



Installations de chauffage biomasse pour les serres

- Planification et exploitation d'une installation de chauffage biomasse
- Expériences en matière de sinistres et assurance
- Check-list : installations de chauffage biomasse – que faut-il prendre en considération ?

Etat des lieux

Les sources d'énergie alternatives destinées au chauffage des exploitations horticoles sont devenues économiquement plus attractives en raison du renchérissement du fioul et du gaz au cours des 15 dernières années. Dans de nombreuses exploitations horticoles, des chauffages au bois à chargement automatique fonctionnent depuis plusieurs années généralement sans problèmes grâce à l'amélioration des techniques de combustion, au niveau d'automatisation élevé ainsi qu'à une souplesse dans les réglages. Le grand nombre de fournisseurs de matières premières garantit en outre la disponibilité suffisante de combustible au niveau local. Une installation réalisée par des spécialistes et utilisant le bois comme combustible durable préserve l'environnement tout en ayant un impact positif en terme d'image.

L'objet de ce document n'est pas d'examiner les dispositions juridiques (émissions, règlements de construction ou autres) ni les calculs de rentabilité des installations. Les informations relatives au respect des exigences en matière d'émissions peuvent être demandées aux autorités compétentes. De nombreux fabricants proposent des calculs comparatifs concernant la rentabilité des installations à biomasse comparées aux systèmes consommant des énergies fossiles.

Planification

Une nouvelle installation de chauffage doit être adaptée à la situation existante ou planifiée au sein de l'exploitation. Il est recommandé d'informer dès que possible les autorités compétentes (construction, inspection du travail) et d'impliquer les installateurs et entreprises de maintenance dans la planification d'une nouvelle installation ou la modification d'une installation existante.

Avant d'investir, il convient de clarifier les points suivants :

1. Combustibles

- Quelle est la disponibilité et la durabilité des combustibles ?
- Comment évaluer l'évolution future des prix ?
- La sécurité de livraison est-elle garantie sur le long terme ?
- La qualité des combustibles détermine la technique de combustion requise. À plus long terme, les chaudières multi-combustibles présentent des avantages car elles offrent une flexibilité importante et acceptent une plus grande variété de combustibles.
- Le contrat avec le fournisseur de combustibles devrait contenir les éléments suivants : objet du contrat, volume de livraison, qualité, durée du contrat, prestations, factures, tarifs.

Pour produire de l'énergie, il convient d'utiliser des types de biomasse qui ne sont pas adaptés à des emplois à plus forte valeur. Les fumées émises lors de l'incinération de bois usagé ou de démolition peuvent afficher un taux plus élevé de polluants qui requiert des techniques spécifiques lors de la combustion et de l'épuration des fumées.

Dans l'horticulture, les principaux combustibles issus de la biomasse auxquels on a recours sont les copeaux de bois, les granulés de bois et plus rarement la paille.

➤ Copeaux de bois

Les copeaux de bois sont des morceaux de bois broyés mécaniquement à l'aide d'outils coupants. La norme NF EN ISO 17225-4 définit trois tailles de copeaux (P16S, P31S, P45S) et quatre classes de qualité (A1, A2, B1 et B2). Pour les fabricants, l'application de la norme procède toutefois d'une démarche

volontaire. La norme détermine les pourcentages de particules d'une taille définie qui doivent entrer dans la composition du combustible.

Les copeaux de bois constituent le principal combustible utilisé dans les exploitations horticoles européennes afin de produire de l'énergie. Les installations de petite taille brûlent des copeaux de classe A1 et A2. On trouve fréquemment dans des exploitations plus importantes des brûleurs dits de biomasse qui peuvent également consommer des copeaux de classe B1 à B2 de moindre qualité. Le bois peut être issu de produits forestiers ou d'entretien paysager, de restes de scieries mais également de déchets de bois (emballages, palettes...), uniquement s'il s'agit de bois non traité chimiquement, non souillé et en l'absence de tout autre résidu. La qualité du bois déchiqueté utilisé doit toujours être en adéquation avec les exigences prescrites par le fabricant de la chaudière et avec les normes en vigueur.

La teneur en cendres des copeaux de bois dépend essentiellement de la proportion d'écorces, des parties vertes et des impuretés. En utilisant des combustibles de qualité et un brûleur correctement réglé, on peut obtenir des quantités de cendres inférieures à 1 % en masse.

➤ Granulés de bois (pellets)

Les pellets sont des granulés cylindriques et normalisés que l'on produit à partir de résidus de bois, sciure, copeaux et rémanents de coupe à l'état sec et naturel avec un diamètre de 4 à 10 mm et une longueur de 20 à 50mm. Il convient de tenir compte de la norme européenne NF EN ISO 17225-2. Parmi toutes les formes commerciales du bois, les pellets affichent la densité énergétique la plus élevée par rapport au volume et nécessitent donc le moins d'espace pour être stockés. On les produit dans toute l'Europe. Les importations,



Photo 1 : Entrepôt à copeaux de bois en plein air et sous toit



Photo 2 : Stockage des copeaux de bois sous verre

notamment d'autres continents, sont insignifiantes.

Les chaudières à pellets sont rarement utilisées dans les exploitations horticoles du fait de la concurrence avec les autres usages comme le logement et de l'augmentation des prix.

➤ Autres biomasses

Les autres combustibles issus de la biomasse que l'on trouve également sont les combustibles herbacés tels que la paille ou le miscanthus. Néanmoins, les combustibles herbacés jouent actuellement un rôle plutôt secondaire dans l'horticulture. Si ce combustible doit gagner en intérêt en vue d'une utilisation énergétique, il conviendra d'utiliser une technologie de chaudière validée par le fabricant.

Les combustibles herbacés ont une teneur en cendres largement supérieure à celle du bois. En ce qui concerne les pailles de céréales, celle-ci s'élève à environ 6 % en masse. En raison d'une température de ramollissement des cendres (= température à laquelle la cendre se liquéfie) plus basse, la combustion ne doit pas se faire à une température trop élevée car cela peut entraîner des colmatages dans la chambre de combustion. Un dé-cendrage, en réponse à une teneur

accrue en cendres, permet d'empêcher la formation de mâchefer.

2. Stockage

➤ Copeaux de bois

Pour les installations à copeaux, l'espace de stockage se divise généralement en deux parties : l'entrepôt à combustible, où sont stockées les réserves de copeaux en grande quantité ; et le véritable silo duquel l'installation de chauffage extrait le combustible.

Plus la valeur calorifique du combustible utilisé est basse, plus l'espace de stockage requis est important. En règle générale, l'entrepôt à combustible doit pouvoir accueillir 10 % des besoins annuels. Lorsqu'il s'agit de copeaux de bois, il convient d'ériger l'entrepôt sur une surface à revêtement dur (bétonnée, pavée) afin d'empêcher tout mélange avec des corps étrangers ainsi qu'une ré-humidification. Les halles et les abris constituent des emplacements d'entreposage idéaux (photo 1). En cas de stockage sous un toit en verre (photo 2), il faut prendre en considération que des dommages à la toiture dus à la grêle ou au vent peuvent détériorer le combustible. Il convient de garantir une aération suffisante et une protection adéquate contre la pluie battante. L'entrepôt doit

également être accessible aux véhicules de livraison (photo 3).

Problèmes et risques lors du stockage :

- Pertes dues aux processus de biodégradation (jusqu'à 4 % par mois avec des copeaux de bois frais)
- Risques pour la santé dus aux spores de moisissure
- Perte de valeur calorifique due à la ré-humidification
- Risque technique dû à la solidification en blocs en cas de gel
- Auto-combustion due à l'activité des microorganismes
- Mauvaises odeurs
- Eau de ruissellement

Il ne faut pas rouler sur les tas de copeaux de bois car le compactage augmente le réchauffement. La hauteur maximale des tas ne doit pas dépasser 4 m. Le volume maximal pouvant être stocké en plein air au même endroit est fixé à 3.000 m³. La distance avec les autres entrepôts ou bâtiments doit atteindre au moins 10 m. Les directives en vigueur pour la sécurité incendie doivent être respectées et il est possible d'augmenter le niveau de sécurité par des dispositifs d'extinction d'incendie adaptés. Il est également envisageable



Photo 3 : Chargement du silo à combustible par chargeur à roues Photo 4 : Stockage de paille

de s'adresser aux pompiers pour d'autres conseils de prévention.

Avertissement :

Les tas de copeaux de bois sont susceptibles de s'enflammer spontanément dans certaines circonstances du fait de la transformation biologique qui produit de la chaleur. Le tas de copeaux de bois doit par conséquent être régulièrement contrôlé et immédiatement remué en cas d'émission excessive de fumée. Il est recommandé d'utiliser aux fins de contrôle des thermomètres à compost spécifiques qui déclenchent une alarme en cas de dépassement d'une température définie.

➤ Granulés de bois (pellets)

En raison de leur forte densité énergétique, les granulés de bois requièrent le plus faible espace de stockage comparé aux autres biomasses et sont donc recommandés partout où l'espace fait défaut. Les pellets sont stockés au sec dans des silos spécifiques. Ils sont généralement injectés avec de l'air sous pression à partir du véhicule de livraison. Le circuit de soufflage doit respecter des règles précises d'installation. La réglementation pour le stockage doit être respectée, et notamment des

consignes précises d'aération et de ventilation.

Extrait des conditions d'assurance HORTISECUR G :

La défaillance des approvisionnements n'est couverte par l'assurance que s'il existe un contrat de livraison régulière et ponctuelle. Au moment de la demande de livraison, vous devez encore disposer d'au moins sept jours de combustible afin de pouvoir continuer l'exploitation de l'installation.

➤ Paille

La paille doit être protégée des conditions météorologiques dans des halles ou sinon, en plein air sous des bâches (photo 4). Une distance minimale de 10 m avec les bâtiments doit également être respectée. De grandes capacités de stockages sont nécessaires en raison de la faible densité énergétique. Compte tenu de la courte période de récolte pour les céréales, il faut avoir la capacité de stocker les besoins annuels en combustibles. Afin de ne pas perdre la totalité des réserves annuelles en cas d'incendie dans l'entrepôt, il est recommandé de répartir les réserves sur plusieurs entrepôts.

Les convoyeurs sont généralement chargés manuellement depuis l'entrepôt par chargeur frontal ou à roues. Pour les balles de grande dimension, on utilise souvent un broyeur avant de transporter la paille vers la chambre de combustion.

3. Technique

➤ Alimentation en combustible

Peu importe l'option d'alimentation choisie : plus un combustible est propre, c'est-à-dire exempt de substances nocives et d'impuretés, moins l'installation sera affectée par l'usure et les pannes. La proportion de fraction fine et de fraction grossière dans le combustible disponible est déterminante pour le choix du type d'approvisionnement.

➤ Protection contre le retour de flammes

Entre la chambre de chauffe et le silo à combustible, il faut prévoir au moins un, idéalement plusieurs, type de protection contre le retour de flammes. Les systèmes interrompant l'alimentation continue en combustible par une séparation physique sont recommandés. Une séparation complète empêche qu'un incendie se propage de la chaudière à l'espace de stockage. Il s'agit notamment des vannes rotatives, des poussoirs

hydrauliques ou des marches. Les vannes rotatives séparent le matériau combustible grâce à des chambres rotatives tandis que les marches empêchent un retour de flamme en utilisant la différence de hauteur.

Pour améliorer la sécurité, il convient de prévoir un système de sprinklers à déclenchement thermique afin d'inonder l'alimentation en combustible en cas d'incendie. Les systèmes mécaniques de protection contre le retour de flammes présentent l'avantage de protéger efficacement même en cas de panne d'électricité ou de commande.

➤ Transport du combustible

Concernant les techniques de transport, on emploie des méthodes qui empêchent la formation de ponts de combustible (création de cavités qui entravent l'écoulement du combustible) dans le silo. En fonction du système d'extraction, un silo à combustible peut être rond, carré ou rectangulaire. Les pellets glissent automatiquement sur une pente à 45 degrés à l'intérieur du silo à combustible.

➤ Vis sans fin

Les vis sans fins sont adaptées au transport de combustibles homogènes et de qualité supérieure

tels que les copeaux de bois répendant à la norme ou les pellets. Elles permettent un dosage précis du combustible. Toutefois, elles s'avèrent inadaptées pour le transport de matériaux hétérogènes car elles sont alors susceptibles de se bloquer facilement. Du fait des processus de broyage durant le transport, le combustible présente un taux de poussières supérieur.

➤ Convoyeur à chaînes avec racleurs

Le transport du combustible au moyen de chaînes avec racleurs est également adapté pour les combustibles hétérogènes. Le blocage de la chaîne causé par des impuretés présentes dans le combustible peut entraîner une rupture de la chaîne.

➤ Dessilage rotatif à bras

Le dessilage par bras rotatif est particulièrement adapté aux entrepôts carrés. Les bras articulés montés sur ressorts qui s'ouvrent de manière circulaire et poussent le combustible sur la vis d'approvisionnement sans fin éliminent les ponts de combustible pouvant survenir sur le canal de vis sans fin ouvert (photo 5).

➤ Fond coulissant hydraulique

Les fonds coulissants hydrauliques sont eux aussi bien adaptés

au transport de combustibles hétérogènes. Ils sont moins sujets aux pannes. Étant donné leur prix relativement élevé, ce type d'alimentation est surtout monté sur de grandes installations (photo 6).

➤ Systèmes de combustion

1. Foyer à grille

En ce qui concerne le foyer à grille, le combustible est continuellement transporté vers le bas par des grilles mobiles dans la chambre de combustion. Le feu brûlant vers le haut sèche le combustible chargé en dernier dans la chambre de combustion avant son incinération complète dans cette dernière. Avec le foyer à grille, il est possible de brûler des combustibles présentant une forte teneur en eau et un taux élevé de particules fines. Afin d'éviter les pics de température et l'encrassement associé, les grilles modernes sont souvent refroidies par eau. En raison de leur mobilité, celles-ci doivent être régulièrement contrôlées et remplacées en cas d'usure.

2. Foyer à propulsion inférieure

Le foyer à propulsion inférieure est adapté à l'incinération de matériau de combustion sec et homogène. Dans ce contexte, le combustible est transféré par en-dessous dans



Photo 5 : Transfert par bras articulé (photo de l'entreprise döpiK Energietechnik GmbH, Stadtlöhn)



Photo 6 : Fond coulissant hydraulique

le foyer et incinéré sous aération. Si le combustible est trop humide ou en présence d'une proportion de fraction fine élevée, cela peut entraîner un encrassement de la chambre de combustion. Ce type de chauffage se caractérise par sa facilité de réglage, l'économie de l'installation ainsi que sa résistance à l'usure.

➤ **Évacuation des cendres**

L'évacuation des cendres se fait par le biais de vis de transport sans fin, de chaînes avec racleurs ou d'ouvertures hydrauliques. Une évacuation des cendres de dimension identique au convoyeur de combustibles permet aux corps étrangers non incinérés parvenues dans la chambre de combustion d'en ressortir. Les cendres doivent exclusivement être stockées dans le conteneur prévu à cet effet. L'évacuation des cendres s'effectue régulièrement et conformément aux règles en vigueur.

➤ **Captation des poussières**

En fonction de la qualité du combustible utilisé, il est généralement nécessaire d'effectuer un dépoussiérage des fumées. Pour la plupart des installations à biomasse, il suffit de purifier les fumées à l'aide d'un filtre multi-cyclone. Dans le cas d'installations plus importantes, on peut recourir à des électrofiltres ou filtres texturés.

➤ **Systèmes de sécurité**

Les fabricants de chaudières proposent une multitude de systèmes de sécurité. Des contrôles optiques (barrières lumineuses) durant l'alimentation aux protections contre le retour de flammes en passant par les systèmes d'alarme déclenchant l'arrêt lorsque des pièces mobiles se bloquent, l'offre est variable selon les fabricants. La chambre de combustion est généralement pilotée par des capteurs optiques qui, en cas d'encombrement dans celle-ci, forceront d'abord la combustion

pour tenter de résoudre le problème avant de déclencher l'arrêt si cela ne fonctionne pas. Les capteurs thermiques dans la chaudière protègent du risque de surchauffe.

➤ **Protection incendie, exigences relatives à la chaufferie pour les installations > 70kW**

La réglementation en vigueur doit être respectée, la chaufferie doit par exemple être construite en matériaux incombustibles (classe de résistance au feu M0). Les portes doivent notamment être coupe-feu, à fermeture automatique et s'ouvrant vers l'extérieur. Des règles précises pour la ventilation et l'aération du local de chaufferie doivent être respectées (voir auprès de l'installateur). La pièce ne doit pas servir à un autre usage, notamment de salle de séchage ou d'espace de stockage.

➤ **Bâche tampon**

Les systèmes de chauffage biomasses réagissent lentement aux variations des besoins de chaleur et ils doivent pour la plupart fonctionner à plein régime pour atteindre la meilleure combustion possible, si bien qu'une bâche tampon s'avère utile pour collecter l'éventuel excédent d'énergie. Les bâches tampons permettent d'augmenter le rendement annuel tout en améliorant l'efficacité de l'installation.

➤ **Chaudière de réserve / de secours**

Si la chaudière principale tombe en panne en raison d'une défaillance technique, il convient d'avoir à disposition une seconde chaudière de taille suffisante capable de fournir la chaleur nécessaire. Si la chaudière à biomasse ne dispose pas d'une puissance suffisante en raison de températures extrêmement froides, la seconde chaudière doit pouvoir répondre à de telles charges de pointe. Cette chaudière doit être immédiatement prête à l'emploi, ce qui implique

une maintenance constante et des réserves de combustible. Si la source de chaleur initiale de l'exploitation fonctionne encore, elle peut être utilisée à cet effet.

➤ **Durée de vie**

La durée de vie d'une chaudière à biomasse dépend de nombreux facteurs, notamment du combustible utilisé, de l'utilisation ainsi que de l'entretien et de la maintenance. Les chaudières à biomasse qui fonctionnent parfois dans la zone de surcharge et avec des combustibles de mauvaise qualité peuvent arriver en fin de vie après seulement 10 à 15 ans. En règle générale cependant, des durées de vie de 20 à 25 ans sont possibles.

Fonctionnement

➤ **Mise en service**

Lors de la mise en service d'une nouvelle chaudière, il est important de chauffer lentement la garniture réfractaire. Cela signifie une augmentation lente de la puissance au cours des quatre à cinq premières semaines suivant la mise en service jusqu'à la charge maximale. Cela permet d'assurer un séchage intégral et en douceur de la garniture réfractaire afin de réduire le risque de fissuration. Dans cette période, l'utilisation de combustibles de qualité supérieure est recommandée. Il est essentiel de recevoir une instruction précise du fabricant ou de l'installateur pour l'utilisation et le fonctionnement de l'installation. Le réglage des capteurs et la mise en service sont effectués et consignés par une entreprise professionnelle.

➤ **Technologie de sécurité**

Le fonctionnement de la technologie de sécurité doit être contrôlé régulièrement par l'exploitant de l'installation lui-même. En outre, il est recommandé de conclure des contrats de service avec les entreprises compétentes afin de garantir l'entretien continu des appareils.

➤ Eau de chauffage

L'eau dans l'installation de chauffage doit être traitée selon les directives en vigueur afin d'éviter les dépôts dans la chaudière. Étant donné que ce traitement engendre des coûts, il est recommandé de maintenir le volume d'eau le plus bas possible dans la chaudière. L'eau du circuit de la chaudière devrait à cet effet être séparée de celle du circuit de chauffage par un échangeur thermique.

➤ Purification des gaz d'échappement

Un ramoneur doit effectuer le nettoyage régulier de la cheminée. Le récipient collecteur du séparateur de poussières et les éventuels filtres doivent être régulièrement contrôlés et vidés.

Expériences en matière de sinistres et assurance

Dans la plupart des sinistres traités par Gartenbau-Versicherung, la cause provenait de corps étrangers dans les combustibles utilisés, notamment de pièces métalliques, de blocs de bois trop gros, de morceaux de bois gelés ou de pierres. Par conséquent, les problèmes ont surtout concerné le convoyeur de combustible et le décendrage. Les corps étrangers ont pu provoquer la rupture des chaînes de transport, la casse des cylindres hydrauliques, la déformation des tiges de poussée et des vis sans fin ainsi que la fonte du moteur d'entraînement. Le nombre de sinistres de ce type a cependant diminué ces dernières années.

En raison de l'absence de joints de dilatation ou de l'insuffisance des matériaux réfractaires, les systèmes de chauffage par copeaux de bois (chaudières multi-combustibles) ont subi au cours des premières années un nombre plus élevé de fissures. Les gaz d'échappement nocifs ont

ainsi pu atteindre les circuits d'eau chaude de l'échangeur de chaleur et provoquer une corrosion suivie de fuites. Il a souvent fallu reposer ultérieurement une couche réfractaire sur toute la chambre de combustion.

Des dommages sont également survenus en raison d'un encrassement trop important. Le mâchefer pénètre la pierre réfractaire et provoque des décollements. Une quantité excessive de mâchefer gêne également la combustion et l'évacuation des cendres. Les dommages causés à la chaudière en raison de mauvaises manipulations et ceux dus à la surtension du dispositif de commande à cause de la foudre ont été rares.

Les dommages dus aux incendies ont principalement été causés par une auto-combustion dans le stock de combustible. Grâce aux séparations physiques, les chaudières elles-mêmes n'ont pas été endommagées. À plusieurs reprises, les vis sans fin ont fondu. La formation d'étincelles due à des impuretés telles que des pierres ou des pièces métalliques n'a que rarement entraîné des incendies au niveau du convoyeur. Les retours de flamme de la chambre de combustion à l'intérieur de la chaudière vers la zone de transport ont dans la plupart des cas connus été circonscrits grâce aux dispositifs de sécurité (photo 7).

Le chlore et le soufre des gaz d'échappement peuvent entraîner des dommages au niveau de composants de la chaudière (tubes) à cause de la corrosion à haute température.

Les dommages d'interruption plus longs (dus à l'arrêt de l'installation de quelques jours à plusieurs semaines) peuvent survenir en cas de difficultés liées aux pièces de rechange, notamment à cause d'une rupture de stock chez le fabricant ou avec des installations étrangères.

Gartenbau-Versicherung VVaG offre une protection complète dans son produit HORTISECUR G. L'intégrité des installations peut être assurée dans le cadre de l'assurance tempête (risques liés aux éléments naturels), de l'assurance incendie et de l'assurance technique (bris). La couverture technique très complète indemnise les dommages matériels provoqués par des erreurs de manipulation, des maladresses, des erreurs de construction ou d'exécution, la casse d'équipements techniques, le dysfonctionnement d'appareils de mesure, de réglage ou de sécurité, un court-circuit, une surtension, une surpression ou une dépression, un manque d'eau, le gel, un sabotage ou un acte de vandalisme. L'usure normale due à l'exploitation ainsi que l'usure précoce, les attaques ou décollements dus à la corrosion ainsi que les dépôts excessifs de tartre, de boue ou autres dépôts ne sont pas assurés.



Photo 7 : Retour de flamme du silo à combustible vers le convoyeur de combustible

Check-list

Pour la planification et l'exploitation d'une installation de chauffage biomasse, il convient de tenir compte des points suivants :

- Mon exploitation se prête-t-elle à une installation de chauffage biomasse (système de chauffage existant, place disponible, plan des cultures)?
- Ai-je suffisamment de temps ou de personnel disponible afin de surveiller l'installation (également de nuit, le week-end et les jours fériés)? Le suivi de l'installation est-il assuré pendant les congés et en cas de maladie ?
- Que pensent mes voisins des possibles nuisances olfactives, du bruit et du trafic de livraison ?
- Quels sont mes besoins en chaleur en kW ? Quelle part doit couvrir la nouvelle installation ? D'autres bâtiments doivent-ils être raccordés ?
- Quel combustible régional est disponible en quantité suffisante, en qualité constante et pour un coût raisonnable sur le long terme ?
- Comment le combustible est-il stocké (halle, container, silo, en plein air sur une dalle)?
- L'entrepôt est-il facilement accessible par camion aujourd'hui et dans le futur ?
- Y a-t-il suffisamment de place pour une bâche tampon ?
- L'ancienne chaudière suffit-elle à couvrir les charges de pointe et le chauffage de secours ? Ai-je besoin d'un chauffage au fioul ou au gaz à titre de réserve ?
- Ai-je droit à des subventions ? Quelles sont les directives et les lois à respecter ?
- Quel est le niveau d'accessibilité du service client, notamment en cas d'urgence ?
- L'élimination appropriée des cendres est-elle garantie ?
- Comment s'organisent mes besoins individuels pour l'assurance de l'installation ?

Gartenbau-Versicherung VVaG
Succursale
28 rue Schweighaeuser, B.P. 232
67006 Strasbourg cedex

Tél. 03 88 60 29 95
Fax 03 88 60 45 72
info@hortisecur.fr
www.hortisecur.fr

Gartenbau-Versicherung VVaG
Von-Frerichs-Straße 8
D-65191 Wiesbaden
Tel. +49 611 / 56 94 0

Auteurs version allemande :
Klaus Bingel, Konstantin Lang

Adaptation pour la France :
Thierry Grange, Alexandre Druhen

© Gartenbau-Versicherung 11/2017
Photos : Archive GV, döpiK Energietechnik GmbH

