



Dossier de Presse AquaSnap® 61AQ



Carrier lance une pompe à chaleur haute température R-290 pour un avenir efficace et durable

MONTLUEL, Ain, 6 Février 2025 – Carrier présente l'AquaSnap® 61AQ, **sa première pompe à chaleur réversible haute température pour applications commerciales utilisant le R-290**, un réfrigérant naturel avec un très faible potentiel de réchauffement global (PRG).

Carrier fait partie de Carrier Global Corporation (NYSE : CARR), leader mondial des solutions climatiques.



L'AquaSnap® 61AQ a été spécialement conçue et optimisée pour le R-290, combinant l'ingénierie innovante de Carrier avec des fonctionnalités qui offrent des températures élevées, une efficacité énergétique accrue, une réduction du bruit et des performances opérationnelles améliorées. Elle peut fournir un chauffage à haute température jusqu'à 75°C à des températures extérieures aussi basses que -7°C et fonctionne efficacement dans des conditions extrêmes jusqu'à -25°C.

Le design de l'unité la rend parfaite pour diverses applications, que ce soit dans des constructions neuves, de modernisation ou de rénovation. Elle peut s'intégrer parfaitement aux systèmes complets de bâtiment pour répondre à une large gamme de besoins en chauffage tout en minimisant l'impact environnemental.

Adaptée pour répondre aux défis des réglementations plus strictes, y compris le F-Gaz, l'AquaSnap® 61AQ établit une nouvelle norme en matière de performance et de durabilité dans la course à la décarbonation du chauffage.

La version monobloc couvre des capacités de 40 à 140 kW, tandis que la version modulaire permet de connecter jusqu'à 4 unités, étendant la gamme de capacités à 560 kW.

[L'utilisation du réfrigérant R-290 souligne l'engagement de Carrier envers des solutions de chauffage durables.](#)

Le R-290 est conforme aux normes environnementales en évolution, tout en maintenant des performances fiables, et selon le sixième rapport d'évaluation du GIEC, il a un [PRG de 0,02](#).

Lors du développement du produit, Carrier a mis en œuvre des mesures de sécurité robustes, telles que le regroupement de tous les composants réfrigérants dans une enceinte isolée dédiée, et a créé des programmes de formation pour garantir la manipulation et l'utilisation sûres du R-290.

L'AquaSnap® 61AQ dépasse les normes d'efficacité Ecodesign de jusqu'à 30 % et son empreinte compacte offre une solution idéale pour les projets de modernisation et de nouvelles constructions. Les composants, tels que la réduction du bruit et la technologie avancée des compresseurs inverter, offrent des performances efficaces en fonction de la demande et des niveaux de bruit réduits à 78 dB(A), soit 10 dB(A) de moins que les recommandations Ecodesign.

« L'AquaSnap® 61AQ est plus qu'un produit, c'est une étape importante pour Carrier », a déclaré [Didier GENOIS, Vice-président et Directeur général, Carrier Commercial HVAC, EMEA](#). « En introduisant le R-290 dans le chauffage commercial haute température, nous relevons de front les défis critiques de

la décarbonisation. Cette pompe à chaleur illustre la vision de Carrier pour un avenir durable, combinant des performances supérieures avec une responsabilité environnementale inégalée. »

« L'AquaSnap® 61AQ est un autre exemple de premier plan de Carrier créant des solutions pour répondre aux défis les plus pressants de ses clients », a déclaré [Michel GRABON, Directeur Marketing Produit & Ingénierie des Marchés Verticaux chez Carrier Commercial HVAC, EMEA chez Carrier](#).

« Cette nouvelle solution permettra aux entreprises de réduire leur empreinte carbone tout en répondant à des exigences opérationnelles rigoureuses. »

L'AquaSnap® 61AQ offre une connectivité numérique à la plateforme numérique Abound HVAC Performance de Carrier pour une surveillance en temps réel et une maintenance prédictive. Les clients bénéficient d'une tranquillité d'esprit grâce à un diagnostic et une réparation plus rapide, plus sûrs et plus précis pour garantir la disponibilité des équipements et réduire les interruptions.

Pour plus d'information, rendez-vous sur <https://www.aquasnap61aq.com/fr>

À propos de Carrier

Fondée par l'inventeur de la climatisation moderne, Carrier est l'un des leaders mondiaux des solutions de chauffage, climatisation et réfrigération haute technologie.

Les spécialistes Carrier proposent des solutions durables, intégrant des produits économes en énergie, des régulations de bâtiment et des services énergétiques pour des clients résidentiels, commerciaux, de la vente au détail, du transport et de la restauration.

Carrier fait partie de Carrier Global Corporation, le plus grand fournisseur mondial de solutions saines, sûres, durables et intelligentes pour les bâtiments et les chaînes frigorifiques.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur www.carrier.fr et sur notre page [LinkedIn](#).

AquaSnap® 61AQ pompe à chaleur haute température avec réfrigérant naturel

L'AquaSnap® 61AQ, une pompe à chaleur réversible à haute température avec réfrigérant naturel R-290, est conçue pour répondre aux défis d'un marché CVC en évolution, combinant performance et innovation durable.

Conçue pour les modernisations et les nouvelles constructions, l'AquaSnap® 61AQ est à la pointe de la technologie pour répondre aux normes réglementaires tout en dépassant les attentes en matière d'efficacité et de décarbonation.

Grâce à la plateforme numérique de Carrier Abound HVAC Performance, les clients peuvent accéder à la surveillance en temps réel, à l'optimisation du système et à la maintenance prédictive. Les derniers algorithmes intelligents garantissent un diagnostic plus rapide, plus sûr et plus précis des problèmes avant qu'ils ne surviennent.

L'AquaSnap® 61AQ de Carrier est certifiée EUROVENT.



Pourquoi choisir la solution AquaSnap® 61AQ ?

L'AquaSnap® 61AQ est plus qu'un produit, c'est un engagement envers un avenir durable, efficace et fiable pour les systèmes CVC. Sa technologie de pointe et son design polyvalent, associés à une gamme de services, en font le choix préféré pour relever les défis de la décarbonation, tandis que son fonctionnement compact et silencieux est parfait pour les besoins de la construction moderne.



Caractéristiques et spécifications

Plage de capacité :

- Pompe à chaleur monobloc : 40 à 140 kW
- Solution modulaire : jusqu'à 560 kW (via un système de contrôle mutuel pour jusqu'à 4 unités)
- Réfrigérant R-290, un réfrigérant naturel avec un potentiel de réchauffement global (PRG) de 0,02, offrant une solution de chauffage durable.
- Capacité de chauffage et de refroidissement : 40 - 560 kW

Performance :

- Chauffage jusqu'à 75°C
- Performance fiable même par grand froid, fonctionnant efficacement à -25°C.
- Dépasse les normes d'efficacité Ecodesign de 30%, offrant des économies d'énergie significatives.
- SCOP (35) : jusqu'à 4,20
- SCOP (55) : jusqu'à 3,42

Dimensions :

- Design compact et peu encombrant, idéal pour les rénovations avec des espaces d'installation limités.
- Tailles 40-70 kW : L 1140 x l 1781 x H 2046 mm
- Tailles 80-140 kW : L 2280 x l 1781 x H 2046 mm

Applications :

- Chauffage haute température, chauffage de confort multi-zone et eau chaude sanitaire avec prévention intégrée de la légionellose.
- Convient aux projets de construction neuve, de modernisation et de rénovation.
- Peut fournir des solutions sur mesure pour une large gamme d'applications, y compris les hôtels, les établissements de santé et les logements collectifs.

Innovations techniques :

- Une pompe à chaleur réversible avec mode chauffage en hiver et mode refroidissement en été. Elle produit de l'eau chaude sanitaire (ECS) toute l'année et dispose d'un cycle de prévention de la légionellose.
- Carrier a développé un design spécifique autour des propriétés du R-290 et intègre des compresseurs à inverter avancés et des ventilateurs à vitesse variable pour une efficacité et une durabilité optimisées.
- L'unité est dotée de technologies de réduction du bruit pour un fonctionnement silencieux dans les environnements sensibles. La directive Ecodesign (UE) 813/2013 /CE recommande que les pompes à chaleur extérieures d'une capacité comprise entre 30 et 70 kW ne dépassent pas 88 dB(A). La 61AQ fonctionne entre 75 et 78 dB(A) dans cette plage de capacité, soit 10 dB(A) en dessous des recommandations Ecodesign.

Sécurité :

- Charge de réfrigérant faible - moins de 4 kg/circuit
- Tous les composants réfrigérants sont regroupés dans une enceinte isolée dédiée.
- Les éléments tels que le moteur, la pompe et les ventilateurs sont des sources non inflammables et placés hors de la zone de flammabilité, sans connexions brasées à l'extérieur de l'enceinte, limitant ainsi le risque de réfrigérant dans l'atmosphère.
- Séparateur de réfrigérant et valve de décharge anti-gel pour éviter le réfrigérant dans la boucle d'eau en cas de fuite. Un capteur de détection de fuite en option est proposé pour arrêter l'unité et permettre une réparation rapide.

Intégration :

- S'intègre parfaitement avec les chauffages de secours, les chaudières, les réseaux intelligents, les réservoirs d'eau et les pompes hydrauliques, soutenant des systèmes de bâtiment complets.

Connectivité & Services :

- Connectivité numérique, activée par Abound HVAC Performance, permettant aux clients de bénéficier d'une surveillance numérique continue.
- Les experts du centre de commande de Carrier, soutenus par les derniers algorithmes intelligents, peuvent gérer les alarmes et fournir des informations proactives sur les réparations et les mises à niveau pour détecter les problèmes avant qu'ils ne surviennent, protégeant ainsi l'investissement du client.

Carrier AquaSnap® 61AQ comme pompe à chaleur

Soutenir l'effort de décarbonation avec un réfrigérant naturel

Conçue pour une large gamme d'applications



Hôtels



Centres de santé



Logements collectifs



Bien d'autres...

La solution AquaSnap® 61AQ



R-290

Conçue spécifiquement pour le réfrigérant naturel R-290



Faible charge de réfrigérant.
Moins de
4 kg
par circuit



0.02

Potentiel de Réchauffement Global (PRG)



Connectivité :

Connectivité à la plateforme numérique Abound HVAC
Performance de Carrier pour la surveillance en temps réel, l'optimisation du système et la maintenance prédictive



Service :

Les derniers algorithmes intelligents de Carrier garantissent un diagnostic plus rapide, plus sûr et plus précis des problèmes avant qu'ils ne surviennent

AquaSnap® 61AQ chiffres clés :

L'AquaSnap® 61AQ est disponible en version

- Monobloc : 40 - 140 kW
- Modulaire : Jusqu'à 560 kW (jusqu'à 4 unités)

Dimensions compactes

- 40 - 70 kW unités : 1140 x 1781 x 2046 mm
- 80 - 140 kW unités : 2280 x 1781 x 2046 mm

75°C
chauffage et
eau chaude

Dépasse les normes
Ecodesign jusqu'à
30%

SCOP (35) : jusqu'à
4.20

SCOP (55) : jusqu'à
3.42

Fonctionne jusqu'à
-25°C
en température extérieure

Fonctionne
10 dB(A)
en dessous des
recommandations
Ecodesign

Révolutionner le chauffage avec l'AquaSnap® 61AQ



Alors que l'industrie du CVC (chauffage, ventilation et climatisation) fait face à des réglementations de plus en plus strictes et à une demande croissante de solutions durables, **Michel GRABON, Directeur Marketing Produit & Ingénierie des Marchés Verticaux chez Carrier Commercial HVAC, EMEA**, nous donne un aperçu de la manière dont la nouvelle pompe à chaleur AquaSnap® 61AQ de Carrier peut établir de nouvelles normes en matière d'innovation et d'efficacité.

Q: Parlez-nous de la dernière innovation de Carrier, l'AquaSnap® 61AQ. Qu'est-ce qui en fait une solution remarquable sur le marché du CVC ?

L'AquaSnap® 61AQ est notre dernière pompe à chaleur air-eau haute température, spécialement conçue pour fonctionner avec le réfrigérant R-290, aidant ainsi nos clients à atteindre leurs objectifs de durabilité. C'est un grand pas en avant pour le chauffage durable, combinant une technologie avancée avec des décennies d'expertise de Carrier. De plus, elle offre une efficacité énergétique impressionnante, réduit l'impact environnemental et fonctionne de manière fiable à des températures allant jusqu'à -25°C.

Ce qui distingue vraiment l'AquaSnap® 61AQ, c'est sa polyvalence. Elle offre des configurations modulaires flexibles, fonctionne avec des niveaux de bruit bien en dessous des seuils réglementaires et s'intègre parfaitement aux systèmes de bâtiment existants. Que ce soit pour un hôtel, un hôpital ou un autre environnement commercial, elle est conçue pour soutenir l'effort mondial de décarbonation et offre une alternative propre et efficace aux systèmes traditionnels à combustibles fossiles. C'est la vision de Carrier pour un avenir plus vert et plus économe en énergie qui prend vie.

Q: Que signifie le nom "61AQ" pour le nouveau produit de Carrier ?

Le nom "61AQ" reflète la convention de dénomination établie par Carrier, qui remonte à la fondation de l'entreprise en 1915. Le "61" indique que ce produit est une solution de chauffage, tandis que "AQ", et plus précisément le "Q", se rapporte à la thermodynamique, car Q représente le transfert de chaleur entre un système et son environnement. Ainsi, AQ met en avant les qualités avancées de l'unité en matière de chauffage à haute température.

Q: Pourquoi Carrier a choisi le R-290 comme réfrigérant pour l'AquaSnap® 61AQ ?

Nous avons choisi le R-290 en raison de ses propriétés thermodynamiques exceptionnelles, qui le rendent très efficace avec des pressions de fonctionnement acceptables – parfait pour les applications de chauffage. Historiquement, le R-32 était le réfrigérant le plus couramment utilisé en raison de son efficacité et de sa facilité d'utilisation, mais son potentiel de destruction de la couche d'ozone le rendait non durable sur le plan environnemental.

Le R-290 offre des propriétés thermodynamiques comparables à celles du R-32, mais avec un potentiel de réchauffement global (PRG) ultra-faible de seulement 0,02 et aucun potentiel de destruction de la couche d'ozone. Un autre avantage du R-290 est qu'il nécessite un volume de charge relativement faible pour atteindre le même niveau d'efficacité, ce qui réduit non seulement l'impact environnemental, mais minimise également les risques associés. En optimisant l'AquaSnap® 61AQ pour le R-290, Carrier a créé une solution qui coche toutes les cases – performance, durabilité, sécurité et conformité aux réglementations – parfaitement en phase avec la transition de l'industrie du CVC vers la décarbonation.

Q: Comment l'AquaSnap® 61AQ répond aux préoccupations de sécurité liées au R-290 ?

La sécurité était une priorité absolue lors de la conception de l'AquaSnap® 61AQ. L'unité minimise le volume de réfrigérant en limitant la charge par circuit à 4 kg. Tous les composants contenant du réfrigérant sont logés dans des enceintes ventilées pour réduire les risques d'inflammation. La conception ingénieuse et complète réduit encore le volume de réfrigérant dans les tuyaux et isole tous les éléments contenant du réfrigérant dans une enceinte de protection. Cette enceinte

empêche tout contact direct avec les composants électriques ou les sources potentielles d'inflammation.

L'AquaSnap® 61AQ a été conçue en tenant compte de l'ensemble du cycle de vie – non seulement de son utilisation, mais aussi de sa fabrication, de son transport et de son entretien. En réfléchissant à chaque étape de son cycle de vie, nous démontrons l'importance de la sécurité, de l'assemblage à l'installation et à la maintenance continue.

De plus, dans les configurations modulaires, le réfrigérant est contenu dans chaque unité. Ainsi, en cas de fuite, elle est limitée à un seul module, permettant au reste du système de continuer à fonctionner sans problème.

Q: Quelles innovations de conception font de l'AquaSnap® 61AQ une solution remarquable sur le marché ?

L'AquaSnap® 61AQ est une véritable illustration de l'expertise et de l'ingénierie de pointe de Carrier. Chaque aspect de la conception du système a été optimisé en utilisant notre technologie la plus récente, appliquée de la manière la plus efficace. L'innovation réside non seulement dans les composants individuels, mais aussi dans la façon dont ils sont assemblés, dimensionnés et agencés pour atteindre le meilleur équilibre possible entre performance, sécurité et efficacité.

L'une des principales innovations est le compresseur scroll à vitesse variable, spécialement conçu par notre partenaire. La géométrie du compresseur, incluant la scroll et le rapport de pression entre les volumes d'admission et de refoulement, a été méticuleusement conçue pour le R-290. Cette personnalisation garantit que le compresseur fonctionne avec une efficacité et des performances optimales, tirant parti des propriétés thermodynamiques uniques du R-290. La géométrie compacte et l'optimisation de la pression étaient essentielles pour fournir un chauffage à haute température, un faible volume de réfrigérant et une haute efficacité énergétique.

Nous avons également soigneusement sélectionné et optimisé les tailles et les agencements des échangeurs de chaleur, à la fois refroidis par air et par eau, pour minimiser la quantité de réfrigérant nécessaire, la réduisant au strict minimum sans compromettre les performances. Nous avons également intégré une conception de système intelligente pour gérer les problèmes potentiels d'inflammabilité, en enfermant les éléments contenant du réfrigérant de manière à les isoler des sources potentielles d'inflammation.

Du point de vue des vibrations et du bruit, l'AquaSnap® 61AQ excelle. Les compresseurs à vitesse variable peuvent créer une large gamme de fréquences de fonctionnement, qui, dans d'autres systèmes, pourraient provoquer des vibrations dans les tuyaux. Nos ingénieurs ont conçu le système pour éliminer les risques de vibrations excessives, garantissant ainsi la stabilité mécanique et réduisant la probabilité de fuites. Ce contrôle avancé des vibrations contribue également à un fonctionnement plus silencieux, avec des niveaux de bruit 10 dB(A) en dessous des



recommandations des normes Ecodesign.

Ce produit reflète l'expertise combinée de dizaines d'ingénieurs Carrier spécialisés dans le transfert de chaleur, la compression, les vibrations, l'acoustique et la structure mécanique. L'AquaSnap® 61AQ est le résultat de plusieurs années d'innovation collaborative, en faisant une solution bien conçue et hautement avancée qui la distingue de la concurrence.

Q: Comment l'AquaSnap® 61AQ a été testée pour garantir sa fiabilité et ses faibles niveaux de bruit ?

L'AquaSnap® 61AQ a subi des milliers d'heures de tests en laboratoire pour évaluer ses performances, sa fiabilité et sa sécurité. Des tests approfondis de vibrations et d'acoustique ont été réalisés dans l'installation spécialisée de fabrication et de test de Carrier à Montluel, dans l'Ain, pour garantir un bruit opérationnel minimal et une perturbation réduite. Ces tests ont démontré que l'unité fonctionne de manière silencieuse et constante, ce qui la rend idéale pour une variété d'environnements, y compris les hôtels, les établissements de santé et les grands bâtiments résidentiels.

Q: Comment l'AquaSnap® 61AQ contribue aux objectifs de décarbonation et à l'efficacité énergétique ?

L'AquaSnap® 61AQ soutient directement la décarbonation en remplaçant les systèmes traditionnels à combustibles fossiles par une alternative hautement efficace et durable. Grâce à sa conception thermodynamique avancée et à ses compresseurs scroll à vitesse variable, elle offre une efficacité énergétique jusqu'à 30 % supérieure aux exigences des normes Ecodesign. Cela signifie des émissions de carbone réduites et des factures d'énergie plus basses – un avantage pour la planète et les utilisateurs finaux. En somme, l'AquaSnap® 61AQ représente un choix convaincant pour des solutions de chauffage durables.

À retenir

Sur la durabilité et R-290 :

Notre AquaSnap® 61AQ est spécialement conçue pour le R-290, un réfrigérant naturel avec un PRG ultra-faible de 0,02. Cette nouvelle pompe à chaleur réversible offre une solution de chauffage durable qui soutient directement la décarbonation et aide nos clients à réduire leur impact sur l'environnement.

Sur la réduction de l'impact environnemental :

Avec son design de composants avancé et son réfrigérant R-290 à PRG ultra-faible, l'AquaSnap® 61AQ aide les entreprises à réduire leurs factures d'énergie tout en diminuant les émissions de carbone.

Sur la réduction du bruit :

L'AquaSnap® 61AQ est silencieuse et fonctionne à des niveaux 10 dB(A) inférieurs aux recommandations Ecodesign. Cela la rend idéale pour les applications sensibles au bruit telles que les zones résidentielles, les hôpitaux et les hôtels.

Sur la performance des services connectés :

Nous aidons les clients à optimiser leurs systèmes CVC en temps réel. En fournissant des informations exploitables, des analyses prédictives et une surveillance 24/7, nous aidons à garantir que les équipements, comme notre nouvelle AquaSnap® 61AQ, fonctionnent à une efficacité maximale, réduisant les coûts énergétiques et soutenant les objectifs de décarbonation.

Sur le soutien à la décarbonation :

Les systèmes CVC représentant jusqu'à 35 % de la consommation d'énergie des bâtiments, nous voyons l'AquaSnap® 61AQ jouer un rôle important dans la décarbonation. Son efficacité et l'utilisation du R-290 aident les clients à atteindre des objectifs réglementaires stricts et des cibles de réduction des émissions de carbone.

Sur l'efficacité énergétique :

Avec l'AquaSnap® 61AQ, nous avons atteint une efficacité énergétique exceptionnelle, dépassant les normes Ecodesign de 30 %. Cela réduit non seulement les coûts opérationnels, mais aide également les clients à atteindre leurs objectifs d'économie d'énergie tout en maintenant les performances.

Sur l'expertise en ingénierie :

Le 61AQ est le résultat de l'innovation collaborative de Carrier, où des dizaines de nos ingénieurs experts se sont réunis pour créer une solution avancée qui se distingue de la concurrence.

Sur l'engagement de Carrier en matière de sécurité :

L'AquaSnap® 61AQ a été conçu avec la sécurité à l'esprit à chaque étape, de la fabrication et du transport à l'installation et à la maintenance continue. En minimisant le volume de réfrigérant et en isolant les composants, nous démontrons notre engagement en matière de sécurité pour offrir tranquillité d'esprit aux installateurs et aux clients.

À retenir

Sur la rigueur des tests et la fiabilité :

L'AquaSnap® 61AQ a subi des milliers d'heures de tests en laboratoire dans notre installation de fabrication spécialisée à Montluel, en France. Nous avons soigneusement évalué ses performances, sa fiabilité, ses niveaux de bruit et sa sécurité pour créer une pompe à chaleur capable de fonctionner silencieusement et de manière constante, ce qui la rend idéale pour une grande variété d'applications.

Sur la conception compacte et modulaire :

Nous avons conçu l'AquaSnap® 61AQ pour être compacte et modulaire, ce qui la rend parfaite pour les installations où l'espace est limité. Avec la possibilité de combiner jusqu'à 4 unités pour une capacité totale de 560 kW, elle offre une solution évolutive et efficace.

Sur l'innovation pour un avenir à faible émission de carbone :

La décarbonation nécessite des solutions innovantes. C'est exactement ce que l'AquaSnap® 61AQ offre. Son ingénierie avancée, son efficacité énergétique et son design compact permettent aux entreprises de réduire leur empreinte carbone sans compromettre les performances ou la fiabilité.

Sur la réponse aux défis de l'industrie :

Les coûts énergétiques, les objectifs de décarbonation et les pressions réglementaires sont parmi les défis les plus urgents auxquels nos clients sont confrontés. L'AquaSnap® 61AQ offre une solution qui répond directement à ces défis, en combinant durabilité, efficacité et performance opérationnelle.

Sur la sécurité et la conception intelligente :

L'AquaSnap® 61AQ combine des fonctionnalités de sécurité avancées avec une conception intelligente. En regroupant les composants réfrigérants dans des enceintes ventilées et en minimisant le volume de réfrigérant R-290 à 4 kg par circuit, nous avons assuré la sécurité sans compromettre les performances.

Sur le leadership environnemental :

Carrier s'engage à promouvoir décarbonation, et l'AquaSnap® 61AQ en est la preuve. En utilisant le R-290, un réfrigérant naturel avec un potentiel de réchauffement global (PRG) de seulement 0,02, cette pompe à chaleur réduit l'impact environnemental tout en offrant des performances de chauffage exceptionnelles.

Sur les applications réelles :

Conçue pour la flexibilité, l'AquaSnap® 61AQ s'intègre parfaitement aux systèmes de bâtiment existants, y compris les chauffages d'appoint et les réseaux intelligents.

Sur l'innovation et l'excellence en ingénierie :

Chaque aspect de l'AquaSnap® 61AQ a été optimisé en utilisant notre dernière technologie, appliquée de la manière la plus efficace. L'innovation réside non seulement dans les composants individuels, mais aussi dans la façon dont ils sont assemblés, dimensionnés et agencés pour atteindre le meilleur équilibre possible entre performance, sécurité et efficacité.