partie et lèvent alors sur leur propre vapeur.



À haute température



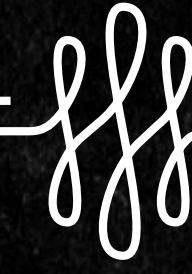
À basse température



En 1756, Johann Leidenfrost écrit un traité sur certaines propriétés de l'eau, notamment les comportements curieux d'une goutte de liquide lorsqu'elle est placée sur une plaque chaude.



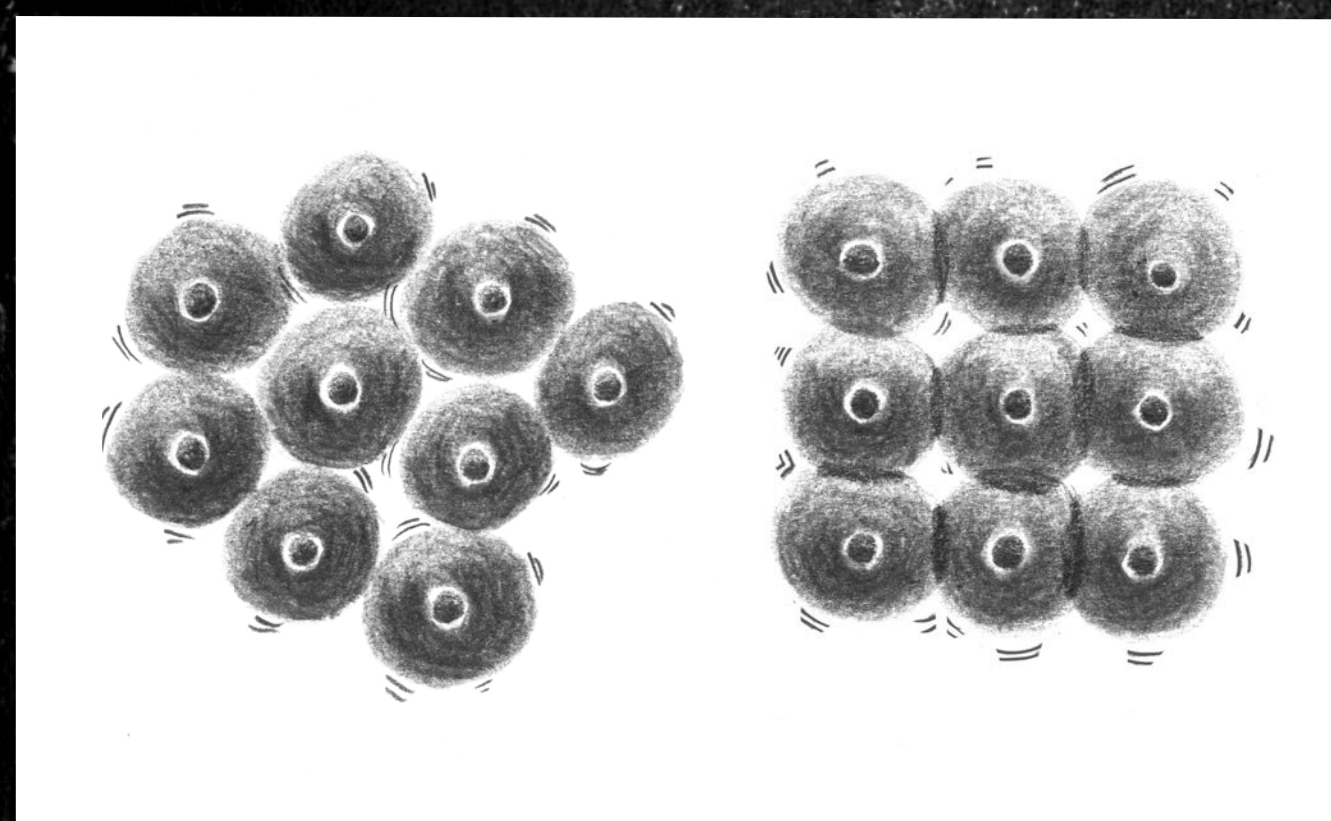
# LE FROID ET LES SOLIDES



## L'expérience de la solidité



Quand on les refroidit, les solides ne sont pas plus cassants. Sauf les plastiques et caoutchoucs dont les longues molécules ne parviennent plus à se déplacer. Et sauf les végétaux gorgés d'eau qui deviennent aussi fragile qu'une fine couche de glace.



Quand un liquide est suffisamment refroidi, il devient solide (sauf l'hélium). Ses atomes s'organisent alors les uns par rapport aux autres et continuent de vibrer sur place. Si on le refroidit encore plus, il se contracte car ses atomes s'agitent moins et se rapprochent.

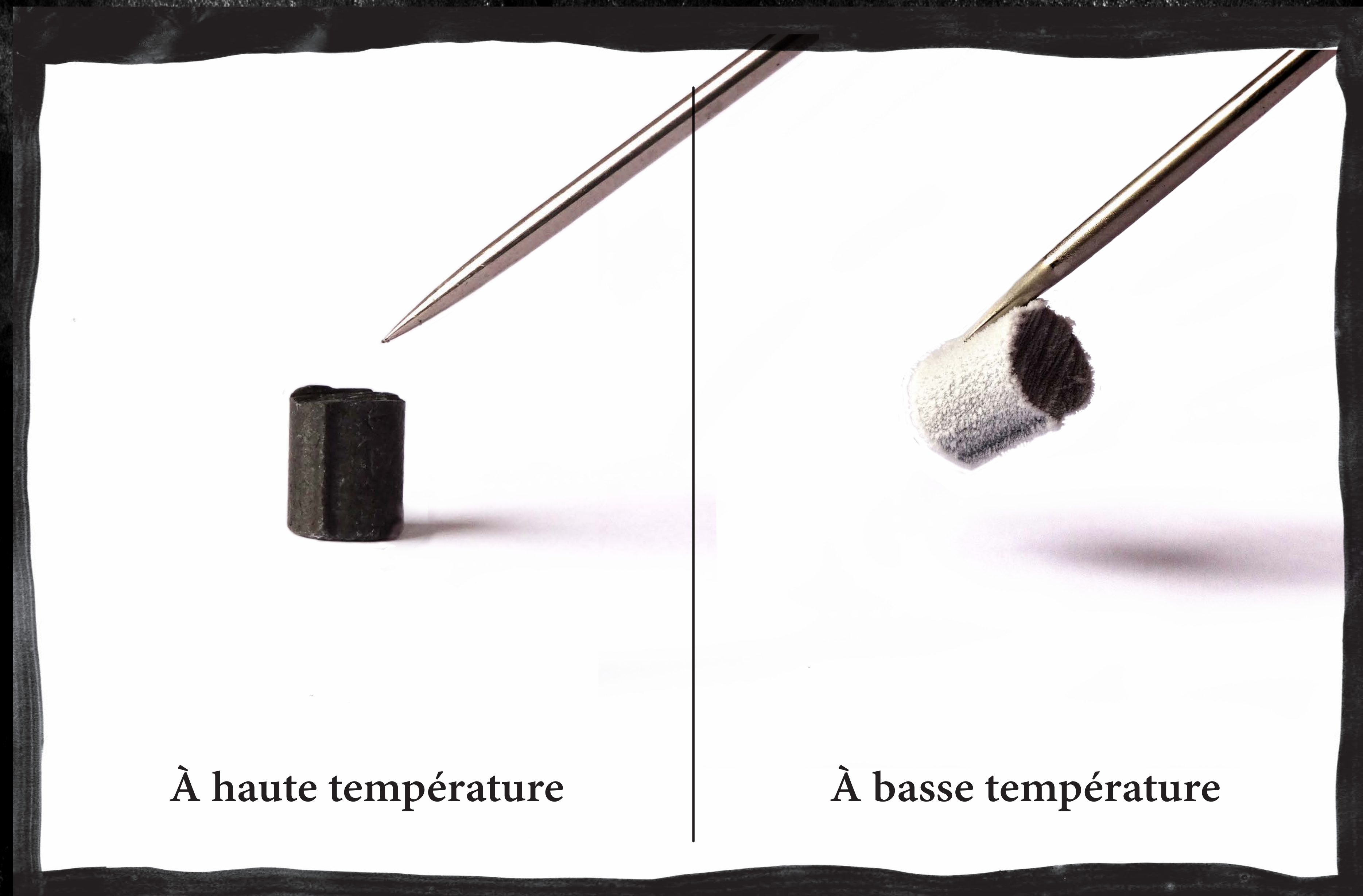


Thomas Young est connu, entre autres, pour avoir étudié au début du XIX<sup>ème</sup> siècle les propriétés mécaniques des solides, leur élasticité et leur déformation sous contrainte.

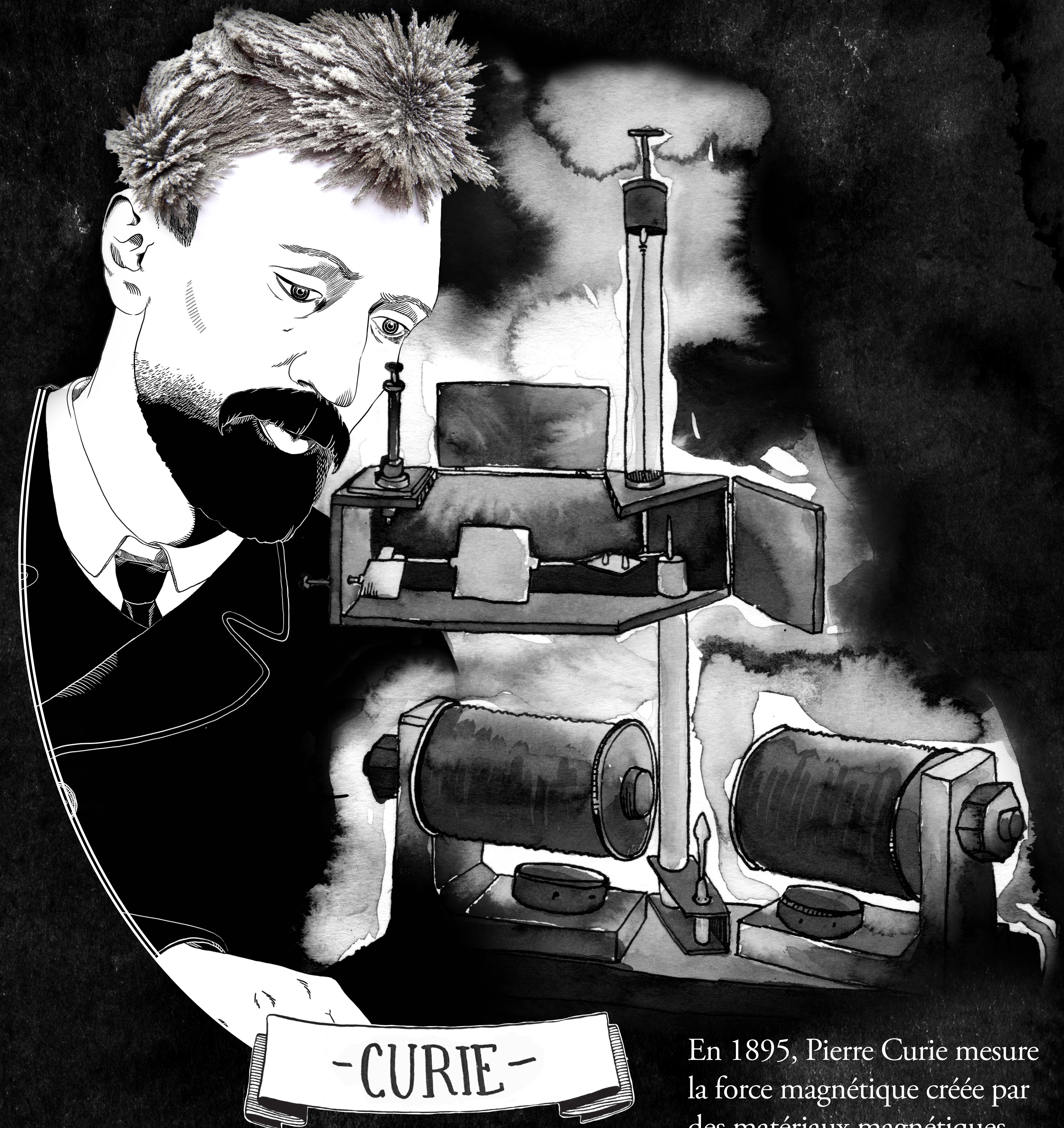
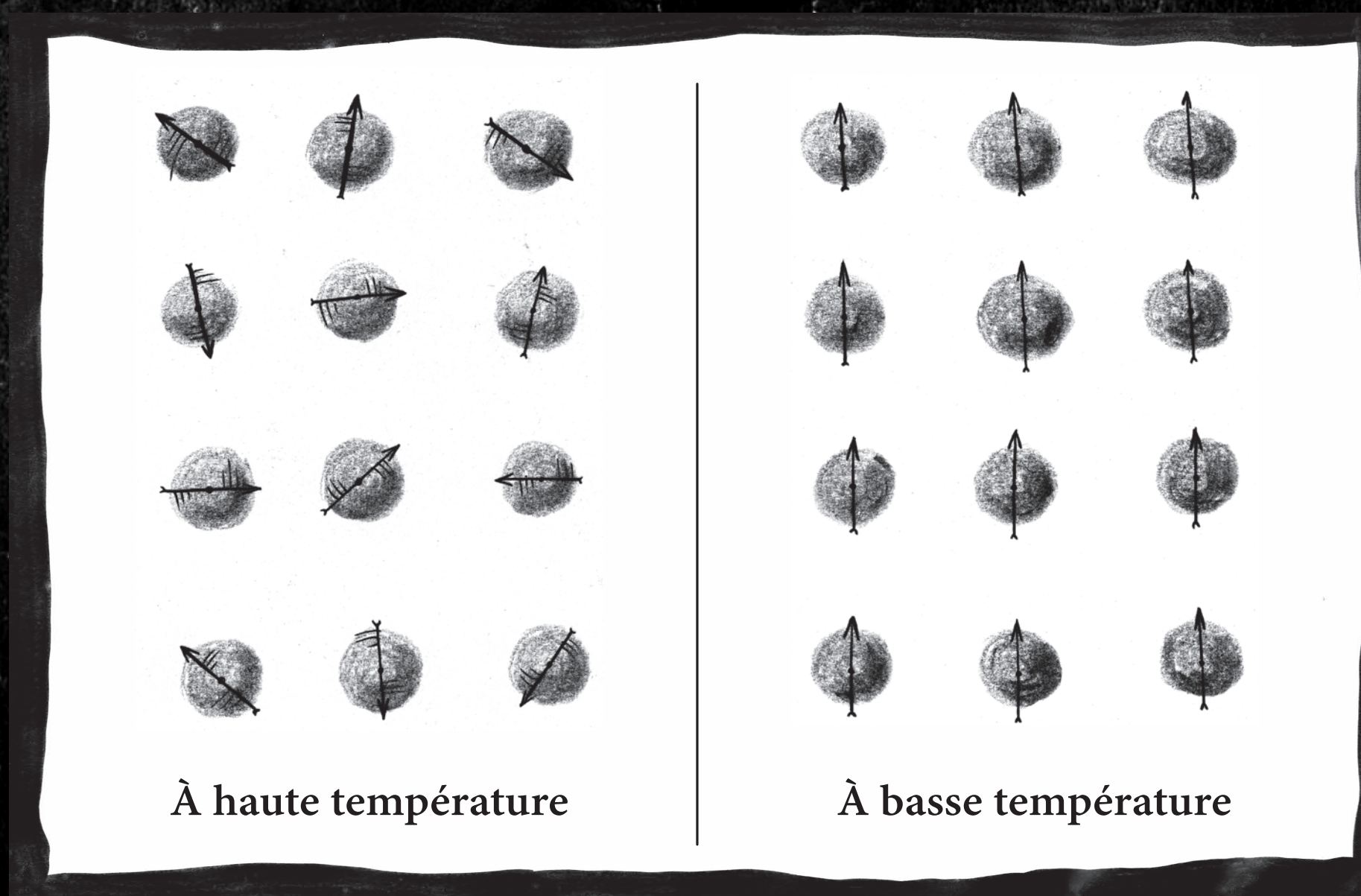


# LE FROID ET LES AIMANTS

## L'expérience de la lévitation



Dans un aimant, les atomes portent de petits aimants quantiques appelés spins. Quand on le refroidit, tous les spins s'alignent, et il apparaît des pôles Nord et Sud. Mais quand on le chauffe au-dessus d'une certaine température dite de Curie, tous les spins se désordonnent et le matériau n'est plus magnétique.



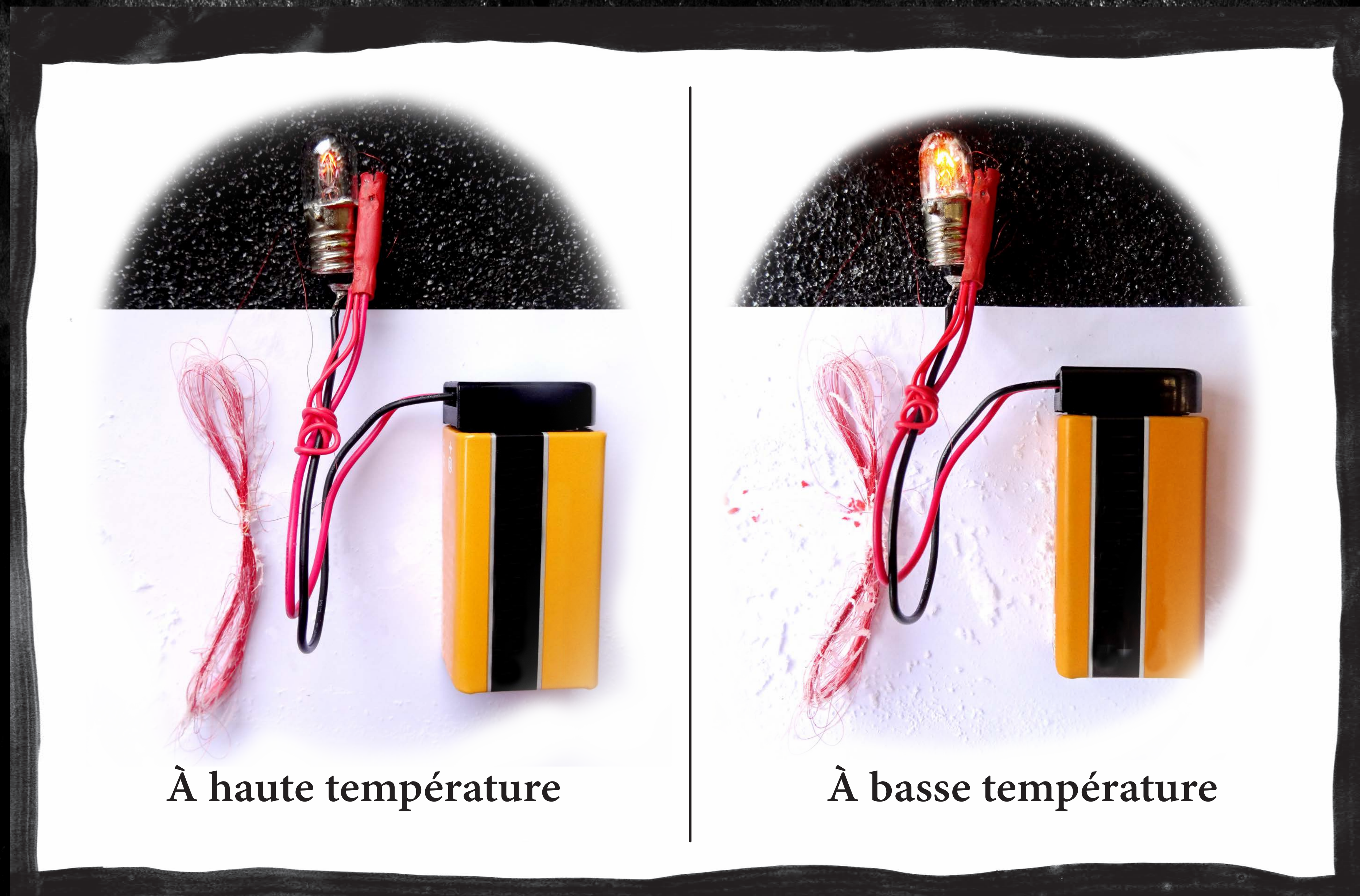
En 1895, Pierre Curie mesure la force magnétique créée par des matériaux magnétiques quand ils sont placés dans un champ magnétique variable.



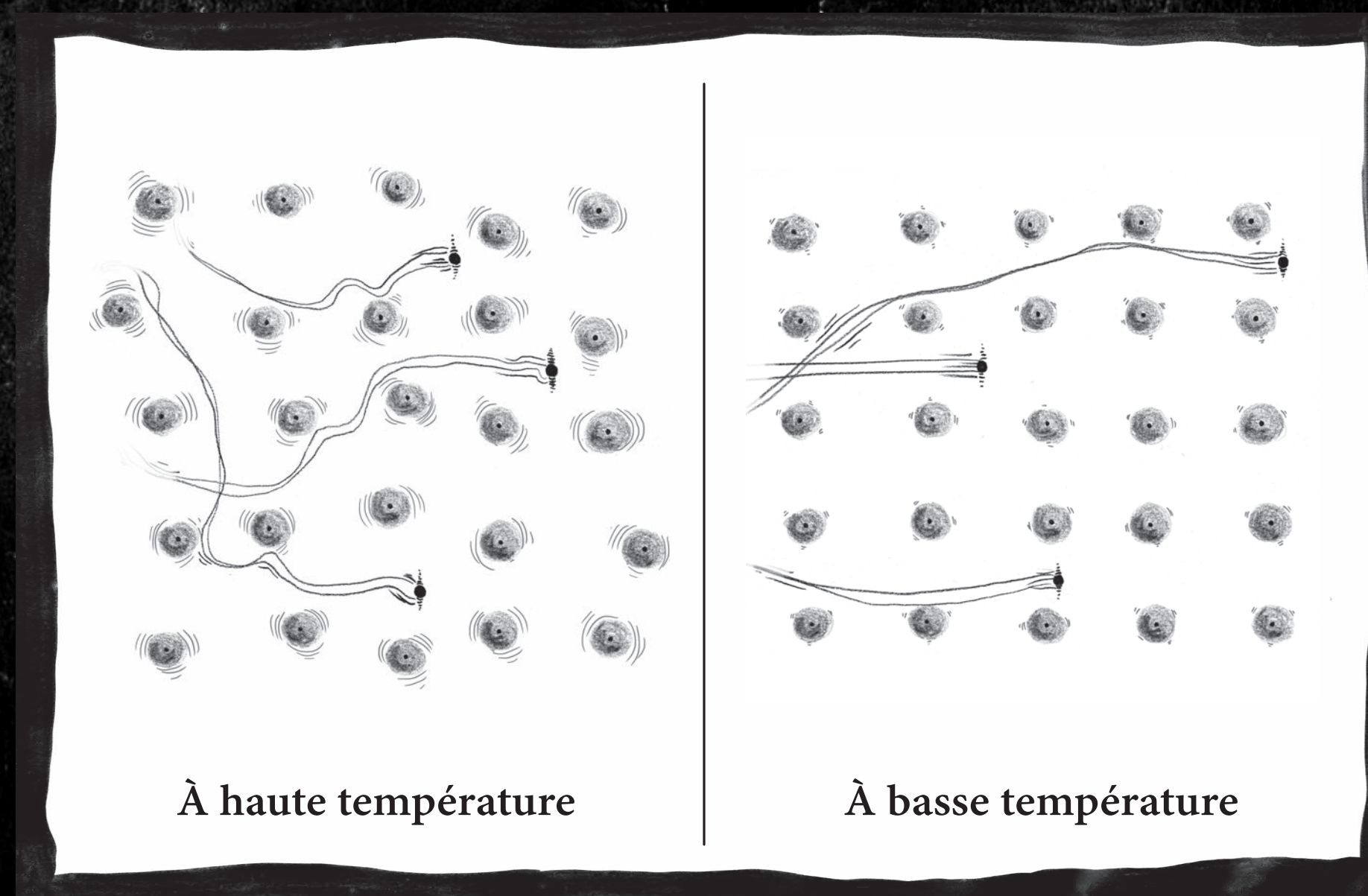
# LE FROID ET LES MÉTAUX



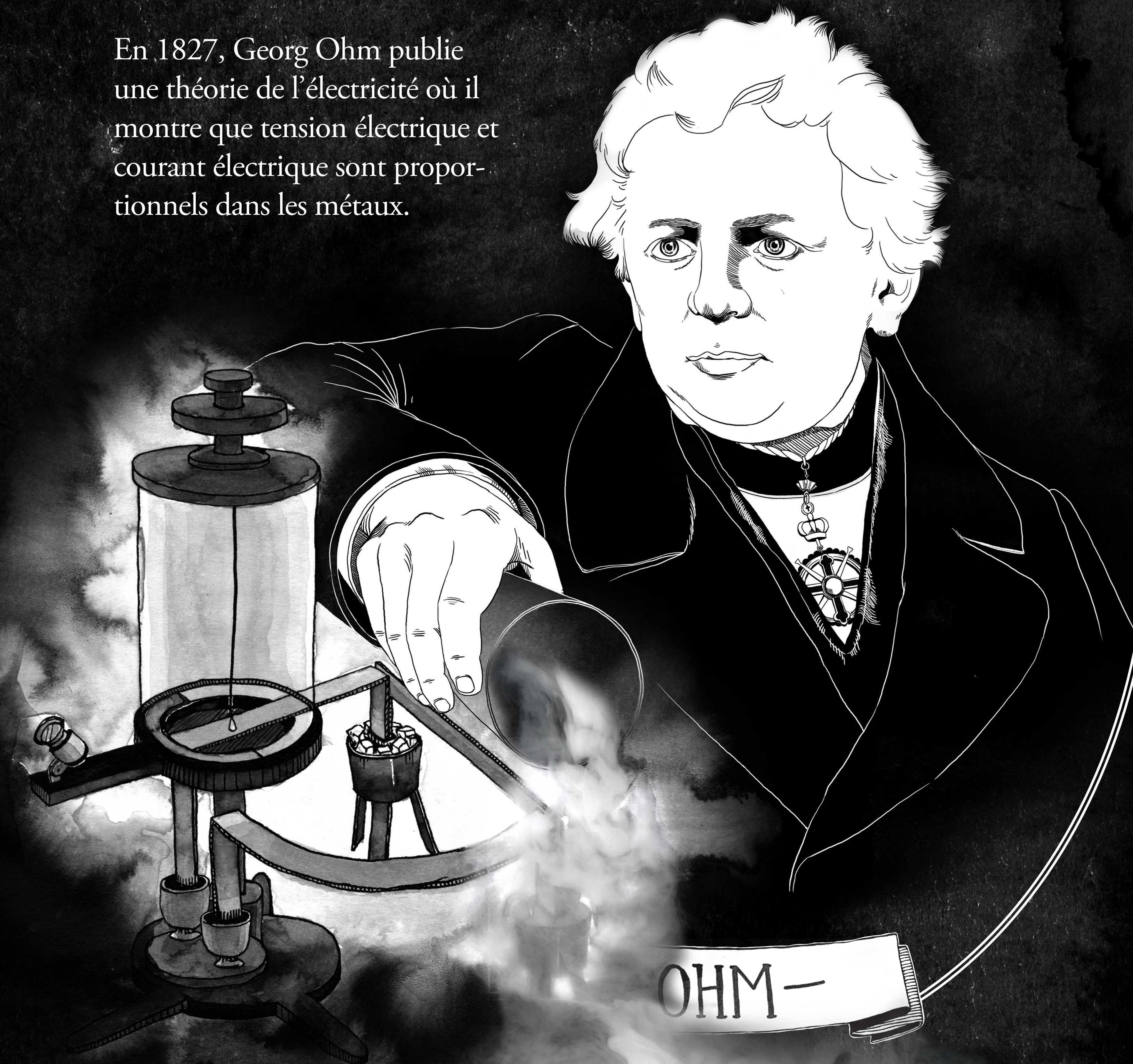
## L'expérience de la conductivité



Quand on refroidit un métal, ses électrons circulent mieux car ils sont moins freinés par les vibrations des atomes. La résistance électrique diminue et ici, l'ampoule reçoit alors plus de courant et s'allume.



En 1827, Georg Ohm publie une théorie de l'électricité où il montre que tension électrique et courant électrique sont proportionnels dans les métaux.





# LE FROID ET LA SUPRACONDUCTIVITÉ

## L'expérience de la lévitation



À haute température

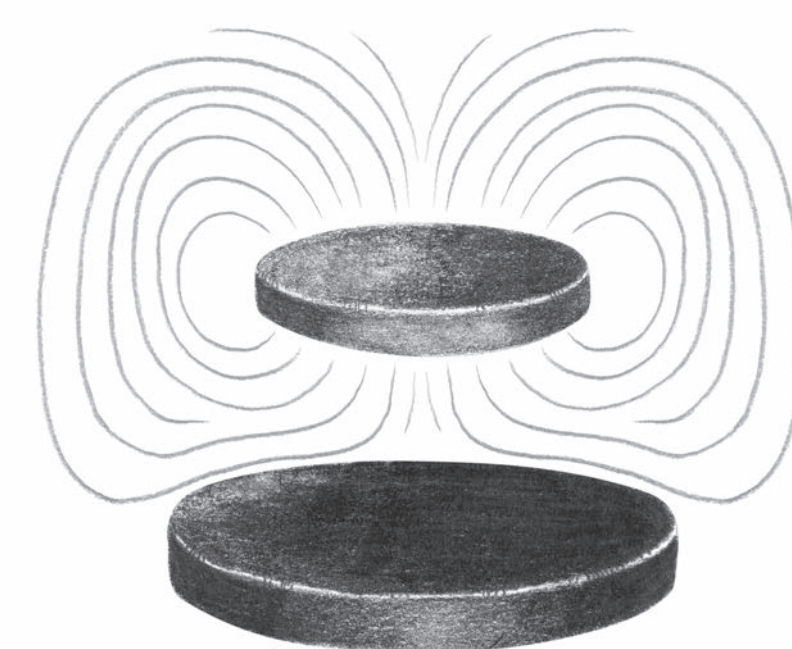


À basse température

À très basse température, certains métaux deviennent supraconducteurs. Leurs électrons forment soudain une sorte de vague quantique géante. Ces matériaux conduisent alors le courant électrique parfaitement. De plus, ils expulsent les champs magnétiques. C'est pour cela qu'ils font léviter les aimants.



À haute température



À basse température



En 1911, Kamerlingh Onnes découvre la supraconductivité en étudiant le mercure.