

Vers une déshumidification industrielle performante et plus durable



I. La déshumidification : un besoin critique pour l'industrie

Les industries agroalimentaires, pharmaceutiques ou bien encore électroniques sont contraintes de composer avec un défi majeur : la gestion de l'humidité dans leurs environnements de production. Dans les ateliers froids de transformation des viandes et poissons, ou encore dans les laboratoires pharmaceutiques, un excès d'humidité entraîne condensation, formation de givre et risque de contamination bactérienne. Jusqu'à présent, les réponses technologiques impliquent une consommation énergétique parfois considérable. Mais ce constat va changer.

II. Les solutions actuelles ont peu évolué et sont énergivores

Depuis longtemps la déshumidification repose sur des Centrales de Traitement d'Air (CTA) dans lesquelles se succèdent refroidissement et réchauffage. L'atteinte de taux d'humidité très faibles s'avère néanmoins délicate lorsque la température de rosée devient négative et que les équipements viennent à prendre en glace. Dans ce cas on vient préférer un équipement qui repose sur la technologie de la roue dessiccante ; L'air circule au travers d'une roue recouverte d'un matériel dessiccant, qui, pour garder son pouvoir d'adsorption doit être régénéré en permanence à haute température (Fig. 1). Non seulement l'air soufflé vient s'en trouver réchauffé, mais la facture énergétique s'envole !

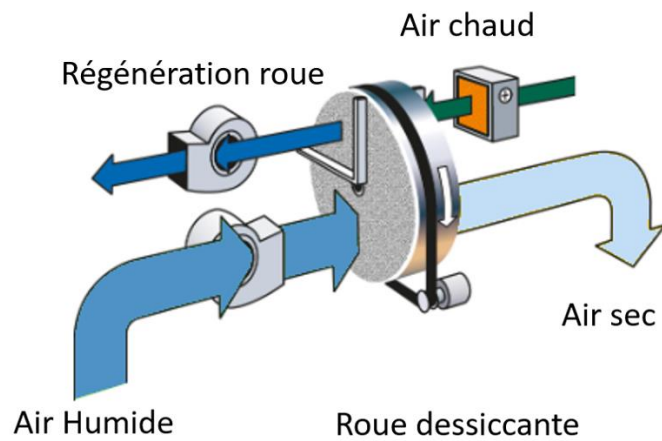


Figure 1. Schéma de principe d'une roue dessiccante

La consommation énergétique dépend de nombreux facteurs : le taux d'humidité voulu, la température de l'air à traiter, le volume d'air à traiter, etc. Pour des installations industrielles, la facture d'électricité monte rapidement et impacte les coûts de production. Dans un contexte où la sobriété énergétique et l'empreinte carbone deviennent des priorités, il faut une offre nouvelle.

III. Pour une déshumidification sobre en énergie, une nouvelle technologie est maintenant disponible

L'enjeu étant reconnu par les agences gouvernementales et prégnant pour nombre d'industriels, des efforts de recherche ont été entrepris par le laboratoire de Mines Paris PSL. Et c'est désormais sa spin-off STEM qui concrétise leur aboutissement en proposant une solution qui bouleverse nos perceptions sur la consommation énergétique de la déshumidification industrielle.

Maintenant disponible commercialement, la solution NEODRY® exploite un principe breveté basé sur l'utilisation de membranes perméables à la vapeur d'eau de part et d'autre desquelles est pulvérisée une solution saline (CaCl₂ concentré dans de l'eau) (Fig. 2).

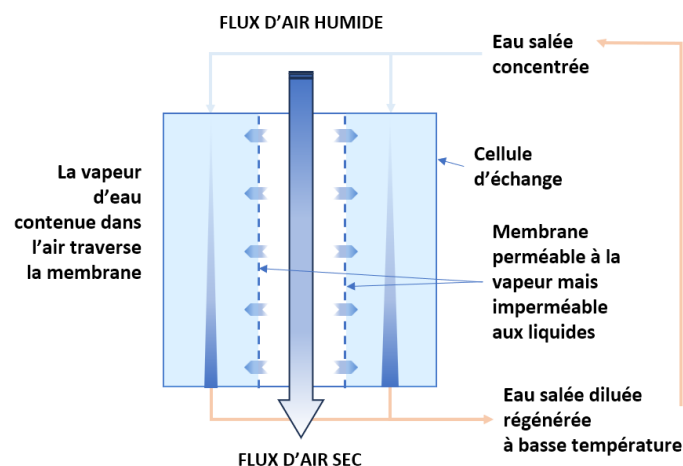


Figure 2. Principe breveté de la solution NEODRY®

La vapeur d'eau contenue dans l'air migre au travers des membranes en étant captée par le sel contenu dans l'eau circulant derrière les membranes. Sans besoin de refroidissement excessif, ni d'une température de régénération élevée, la déshumidification est rendue ultra-efficace, avec une consommation énergétique divisée par 2 à 4 par rapport aux solutions traditionnelles.

IV. Une intégration industrielle simple et performante

Déjà éprouvée en environnement industriel (depuis plus d'un an, sur un site de fabrication de crèmes glacées), NEODRY® est déployé sous la forme d'un système modulaire comprenant trois sous-ensembles (Fig. 3) :

- **Le module de déshumidification** : L'air à traiter traverse un ensemble de cellules d'échanges à membranes où l'humidité est captée par la solution saline qui se dilue. L'air soufflé est déshumidifié et parfaitement conforme aux consignes de température et d'humidité exigées par le site.
- **Le module de régénération** : La solution saline est maintenue à sa concentration optimale grâce à un second ensemble de cellules membranaires qui fonctionne sur le principe inverse. De l'air sec extérieur vient capter de la vapeur d'eau issue de la solution saline chauffée à très basse température. La solution saline est ainsi régénérée, revenant à sa concentration optimale.
- **Le module de gestion des fluides et de supervision** : Il assure le pilotage dynamique de la circulation de solution saline, optimisant les températures et les débits pour garantir des performances maximales et maîtriser la parfaite atteinte des consignes.

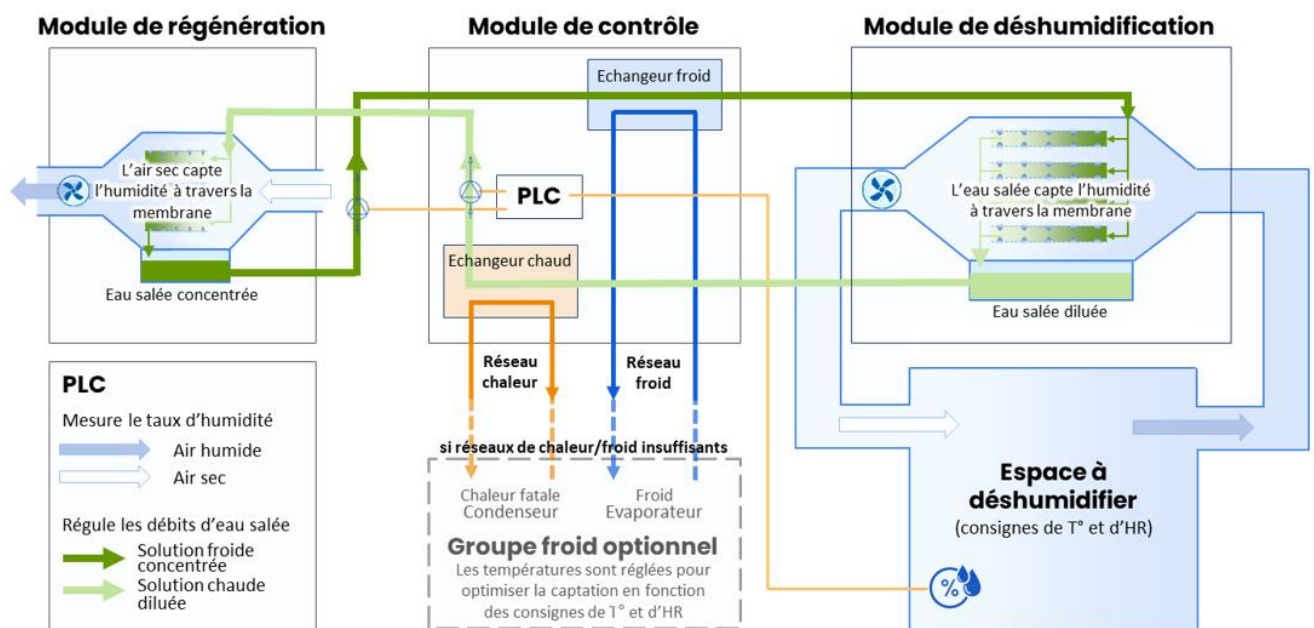


Figure 3. Schéma d'implantation de la solution NEODRY®

La solution NEODRY® répond aux besoins prioritaires des industriels :

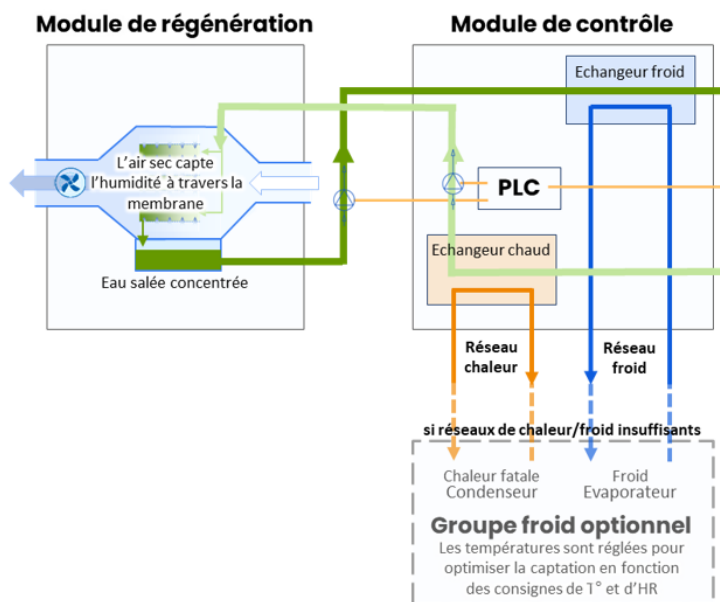
- Elle déshumidifie l'air d'un local avec précision à température constante à des conditions extérieures entre -15°C et +40°C
- Elle peut atteindre un taux d'humidité absolue très faible (jusqu'à 1 g/Kg - air sec) à toute température de consigne du local

- Elle rend la déshumidification possible à des températures de rosée négatives sans doublement d'installations pour un fonctionnement continu
- Le refroidissement simultané de l'air déshumidifié est rendu possible sans surconsommation induite par la régénération

L'encombrement peut s'avérer supérieur à un système à roue dessiccante monobloc, mais il apporte plus de flexibilité : le module de régénération peut être placé à l'extérieur du local à déshumidifier, ce qui simplifie l'aéroulque.

V. Une consommation énergétique réduite jusqu'à 75 %

L'optimisation énergétique est au cœur de cette innovation. A l'opposé des roues dessiccantes qui nécessitent des températures de régénération avoisinant les 100°C, NEODRY® exploite une chaleur modérée (30 à 40°C), facilement récupérable via des sources existantes comme celle d'un groupe froid (parfois ajouté si nécessaire), d'un réseau de chaleur déjà présent, ou bien d'un gisement de chaleur fatale inexploité (Fig. 4).



- ✓ La **régénération** de la solution dessiccante se fait à des températures **de l'ordre de 30-40°C**. Cette chaleur est directement disponible sur le condenseur du groupe froid et donc **sans surcout**
- ✓ Une température de régénération basse contribue à une **consommation électrique jusqu'à 4x plus faible** que celle des roues dessiccantes
- ✓ La régénération est découplée du soufflage, **ne pénalisant donc pas la régulation de température** de l'air sec

Figure 4. Des économies d'énergie sur la régénération

Autre point clé : le passage tangentiel de l'air, le long des membranes formant les cellules d'échange, génère beaucoup moins de perte de charge. Cela réduit considérablement la puissance nécessaire pour la ventilation (Fig. 5).

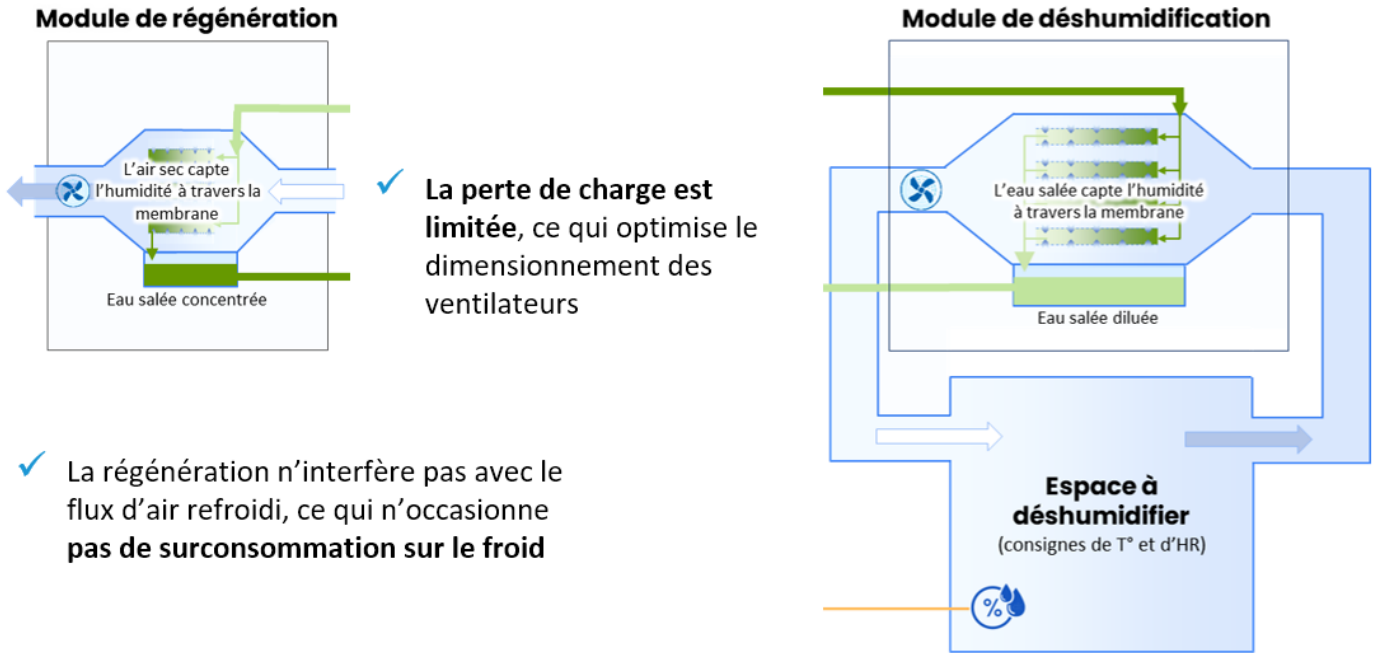


Figure 5. Des économies d'énergie sur la ventilation

Enfin un avantage décisif : avec cette solution, il est possible aussi d'abaisser et contrôler la température de l'air à traiter. Il suffit pour cela de baisser la température de la solution saline pulvérisée dans le module de déshumidification. Cela soulage à moindre frais les installations de froid déjà en place (Fig. 6).

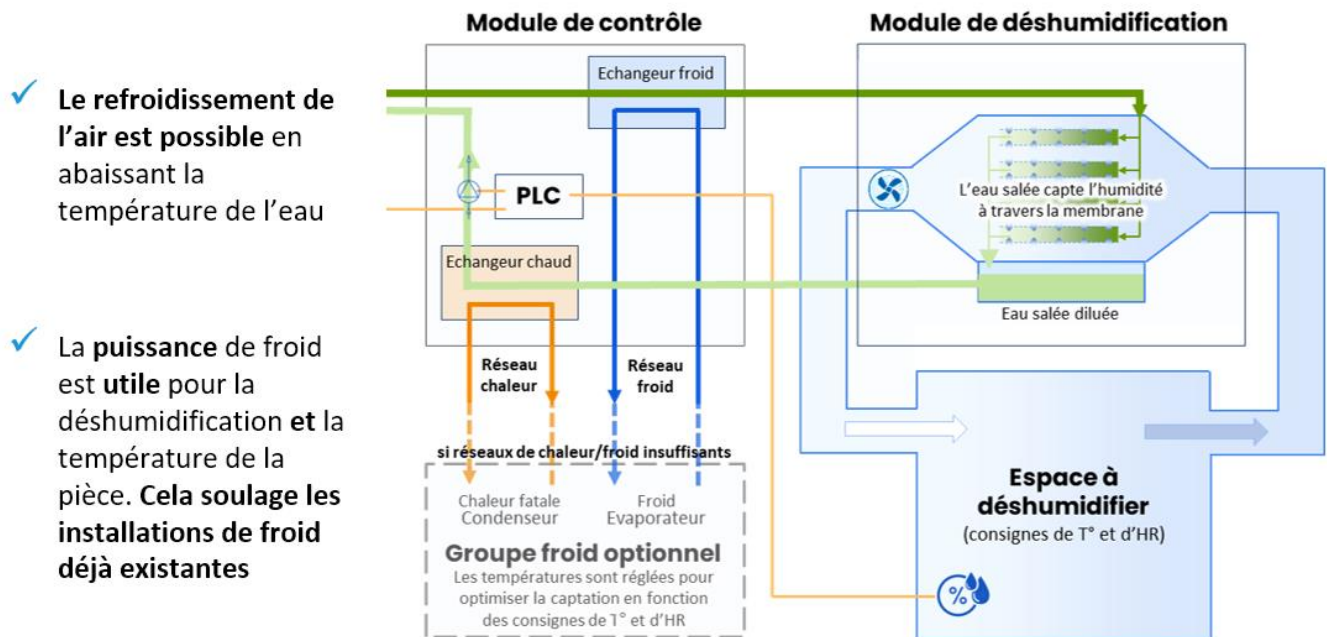


Figure 6. Des économies d'énergie sur la production de froid

VI. Validation : le bilan en chiffres

Un site de fabrication de crèmes glacées a testé NEODRY® pendant 1 an avec des résultats très significatifs :

Conditions de fonctionnement :

- Température maintenue à 15°C
- Humidité relative stabilisée à 60 % (6,3 g/kg)
- Débit d'air traité : 5 000 m³/h

Implantation retenue et paramètres de fonctionnement :

- 3 modules STEM et un groupe froid (Fig. 7)



Figure 7. Implantation de l'unité pilote NEODRY®

- Température solution froide : -3°C (fourni par le groupe froid)
- Température solution chaude : 35°C (récupération de chaleur sur le condenseur du groupe froid)

Consommations mesurées :

- NEODRY® : 6,5 MWh/an
- Solution traditionnelle (CTA avec refroidissement/chauffage) : 16 MWh/an
- **Économie réalisée : -60 % de consommation énergétique !**

L'impact financier est significatif : pour un grand site industriel, l'économie annuelle se chiffre en dizaines de milliers d'euros, justifiant aisément l'investissement initial.

Au-delà de la réduction de la facture énergétique attestée, cette unité pilote a validé la faisabilité industrielle et des performances clés :

- Le maintien précis et constant des consignes fixées
- Un temps de retour aux consignes minimisé après des pics d'humidité induits par les opérations de lavage très fréquentes sur ce type de site

VII. Une innovation au service d'une industrie plus durable

Au-delà des économies d'énergie, cette technologie offre aux industriels une opportunité de réduire leur empreinte carbone et de s'inscrire dans une démarche durable. En contribuant activement à la sobriété énergétique, elle facilite l'atteinte des objectifs de décarbonation et de renforcer leur stratégie face aux défis énergétiques à venir.

STEM apporte avec NEODRY® une nouvelle approche de la gestion de l'humidité, plus sobre et plus intelligente. Dans un contexte toujours plus exigeant réglementairement et économiquement, cette innovation représente une opportunité réelle vers des pratiques plus responsables avec des perspectives d'économies qui permettent d'en envisager sereinement l'investissement.