



WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Une machine de fusion a chauffé son plasma en le comprimant — une avancée réelle, mais pas une centrale

LM26, la machine de General Fusion, a comprimé un plasma de deutérium magnétisé avec une gaine de lithium en implosion et observé son échauffement — sa température électronique a plus que triplé jusqu'à un maximum mesuré d'environ 0,72 keV (718 ± 80 eV, soit près de 8 millions de °C), l'essentiel du chauffage étant attribué à la compression elle-même, le mécanisme dont dépend l'approche de fusion sur cible magnétisée. C'est un véritable jalon d'ingénierie pour cette voie vers la fusion. Mais ce sont aussi les 11 premiers tirs d'une seule machine, décrits dans une prépublication d'entreprise non évaluée par les pairs, à une température encore environ dix fois trop basse pour un plasma en combustion — sans gain net d'énergie, sans seuil de rentabilité atteint et sans électricité. Un mécanisme démontré, pas une centrale construite.

Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Vera Rubin · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *The science of compressional heating on the LM26 magnetized target fusion experiment*, S. J. Howard et al. (General Fusion), arXiv:2606.23974 [physics.plasm-ph] (preprint) · DOI: 10.48550/arXiv.2606.23974

Une machine de fusion a chauffé son plasma en le comprimant — une avancée réelle, mais pas une centrale électrique

Pour qu'un réacteur à fusion restitue plus d'énergie qu'il n'en consomme, son plasma combustible doit être à la fois assez chaud, assez dense et confiné assez longtemps — les trois grandeurs réunies dans ce que les physiciens appellent le critère de Lawson. La majeure partie du domaine cherche à les atteindre avec d'immenses aimants supraconducteurs — les tokamaks comme ITER — ou des réseaux de lasers géants — le confinement inertiel, comme au National Ignition Facility des États-Unis. Un groupe plus restreint d'entreprises mise sur une troisième voie, la **fusion sur cible magnétisée** (MTF) : former un plasma préchauffé et magnétisé, puis l'*écraser* mécaniquement et rapidement afin que la compression assure le chauffage — comme un moteur diesel enflamme son carburant par compression plutôt qu'avec une étincelle.

En juin 2026, l'entreprise canadienne **General Fusion** a publié les résultats de sa **Lawson Machine 26 (LM26)**, qui vérifient si ce pari central tient réellement : la compression mécanique d'un plasma magnétisé le chauffe-t-elle vraiment comme le prédisent les modèles ? Lors des 11 premiers tirs de compression — au cours desquels un plasma de deutérium en tokamak sphérique a été comprimé par une *gaine de lithium solide* en implosion — les meilleurs tirs ont montré que le plasma devenait nettement plus chaud, plus dense et plus fortement magnétisé à mesure qu'il était comprimé. L'analyse de l'entreprise attribue l'essentiel de ce chauffage à la compression elle-même.

Il s'agit d'un résultat d'ingénierie réel et précis pour l'approche MTF. Mais c'est aussi une première série de tirs, décrite dans une **prépublication d'entreprise qui n'a pas été évaluée par les pairs**, à une température encore très inférieure à celle qu'exige un plasma en combustion — et ce n'est ni de l'énergie de fusion, ni l'atteinte du seuil de rentabilité, ni une centrale électrique.

[video pending]

Ces images promotionnelles de General Fusion sont incluses pour montrer à quoi ressemble LM26 ; elles ne constituent pas une preuve indépendante que la machine atteindra ses futurs objectifs en matière de fusion.

A real heating step, far below a burning plasma

Temperature is only one Lawson quantity: density and confinement time still matter.

temperature (log scale)

burning D-T plasma: ~10 keV (100+ million C)

General Fusion milestone: 1 keV

LM26 peak: ~0.72 keV (~8 million C)

Boundary: heating shown; a burning plasma is an order of magnitude, and two more quantities, away.

Une échelle de températures : environ 0,72 keV pour LM26, le jalon de 1 keV fixé par General Fusion, et les quelque 10 keV nécessaires à un plasma deutérium-tritium en combustion. La température n'est que l'une des trois grandeurs du critère de Lawson.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

The magnetized-target-fusion bet

Form a warm magnetized plasma, then squeeze it so compression does the heating.

1. form plasma

warm, magnetized

2. implode liner

mechanical squeeze

3. heat by compression

what LM26 tests

not net energy

Boundary: compression heats the plasma; it does not show net energy or confinement long enough for a burn.

Fusion sur cible magnétisée : former un plasma préchauffé et magnétisé, puis le comprimer avec une gaine en

implosion pour que l'écrasement le chauffe — le pari de la compression façon moteur diesel. LM26 a vérifié que la compression chauffe le plasma, pas qu'elle produit un gain net d'énergie ou un confinement suffisant.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Ce que signifient « fusion sur cible magnétisée », « keV » et critère de Lawson

En fusion, la température du plasma est généralement exprimée en **kiloélectronvolts (keV)** plutôt qu'en degrés : 1 keV correspond à environ **11,6 millions de °C**. Un combustible deutérium-tritium doit atteindre près de **10 keV** — plus de 100 millions de °C — pour fusionner efficacement. Mais la température n'est que l'une des trois conditions à remplir simultanément. Selon le **critère de Lawson**, un réacteur doit aussi présenter une **densité** suffisante et un **temps de confinement** assez long, généralement combinés dans un seul « produit triple » — température $\times$ densité $\times$ temps de confinement. Chauffer le plasma est nécessaire, mais cette seule condition est très loin d'être suffisante.

La **fusion sur cible magnétisée (MTF)** est une voie intermédiaire entre les deux approches dominantes. Au lieu de confiner longtemps un plasma chaud avec d'énormes aimants ou de chauffer presque instantanément une cible minuscule avec des lasers, la MTF forme un plasma magnétisé puis le comprime mécaniquement en quelques microsecondes. Si cela fonctionne, la compression chauffe le plasma tout en augmentant sa densité — ce qui pourrait permettre d'atteindre les conditions de fusion sans aimants de la taille de ceux d'ITER ni lasers de l'échelle du NIF. Un essai comme celui de LM26 sert précisément à vérifier si, dans une machine réelle, la compression fournit effectivement ce chauffage.

Ce que les auteurs ont fait

- Ils ont construit et déclenché **LM26**, une machine de fusion sur cible magnétisée de General Fusion : un plasma de deutérium en tokamak sphérique est formé, puis comprimé par une **gaine de lithium solide** entraînée vers l'intérieur — soit une compression radiale d'environ **3 $\times$** .
- Ils ont réalisé les **11 premiers tirs de compression** en les équipant de nombreux instruments, reconstituant au fil du temps la température, la densité et le champ magnétique du plasma. Ils ont également enregistré les neutrons, les rayons X et la lumière visible émis, ainsi que des images rapides de l'interaction entre le plasma et la paroi.
- Ils ont élaboré un **modèle physique intégré** qui met en balance le chauffage dû à la compression, le chauffage ohmique — produit par le courant propre au plasma — et l'énergie perdue à la frontière, puis l'ont comparé aux données mesurées pour déterminer l'origine réelle du chauffage.

Ce qu'ils ont constaté

- **Le plasma s'est échauffé à mesure qu'il était comprimé.** Lors des meilleurs tirs, la température électronique a été multipliée par **plus de 3**, la densité électronique par environ **10** et le champ

magnétique poloïdal par environ **10**, sous l'effet d'une compression radiale de facteur 3. Pour le meilleur tir, l'article mesure une **température électronique maximale d'environ 0,72 keV** — 718 $\pm$ 80 eV, par diffusion Thomson — soit quelque 8 millions de °C.

- **La majeure partie du chauffage est attribuée à la compression.** Le modèle intégré de l'équipe conclut que la *majorité* de l'augmentation de température provient de la compression mécanique elle-même — le mécanisme dont dépend toute l'approche MTF — plutôt que du chauffage ohmique.
- **L'émission de neutrons a augmenté pendant la compression**, ce qui est compatible avec un plasma de deutérium plus chaud et plus dense.

Ce que cela ne montre pas

- Il ne s'agit **ni d'énergie de fusion, ni de l'atteinte du seuil de rentabilité, ni d'un gain net**. Rien ici n'a produit plus d'énergie que la machine n'en a consommé. Le résultat concerne le *chauffage d'un plasma* — une étape du cycle de fusion — et non le bilan énergétique d'un réacteur.
- La température reste **environ dix fois trop basse** pour un plasma en combustion. Quelque 0,72 keV correspondent à environ 8 millions de °C ; un combustible deutérium-tritium nécessite de l'ordre de **10 keV — plus de 100 millions de °C** —, ainsi qu'un produit densité $\times$ temps de confinement suffisant pour entretenir la combustion. Le prochain jalon fixé par General Fusion elle-même est de **1 keV**, encore très loin de l'allumage.
- « **La majeure partie du chauffage vient de la compression** » est une **conclusion fondée sur un modèle**, pas une lecture directe. Elle provient d'un modèle physique intégré ajusté aux diagnostics ; la confiance accordée à la répartition entre compression, chauffage ohmique et pertes dépend donc de la confiance accordée à ce modèle.
- Il s'agit d'une **prépublication d'entreprise, non évaluée par les pairs**. Les résultats sont rapportés par l'équipe qui a construit la machine et dont l'entreprise a levé des fonds sur la promesse de cette technologie ; aucune évaluation indépendante n'a encore eu lieu.
- La hausse du nombre de neutrons ne correspond **pas** à un rendement de fusion pertinent sur le plan énergétique. Une certaine émission de neutrons du deutérium est attendue dans ces conditions, très loin de tout niveau utile à la production d'énergie.
- Ces résultats ne disent rien de l'affirmation distincte de l'entreprise selon laquelle une **future centrale fournirait de l'électricité au réseau** — une promesse accueillie avec beaucoup de prudence dans les reportages indépendants.

Quelle est la solidité des éléments probants ?

- **L'affirmation centrale est étroite et vérifiable.** « Nous avons comprimé un plasma magnétisé ; il s'est échauffé, surtout à cause de la compression » est exactement le test de mécanisme que l'approche MTF doit réussir. L'article l'étaye par une série de tirs abondamment instrumentés et un modèle explicite du bilan énergétique. Si le résultat résiste à l'évaluation par les pairs, ce sera une validation réelle — quoique précoce — de l'approche.

- **Les réserves sont structurelles, pas accessoires.** Onze tirs, une machine, une équipe, aucune évaluation à ce jour et une température maximale inférieure d'un ordre de grandeur à celle d'un plasma en combustion. La conclusion déterminante — *la majeure partie du chauffage provient de la compression* — repose sur un modèle ; la question centrale pour l'évaluation par les pairs sera donc la robustesse de la répartition établie par ce modèle.
- **Le statut rigoureux est celui d'un mécanisme démontré, pas d'un jalon énergétique revendiqué.** Le résultat fait évoluer la MTF de « la compression *devrait* chauffer le plasma » vers « la compression *chauffe effectivement* le plasma », sans autoriser de conclusion plus ambitieuse.

Pourquoi c'est important

L'intérêt de la fusion sur cible magnétisée tient à son économie, pas à des records. Si la compression mécanique peut chauffer un plasma jusqu'à des conditions proches de la fusion, il serait peut-être possible d'y parvenir sans aimants de l'échelle d'ITER ni lasers de celle du NIF — une voie moins coûteuse et permettant des itérations plus rapides, *si* elle fonctionne. Ce « si » résume tout l'enjeu, et il dépend de jalons peu spectaculaires comme celui-ci : la compression fournit-elle réellement le chauffage promis par les modèles ? Pour ses premiers tirs, LM26 répond oui, sous conditions. Ce résultat mérite d'être relevé précisément *parce qu'il est conditionnel* — un barreau sur une longue échelle, décrit par ceux qui la gravissent, encore vérifié par personne et très loin du sommet.

Résumé clair

LM26, la machine de General Fusion, a comprimé un plasma de deutérium magnétisé à l'aide d'une gaine de lithium en implosion et montré qu'il s'échauffait — sa température électronique ayant plus que triplé jusqu'à un maximum mesuré d'environ 0,72 keV, soit 718 ± 80 eV ou quelque 8 millions de °C. Selon l'analyse de l'entreprise, la majeure partie du chauffage provient de la compression elle-même, le mécanisme sur lequel repose son approche de fusion sur cible magnétisée. C'est une étape d'ingénierie réelle et précise pour cette voie vers la fusion. Mais ce sont aussi les 11 premiers tirs d'une seule machine, décrits dans une prépublication d'entreprise non évaluée par les pairs, à une température environ dix fois inférieure à celle qu'exige un plasma en combustion, sans gain net d'énergie, sans seuil de rentabilité atteint et sans électricité produite. Un mécanisme démontré, pas une centrale construite.

Sources

S. J. Howard et al. (General Fusion), The science of compressional heating on the LM26 magnetized target fusion experiment, arXiv:2606.23974 [physics.plasm-ph] (2026)
<https://arxiv.org/abs/2606.23974>

General Fusion, 'General Fusion Achieves Compressional Plasma Heating with LM26 Magnetized Target Fusion Machine' (company announcement, June 2026)

<https://generalfusion.com/post/general-fusion-achieves-compressional-plasma-heating-with-lm26-magnetized-target-fusion-machine/>

Nature news, 'Nuclear-fusion firm says plant will deliver electricity to grid - but big questions remain' (2026)

<https://www.nature.com/articles/d41586-026-01795-z>