

# SÉLECTION DE SOUCHES LAGER LALLEMAND

**Les lagers sont les bières les plus populaires au monde.** Propre et rafraîchissant, ce style a conquis plus de 90 % du marché international de la bière.

La production de lagers est une innovation récente dans l'histoire de la brasserie, qui se mesure en milliers d'années. L'apparition des lagers est attribuée aux XVe-XVIe siècles, et la Bavière est considérée comme le berceau de ce style.

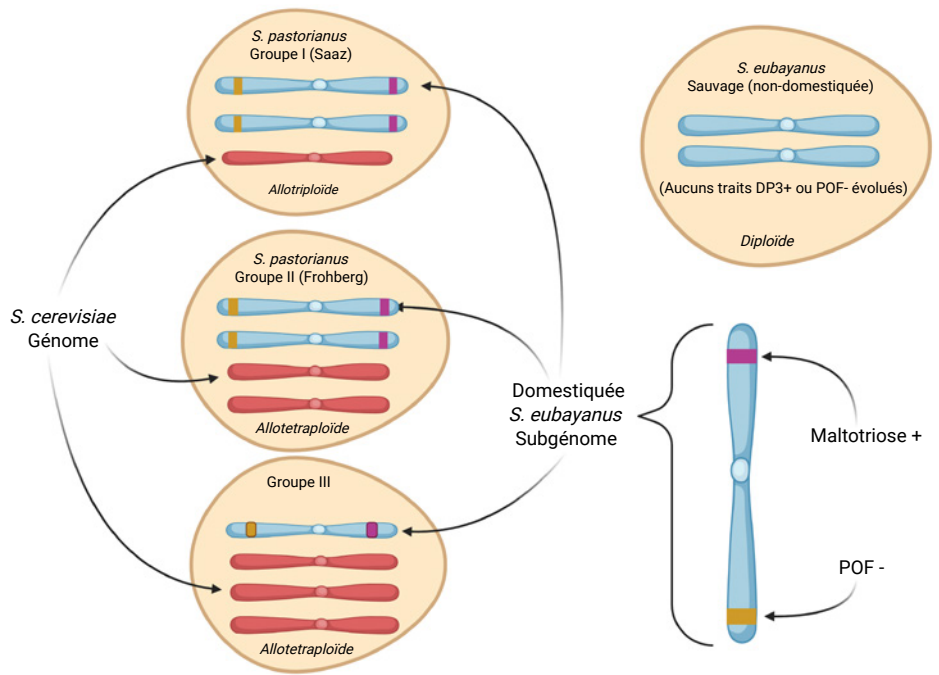
La caractéristique principale du style lager est l'utilisation d'un type de levure authentique appelé *Saccharomyces pastorianus*. Dans les années 1980, en étudiant l'ADN de la levure de fermentation basse, les chercheurs ont découvert qu'il s'agissait d'un hybride de la levure de bière *Saccharomyces cerevisiae* et d'un micro-organisme jusqu'alors inconnu. Mais en 2007, des microbiologistes ont découvert que les gènes de ce micro-organisme sont identiques à 99,5 % à une levure trouvée en Patagonie, que la population locale utilisait pour produire de l'alcool à basse température. La levure était contenue dans des "galles", des excroissances sphériques sur arbres du genre *Nothafagus spp.*, à l'intérieur desquelles le jus est fermenté (figure 1). Cette souche a été nommée *Saccharomyces eubayanus*.

FIG. 1: Galles poussant sur un *Nothafagus* de Patagonie.



**Les souches de levure de bière sont classées en différentes lignées en fonction de leur structure génomique.**

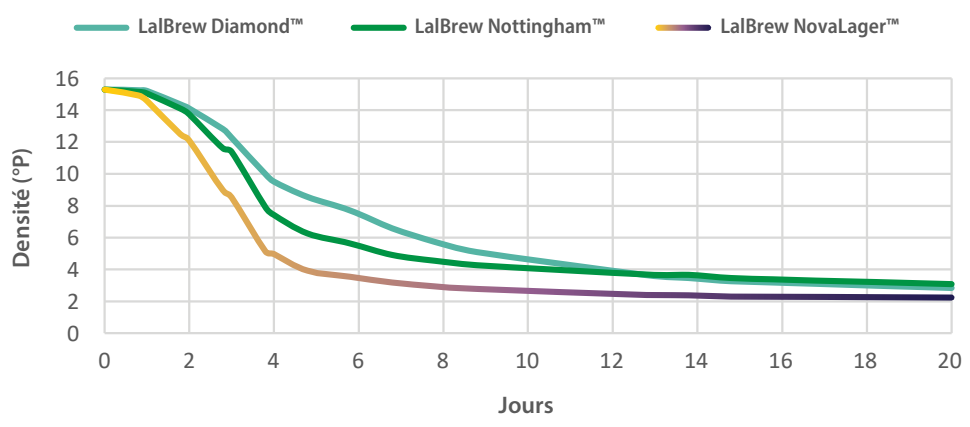
Chaque souche *S. pastorianus* possède un sous-génome dérivé des souches parentales *S. cerevisiae* et *S. eubayanus* (figure 2). Les deux groupes de lager traditionnels sont nés d'événements d'hybridation naturelle. Les souches de lager du **groupe I (Saaz)** sont allotriploïdes avec trois jeux de chromosomes, un provenant de *S. cerevisiae* et deux de *S. eubayanus*. En raison de la plus grande contribution du sous-génome de *S. eubayanus*, ces souches sont davantage cryotolérantes. Les souches de lager du **groupe II (Frohberg)** sont allo-tétraploïdes avec quatre jeux de chromosomes, deux provenant de *S. cerevisiae* et deux de *S. eubayanus*. En raison de la plus grande contribution de *S. cerevisiae*, ces souches présentent des caractéristiques de fermentation plus robustes, notamment une plus grande tolérance à la température et à l'alcool. La souche de levure de lager la plus connue, Weihenstephan 34/70, ainsi que **LalBrew Diamond™**, appartiennent à la lignée du groupe II. Les souches du groupe I et du groupe II sont génétiquement très similaires et ont très peu changé au cours des siècles depuis leur domestication en Bavière au XVe siècle. Certains brasseurs ont utilisé des souches de fermentation haute pour fermenter à des températures plus froides afin de produire des ales qui ressemblent à des lagers, mais qui ne sont pas considérées comme de véritables lagers puisqu'elles ne sont pas fermentées avec *S. pastorianus*. **LalBrew Nottingham™** est une excellente option pour le brassage de pseudo-lagers en raison de son profil neutre et de sa large plage de températures de fermentation.



**FIG. 2: Structure génomique comparative des lignées de souches de lager du Groupe I (Saaz), du Groupe II (Frohberg) et du Groupe III.**

Récemment, des méthodes classiques et non-OGM ont été utilisées pour sélectionner de nouvelles souches hybrides de lager qui sont distinctes des lignées traditionnelles des groupes I et II.<sup>1</sup> Ces nouvelles souches du **groupe III** sont allotétraploïdes avec quatre jeux de chromosomes, trois provenant de *S. cerevisiae* et un de *S. eubayanus*. Le premier exemple commercial des souches de lager du groupe III est **LalBrew NovaLager™**, qui représente la première innovation majeure dans les souches de levure de lager depuis des siècles. Grâce à une contribution plus importante du sous-génome *S. cerevisiae*, la souche **LalBrew NovaLager™** fait preuve d'une tolérance aux températures plus élevées, d'une fermentation plus robuste et plus rapide, d'un profil de saveur unique et de faibles niveaux de diacétyle et de H2S, tout en maintenant la cryotolérance conférée par le sous-génome *S. eubayanus* (figure 3).

**CINÉTIQUES DE FERMENTATION**



**FIG. 3: Cinétiques de fermentation de différentes souches de levure de la gamme LalBrew® Premium pour les styles de lager. Moût standard pur malt 15°P ensemençé avec 1,5 million de cellules/ml/°P et fermenté à 12 °C.**

<sup>1</sup> Turgeon, Z., Sierocinski, T., Brimacombe, C. A., Jin, Y., Goldhawke, B., Swanson, J. M., Husnik, J. I., & Dahabieh, M. S. (2021). Industrially Applicable De Novo Lager Yeast Hybrids with a Unique Genomic Architecture: Creation and Characterization. *Applied and environmental microbiology*, 87(3)  
<sup>2</sup> <https://www.lallemandbrewing.com/en/technical-paper/hydrogen-sulfide-h2s-beer/>

## EN BREF

ESPÈCE	<i>Saccharomyces pastorianus</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces pastorianus</i>
CLASSIFICATION LAGER	Groupe II (Frohberg)	Pseudo-lager	Groupe III
COMPOSITION GÉNOMIQUE	50% <i>S. cerevisiae</i> 50% <i>S. eubayanus</i>	100% <i>S. cerevisiae</i>	75% <i>S. cerevisiae</i> 25% <i>S. eubayanus</i>
UTILISATION DU MÉLIBIOSE	+	-	+
PLAGE D'ATTÉNUATION	77-83%	78-84%	78-84%
FLOCULATION	Élevée	Élevée	Moyenne
PLAGE DE TEMPÉRATURE	10-15°C (50-59°F)	10-25°C (50-77°F)	10-20°C (50-68°F)
TOLÉRANCE À L'ALCOOL (% VOL.)	13%	14%	13%
TAUX D'ENSEMENCEMENT	100-200 g/hl	50-100 g/hl	50-100 g/hl

## SAVEUR ET ARÔMES

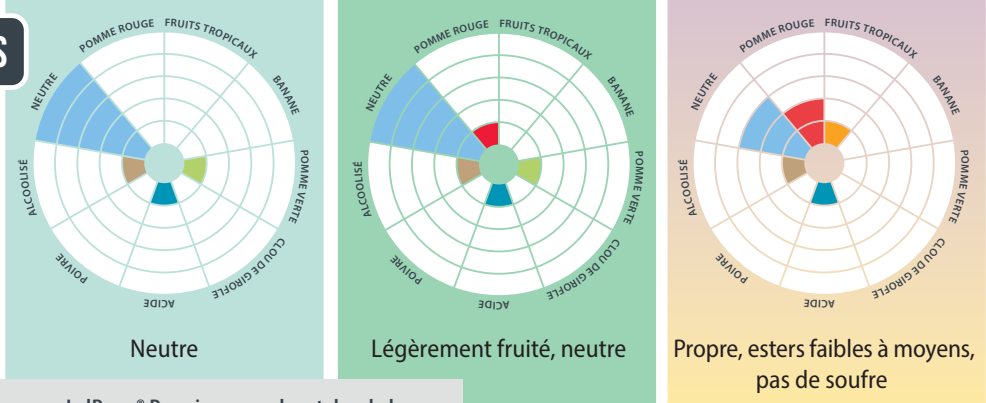


TABLEAU 1: Comparaison des souches de la gamme LalBrew® Premium pour les styles de lager.

# SAVEUR ET ARÔMES DE LAGER

## Sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S)

Toutes les levures de brasserie produisent une certaine quantité de H<sub>2</sub>S pendant la fermentation dans le cadre du métabolisme normal des acides aminés (voir notre document technique intitulé [Impact of Hydrogen Sulfide in Brewing](#)<sup>2</sup>). Dans le cas des fermentations hautes, le H<sub>2</sub>S est éliminé efficacement par chasse au CO<sub>2</sub> pendant la fermentation active et la réabsorption par la levure après l'atténuation complète. Dans le cas des fermentations basses, les fermentations plus lentes et plus froides entraînent une diminution de la chasse au CO<sub>2</sub> et les levures lager ne réabsorbent pas le H<sub>2</sub>S aussi efficacement. De petites quantités de H<sub>2</sub>S au-dessus des seuils de détection produites par des souches de lager traditionnelles telles que **LalBrew Diamond™** sont considérées comme une partie importante du profil sensoriel normal de nombreuses bières lager. Cependant, une mauvaise nutrition du moût ou de mauvaises techniques de brassage peuvent entraîner des niveaux élevés d'H<sub>2</sub>S et un arôme indésirable d'œufs pourris. Cela peut être évité en ajoutant des nutriments au moût (en particulier lors de l'utilisation d'adjuvants) et en laissant la bière en contact avec la levure avant le transfert ou la filtration pour laisser le temps à la réabsorption du H<sub>2</sub>S. La souche **LalBrew NovaLager™** a été sélectionnée pour une production réduite de H<sub>2</sub>S en contre-sélectionnant les gènes métaboliques spécifiques du soufre (figure 4). Par conséquent, **LalBrew NovaLager™** ne nécessite pas les longs temps de maturation typiques des souches de lager traditionnelles.

## PRODUCTION DE H<sub>2</sub>S

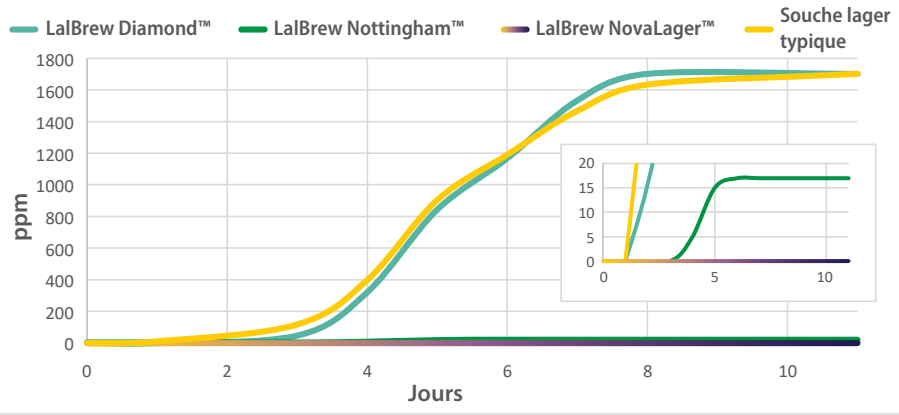


FIG. 4: Production de H<sub>2</sub>S pendant la fermentation avec les souches de levure LalBrew® Premium pour lagers. Une souche typique lager est présentée à des fins de comparaison. Les souches de lager traditionnelles (**LalBrew Diamond™**, souche lager typique) produisent plus de H<sub>2</sub>S que les souches ale (**LalBrew Nottingham™**). Les niveaux de H<sub>2</sub>S sont indétectables pour les fermentations avec **LalBrew NovaLager™**. Moût standard pur malt 15°P ensemencé avec 1,5 million de cellules/ml/°P et fermenté à 12°C.



### Diacétyle

Le diacétyle est un sous-produit commun de la fermentation qui est perçu par la plupart des gens comme un faux-goût. Il est produit par une réaction secondaire de la levure qui métabolise les acides aminés en valine. La levure produit de l'α-acétolactate, qui est ensuite excrété hors de la cellule. L'α-acétolactate est ensuite décarboxylé en diacétyle et réabsorbé par la levure à la fin de la fermentation où il est métabolisé en acétoïne, un composé insipide. La réabsorption du diacétyle par la levure prend du temps et est plus rapide aux températures plus chaudes des ales qu'aux températures plus froides des lagers. Le diacétyle peut être présent dans la bière conditionnée lorsque les fermentations sont incomplètes et que la levure est incapable de réabsorber complètement le diacétyle. Pour cette raison, les fermentations basses utilisent généralement un repos de diacétyle en augmentant la température à la fin de la fermentation pour donner à la levure le temps de réabsorber le diacétyle avant le transfert de la levure (figure 5). La production de diacétyle peut également être inhibée en utilisant une enzyme α-acétolactate décarboxylase (ALDC), qui permet la décomposition directe de l'α-acétolactate en acétoïne insipide et empêche la formation et le métabolisme normal du diacétyle par la cellule de levure.

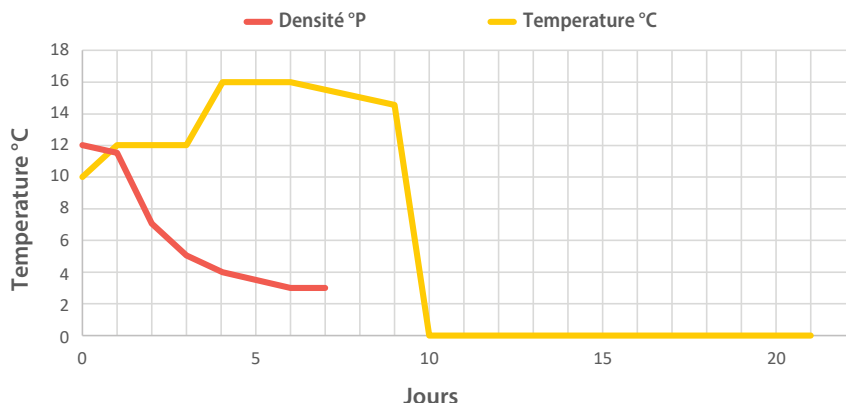


FIG. 5: Un repos typique au diacétyle est effectué en augmentant la température pendant plusieurs jours à la fin de la fermentation active.

### ABSORPTION DE LA VALINE

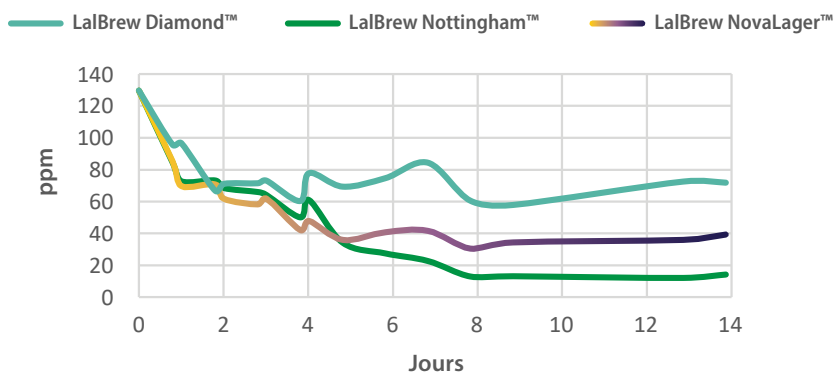


FIG. 6: LalBrew NovaLager™ présente une absorption de valine plus élevée, semblable aux souches de fermentation haute, comme LalBrew Nottingham™ par rapport aux souches traditionnelles de fermentation basse.

La sélection des souches aura également un impact sur la production de diacétyle. Les souches Ale telles que LalBrew Nottingham™ auront tendance à produire moins de diacétyle en raison d'une absorption plus efficace de la valine. LalBrew NovaLager™ démontre une absorption de valine et des niveaux de diacétyle qui sont similaires à ceux des souches ale (Figures 6-7), ce qui contribue à des temps de maturation requis plus courts pour cette souche par rapport aux souches lager traditionnelles.

### PRODUCTION DE DIACÉTYLE

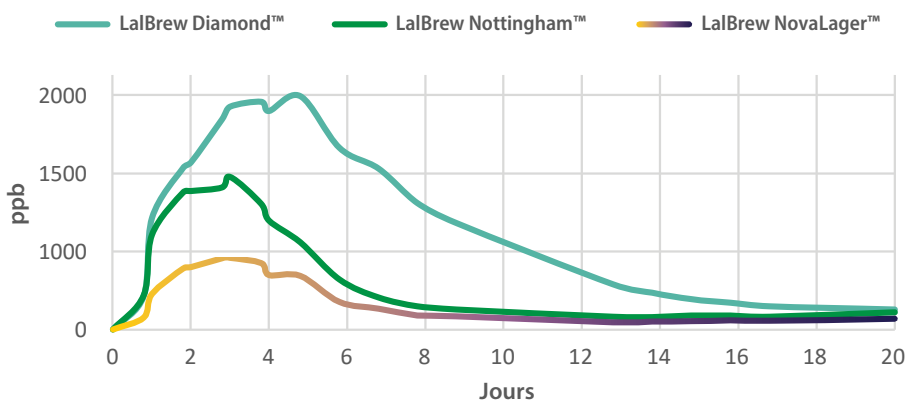


FIG. 7: Niveau de diacétyle produit par différentes souches de levure pour les styles lager.

### Esters et biotransformation du houblon

Les souches lager traditionnelles telles que LalBrew Diamond™ produisent peu d'esters et sont très neutres, ce qui conduit à des bières propres, sèches et rafraîchissantes. Les interprétations modernes des styles de lager ont tendance à être plus aromatiques, souvent avec des taux de houblon plus élevés que les bières lager traditionnelles. La souche LalBrew NovaLager™ produit des esters faibles à moyens pour une bière lager plus aromatique, et l'expression d'une enzyme β-glucosidase favorise la biotransformation et la complexité des arômes de houblon.