

Infovrac #255

Revue de manutention, stockage et traitement des produits en vrac

Mars 2025

DOSSIER

Construction, rénovation :
les étapes-clés pour
réussir son projet

TECHNIQUE

La production du
mélangeur à ruban
multipliée par 25
chez Diversified
Chemical Products

TRANSPORT & LOGISTIQUE

Démarrage de la
construction des quais
travaux à Noyon et à
Aubenceul-au-Bac

INSTALLATIONS

Molini Pivetti S.p.A.
se dote d'un nouveau
dépôt automatisé

MATÉRIELS

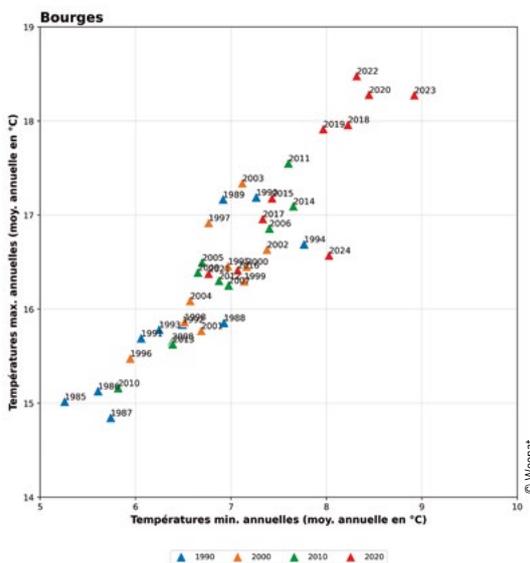
Les systèmes
de transfert
mécanique
et pneumatique
du vrac

Bien préparer son projet de construction ou d'extension de silos de stockage de grain : quels outils pour sécuriser le refroidissement des grains ?

Par Maud Mathie, directrice du pôle TechniGrain de la société SERA

Le refroidissement des grains est un phénomène complexe. Dans la pratique, le grain est refroidi avec de l'air ambiant ou de l'air réfrigéré, en utilisant des ventilateurs ou des groupes froids. Depuis 2014, le pôle TechniGrain de la société Sera réalise des missions d'évaluations techniques de systèmes en place et accompagne ses clients sur les projets de construction neuve et d'extension. Mode d'emploi...

Pour commencer, voici un peu de théorie, passée au crible d'un millier d'études de fonctionnement de ventilateurs, soit 20 % du parc en fonctionnement en France.



Ce graphique montre une augmentation continue sur les 40 dernières années des températures minimales et maximales moyennes sur la zone géographique concernée (ici Bourges), que l'on peut généraliser à l'échelle de la France.

Dans un système de ventilation, la machine qui met l'air en mouvement (ventilateur seul ou ventilateur couplé à des échangeurs dans un groupe froid) réagit aux contraintes de ce système. Ces contraintes peuvent provenir, par exemple, d'une surface d'admission d'air dans le local trop faible, de coudes dans le système de transport d'air, de trappes de ventilation qui, en position ouverte, se referment sous l'effet

du flux d'air, de systèmes de diffusion d'air obstrués, d'une masse de grain présentant un taux important d'impuretés, ou encore d'un système d'extraction d'air usé au-dessus du tas de grain sous-dimensionné. Le fonctionnement du ventilateur est impacté par ces contraintes, et ses performances sont dégradées.

Évaluer cette dégradation à partir des courbes théoriques de fonctionnement des ventilateurs, et de résultats de mesures (permettant de déterminer des ordres de grandeur notamment de débit d'air et de pression statique) a nécessité de challenger le savoir en place et d'établir de nouvelles règles d'interprétation.

Les 10 années d'études de ventilateurs par TechniGrain ont permis de clarifier ces règles d'interprétation, et d'établir un conseil opérationnel, au service des structures de stockage de grains.

En amont du projet de construction : rationaliser la stratégie de refroidissement

Climat : étude des données météo passées et projections climatiques futures

« Le contexte de changement climatique actuel présente globalement une hausse des températures annuelles, ainsi qu'une amplification des phénomènes extrêmes de type orage, tempête, canicule », nous informe Emmanuel Buisson, directeur produit et innovation de l'entreprise Wveenat. En conséquence, le potentiel climatique pour le refroidissement des grains se dégrade et devient incertain.

Physique : se projeter sur le type de grains à stocker... Demain et sur le long terme

Refroidir le grain à l'air ambiant nécessite la mise en mouvement de volumes d'air importants. En circulant dans les installations, des forces s'opposent au passage du flux d'air. Ce sont les pertes de charges. La mise en pression de l'air, pour vaincre ces pertes de charges, crée des échauffements plus ou moins importants de l'air selon la situation du ventilateur dans les installations, du type et de la quantité de grain ventilé : de 2 à 18 °C en général.

Les collectes de grains avec des taux d'impuretés importants et les nouvelles espèces de petites graines émergentes (œillette, cameline, quinoa, chia, etc.) pénalisent les systèmes de ventilation, qui ne sont, en général, pas conçus pour refroidir ce type de graines. Ainsi, les gaines de ventilations s'obstruent (voire se remplissent de grains) et les ventilateurs sont mis en difficultés (car ils n'ont pas été dimensionnés pour refroidir des masses de grains si denses).

Dans les projets d'extension ou d'installations neuves, en fonction de ces différents critères, complétés d'une approche globale, la stratégie de refroidissement des grains initialement envisagée par le client peut être validée ou modifiée.

Sur un projet d'extension : détecter les problèmes existants, les corriger et proposer une stratégie de refroidissement viable

Les projets d'extension partent, par définition, d'une installation existante.

Prise de recul technique : avant de démarrer : estimer la performance du refroidissement sur cette installation

La qualification de l'installation de refroidissement existante est primordiale avant de faire quoi que ce soit : en effet, réaliser une série de mesures interprétée par des spécialistes permet de déterminer la manière dont la machine qui met en mouvement l'air (ventilateur ou groupe froid) réagit notamment aux contraintes du système de transport et de diffusion d'air. Sur cette base et en impliquant le client, la stratégie d'extension est déterminée : faire communiquer le réseau de ventilation existant et le futur réseau, ou séparer ces réseaux.

Retour d'expérience sur le projet d'extension : Frédéric Tijou nous raconte...

« Nous avons un projet d'extension de silo. Il s'agissait d'ajouter une cellule de stockage d'une capacité de 940 t aux trois cellules de 400 t placées sous un bâtiment. Les tests réalisés par le pôle TechniGrain ont permis de vérifier le fonctionnement du ventilateur en place. Le rendu a montré les limites de ce système et a induit une modification de l'installation. Le fonctionnement de l'installation existante a été optimisé. Le choix de séparer le réseau de ventilation existant de l'extension a été éclairé par différents éléments techniques. Nous avons pris un temps de réflexion, avec la mise en œuvre de la formation sur la conservation des grains, ce qui a posé les bases théoriques de la ventilation. L'extension a été construite. La cellule de stockage a été remplie à la moisson 2024, et la température du grain a refroidi, selon nos objectifs. Ce que je retiens de ce travail c'est la cohérence des étapes mises en œuvre. »



Cellule construite en 2023, en extensions des cellules sous le bâtiment.



Ventilateur installé pour refroidir le grain avec de l'air ambiant.

le marché. Ce seuil de température constitue un équivalent de 2^e palier préconisé par cet institut technique.

L'étude des 10 dernières années de données météo, ainsi que la mise en œuvre de modèles prédictifs a montré qu'il n'était plus possible de refroidir l'intégralité d'un silo à 5 °C à l'air ambiant, et que le futur consoliderait cette tendance. Partant de là, refroidir le grain rapidement à la moisson proche de 12 °C semblait être une stratégie intéressante. L'adoption de la ventilation réfrigérée pour ce silo a donc été validée.

Retour d'expérience sur le projet de construction : Claire Pelletier se souvient...

« Pour la moisson 2022, nous avons le projet de construire un nouveau silo de 25 000 t sur le site de Bréval. Ce silo est composé d'une partie dédiée aux filières conventionnelles et bio, et ce silo est SIS (sans insecticides de stockage) en totalité. Dans ce cadre, le refroidissement des grains est un volet-clé dans la maîtrise des populations d'insectes. Le pôle TechniGrain est venu en appui avec la prestation d'accompagnement au dimensionnement des installations (Diva). Au regard de notre besoin et de l'étude des informations climatiques, nous avons déterminé une stratégie de refroidissement. Entre ventilation à l'air ambiant et ventilation réfrigérée, après concertation et réflexion, nous avons fait le choix de mettre en place deux groupes froids »



Groupe froid installé dans un local afin de limiter les nuisances sonores.



Silo de Bréval mis en service en 2022.

Qualification des installations de refroidissement des grains en aval de la construction : différentes modalités

Selon le choix stratégique réalisé par le client : ventilation à l'air ambiant et/ou ventilation réfrigérée, différentes modalités sont envisageables.

Une série de mesures d'efficacité sur la ventilation à l'air ambiant sont réalisées (méthode Reve). Les consignes d'exploitation sont éditées suite à une étude. Les opérateurs sont formés à l'intégration de ces consignes dans le pilotage de leurs installations. Les installations peuvent être instrumentées afin d'automatiser le pilotage du refroidissement des grains. Des tableaux de bord à destination des opérateurs et des encadrants peuvent être mis en place selon les besoins.

Le pilotage des groupes froids peut être assisté via l'application « Cool », interfacée à la thermométrie du silo. Ainsi, l'opérateur est accompagné dans la mise en œuvre de la ventilation réfrigérée, et, en fin de campagne, les indicateurs de performance énergétique sont présentés et mis en perspective pour faire monter le personnel en compétence, et résoudre les éventuelles difficultés techniques sur l'installation.

Ce qu'il faut retenir pour réussir son projet de construction ou d'extension

Dans le domaine du dimensionnement des installations de ventilation, il est nécessaire de « ne pas confondre vitesse et précipitation ». Prendre le temps de mettre en perspectives vos besoins sur le court et long terme et considérer la globalité de la problématique vous fera, *in fine*, gagner du temps. Un dimensionnement est nécessaire mais jamais suffisant. La prise en compte notamment de l'orientation des machines (fruit de compromis techniques), de la gestion des nuisances sonores et de l'optimisation des modes de pilotage reste un complément primordial. ●

Validation technique : une fois le projet déployé, qualifier les installations

Qu'il s'agisse de ventilation à l'air ambiant ou de ventilation réfrigérée, la mise en œuvre a forcément nécessité des compromis techniques. Qualifier le fonctionnement des installations par la mesure et le suivi permet aux opérateurs de prendre les bonnes habitudes de pilotage, et de corriger certains points techniques (orientation des machines, gestion des problématiques acoustiques le cas échéant) dans des délais raisonnables.

Sur un projet de construction : challenger les hypothèses et se projeter sur le long terme

Les projets de construction sont partie intégrante d'une stratégie d'organisme stockeur sur le long terme.

Point de départ : déterminer la vision du projet et envisager le futur

Le pôle TechniGrain a été consulté pour un appui stratégique sur le refroidissement des grains du nouveau silo de Bréval en 2020. Le silo est sorti de terre pour la moisson 2022.

La première question concernait le type de machines à mettre en place : groupes froids et/ou ventilateurs ?

Pour répondre à cela, il a été nécessaire d'étudier l'évolution de la météo, ainsi que le potentiel climatique, pour répondre à la question « est-il encore possible de refroidir le grain à 5°C, comme le préconise le 3^e palier préconisé par Arvalis » ?

D'après les 200 groupes froids suivis, il est possible de refroidir le grain à 12 °C de température moyenne de grain minimum, en condition d'exploitation, avec les technologies actuellement sur