



Westfalen

Bulletin d'information technique pour les professionnels 5



Guide de sélection des fluides frigorigènes.

Aperçu des fluides frigorigènes de demain.

Nous vous aidons à choisir le fluide frigorigène adéquat.

Vous pouvez vous fier à notre savoir-faire

Choisir le fluide frigorigène adéquat n'est pas une mince affaire. Chaque fluide frigorigène a ses avantages et ses inconvénients, qui doivent être pesés par des experts en la matière. De même, à l'avenir il sera nécessaire de vérifier avant utilisation l'adéquation du fluide frigorigène avec l'application.

Dans la perspective de nouvelles dispositions légales, il devient nécessaire de remplacer les fluides frigorigènes par de nouveaux produits moins polluants, et ce même au sein d'installations existantes. Westfalen possède de nombreuses années d'expérience dans la manipulation des fluides frigorigènes et vous assiste volontiers dans la planification ou le changement du fluide frigorigène dans votre installation frigorifique.

Le choix du fluide frigorigène adéquat pour votre installation

Le fluide frigorigène est le combustible de toute installation frigorifique. Il y circule, y est évaporé, comprimé, liquéfié et détendu. Il assure un transfert thermique en absorbant la chaleur en dessous de la température ambiante par évaporation et en libérant à nouveau cette chaleur au-dessus de la température ambiante par liquéfaction.

Le choix du fluide frigorigène adéquat influence considérablement l'efficacité, l'effort d'ingénierie et la consommation énergétique d'une installation frigorifique. De plus, votre choix devra également tenir compte des nombreuses dispositions légales et ordonnances en vigueur, afin de vous ranger sur le long terme du côté de la sécurité avec le bon fluide frigorigène. Ce guide vous offre une aide précieuse lors de la sélection du fluide frigorigène adéquat.

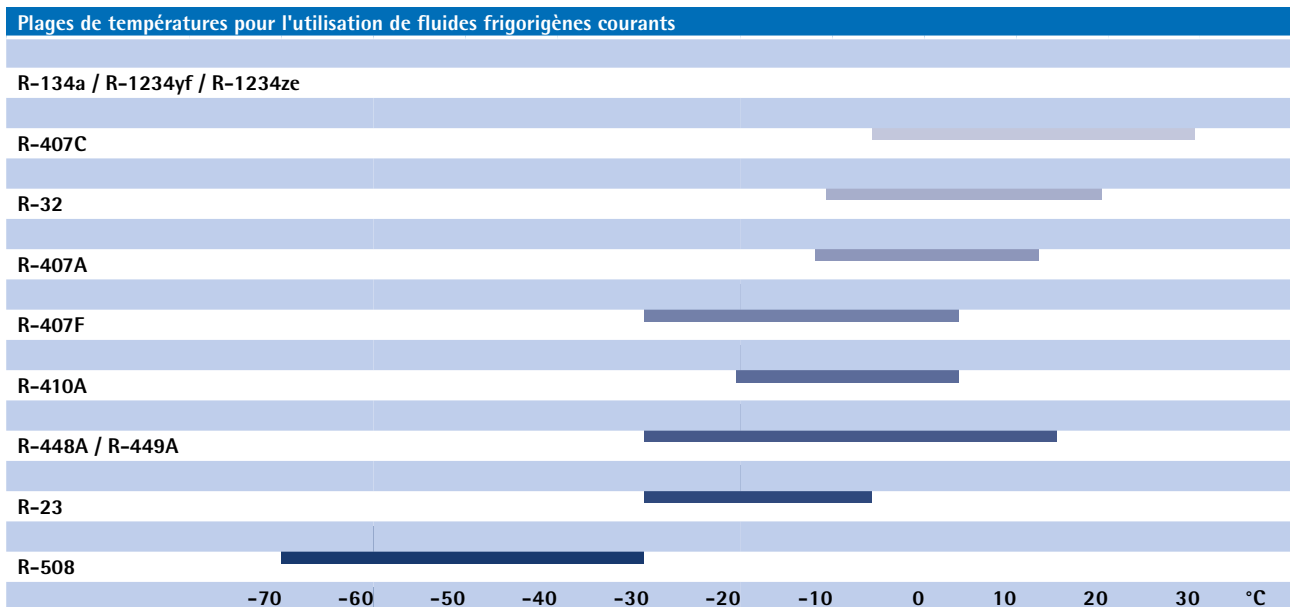
Le fluide frigorigène idéal

Autant vous le dire tout de suite : il n'existe pas de fluide frigorigène à usage universel idéal du fait de la diversité des domaines d'application. Néanmoins, les fluides frigorigènes les plus modernes ainsi que certains « produits plus anciens » savent répondre aux exigences les plus élevées. Il existe ainsi des solutions aussi bien intelligentes, économiques, qu'écologiques pour quasiment tous les domaines d'application. Les fluides frigorigènes devraient être si possible ni inflammables, ni toxiques, ni corrosifs.

En outre, les propriétés essentielles suivantes sont demandées :

- Bonne miscibilité avec l'huile
- Stabilité thermique et chimique
- Puissance frigorifique et thermique élevée à faible consommation d'énergie
- Bon rapport de pression
- Faible température de compression
- Bon rapport qualité-prix
- Bonne compatibilité avec les matériaux couramment utilisés dans le secteur du froid

De plus, l'impact environnemental revêt une importance toute particulière : de nombreuses dispositions légales, directives et ordonnances nationales et internationales ont ces dernières années déjà initié un vaste processus de transition influençant de manière déterminante le choix et l'utilisation des produits. Ainsi, l'utilisation de fluides frigorigènes ayant un effet destructeur sur la couche d'ozone (ODP = potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) est interdite. D'autres fluides frigorigènes qui lors de leur libération dans l'atmosphère contribuent fortement à l'effet de serre sur terre, sont strictement réglementés, voire certains entièrement retirés du marché.



Domaines d'application selon la température ambiante. La liste énumère, sans pour autant être exhaustive, les fluides frigorigènes les plus couramment utilisés en réfrigération commerciale.

Adéquation avec l'installation : base de calcul

Le choix du fluide frigorigène adéquat dépend de l'application et du type d'installation.

Pour une évaluation concrète, la base de calcul tient compte des critères suivants :

- Adéquation avec la plage de température nécessaire
- Propriétés thermodynamiques appropriées telles que le point d'ébullition et une capacité calorifique spécifique
- Niveaux de pression adéquats
- Compatibilité avec les machines et les autres matériaux utilisés
- Disponibilité des huiles machines adéquates
- Disponibilité des techniques de raccordement appropriées
- Rentabilité élevée
- Respect durable des dispositions légales et directives en vigueur (potentiel de risque le plus faible possible)

La durée de vie d'une installation de pompe à refroidissement, de climatisation ou à chaleur est élevée et atteint bien souvent plusieurs décennies. Durant toute cette période, le fluide frigorigène utilisé influence la consommation énergétique de manière significative : une efficacité élevée du fluide frigorigène entraîne des économies substantielles.

L'éventuel investissement quelque peu plus élevé est alors amorti en un rien de temps. De plus, les aspects environnementaux et les obligations légales en découlant doivent également être respectés : le choix d'un fluide frigorigène

basé sur la durabilité rend les modernisations complexes superflues. Cela vous permet en outre de contourner les écueils juridiques.

Plages de températures

Selon l'application, les fluides frigorigènes doivent convenir pour différentes plages de températures. Les températures d'évaporation en résultant entraînent différentes pressions d'évaporation qui, durant l'exploitation de l'installation, ne doivent pas se situer en dessous de la pression atmosphérique.

Le moindre défaut d'étanchéité pourrait entraîner la pénétration d'air et d'humidité à l'intérieur du circuit frigorifique. De manière générale, moins la pression d'évaporation est élevée, moins la puissance frigorifique volumétrique est élevée. Le compresseur doit ainsi être dimensionné en conséquence afin de pouvoir atteindre les puissances frigorifiques nécessaires.

Néanmoins, une pression d'évaporation basse entraîne également une faible pression de liquéfaction. Cela augmente la sécurité de l'installation et réduit le degré nécessaire de résistance à la pression. Cela permet d'utiliser des tuyaux et des récipients aux parois plus fines, réduit le risque de fuites, voire entraîne éventuellement une classification de niveau inférieur selon la directive sur les appareils sous pression et l'ordonnance de sécurité d'exploitation.

Les grands changements sur le marché des fluides frigorigènes de demain.

Réduction des équivalents CO₂ approuvés

Les nouvelles réglementations européennes et notamment l'Ordonnance (UE) 517/2014 compliquent considérablement la recherche du fluide frigorigène adapté à une application spécifique.

Le point central de cette ordonnance est la réduction progressive des équivalents CO₂ approuvés [sous forme de gaz à effet de serre fluorés partiellement halogénés (HFC)] jusqu'en 2030.

Formule :

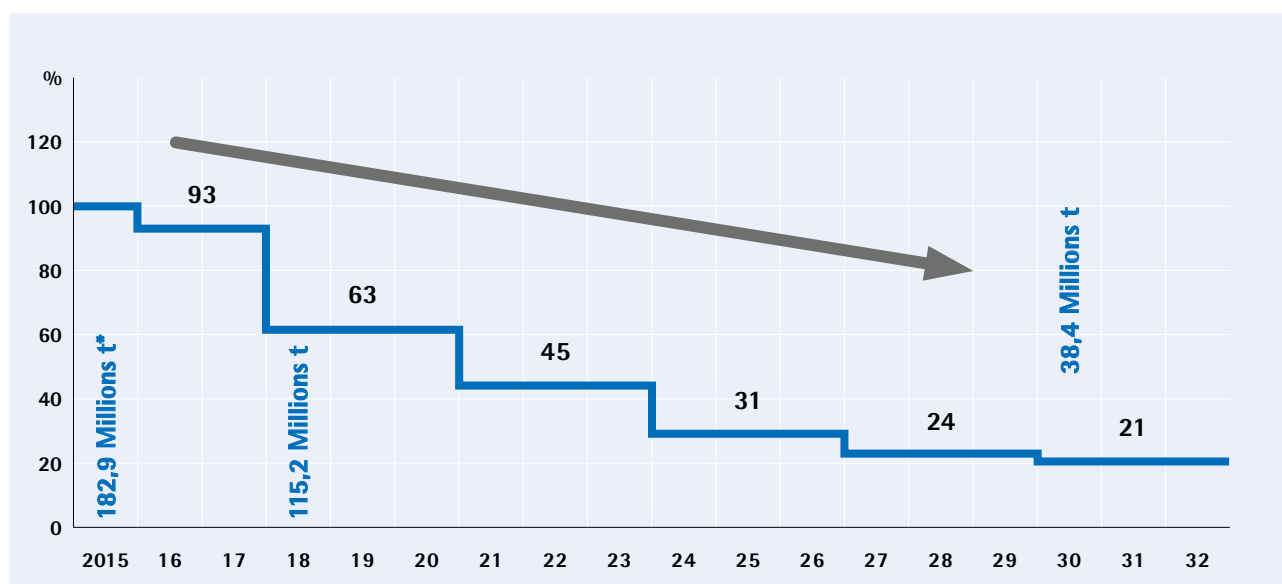
Tonnes équivalent CO₂ = Masse HFC x PRG*

(*PRG = potentiel de réchauffement global = action directe sur l'effet de serre lors de la libération dans l'atmosphère)

Pour le secteur de la réfrigération, il existe alors deux options : soit réduire la quantité de fluides frigorigènes HFC, soit réduire le PRG des fluides frigorigènes utilisés.

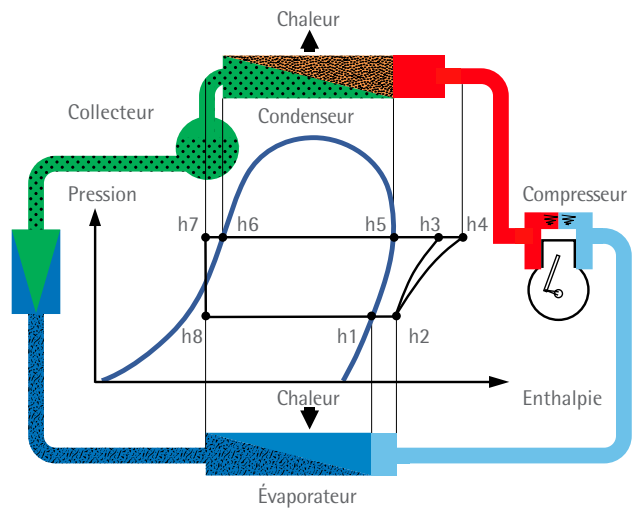
La réduction des fluides frigorigènes HFC peut être atteinte par des solutions techniques intelligentes, telles que des systèmes compacts et durablement étanches ou par l'utilisation de fluides frigorigènes n'apparaissant pas en tant que HFC dans la formule, par ex. des fluides frigorigènes naturels ou des hydrofluoroléfinés (HFO).

Les fournisseurs du secteur proposent différentes solutions en vue de réduire les valeurs PRG. Or, la possibilité de remplacer des fluides frigorigènes au sein de systèmes existants doit être maintenue.



Réduction des équivalents CO₂ approuvés sous forme de gaz à effet de serre fluorés partiellement halogénés (HFC).

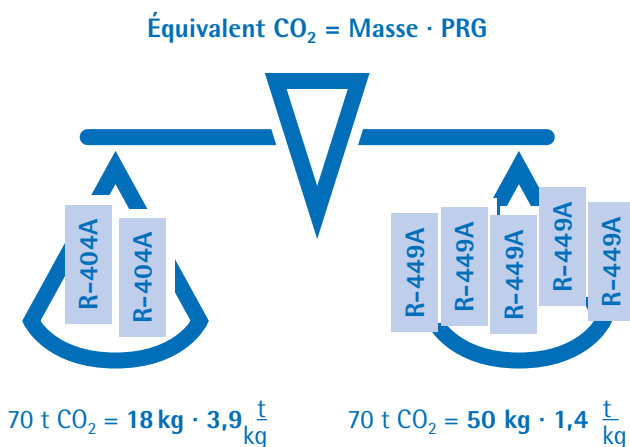
*Source : Cornelius Rhein, Commission UE



Exemple d'un circuit frigorifique.

Baisse des valeurs PRG : remplacer les fluides frigorigènes existants de façon judicieuse

Le graphique illustre une comparaison des quantités sur la base du même équivalent CO₂.



18 kg de fluide frigorigène R-404A « pèsent » autant que par ex. 50 kg de R-448A ou de R-449A en équivalents CO₂.

Si 18 kg de R-448A ou de R-449A sont utilisés à la place du R-404A, il en résulte une réduction de :

$$18 \text{ kg} \cdot 1,4 \frac{\text{t}}{\text{kg}} = 25,2 \text{ t CO}_2$$

Cela équivaut à une réduction des équivalents CO₂ de 64 %.

mbv signifie « maximum burning velocity », soit en cas d'allumage d'un mélange fluide frigorigène-air, la vitesse de propagation maximale de la flamme.

Augmentation de l'inflammabilité des fluides frigorigènes de demain

Le problème visible pour l'avenir est le suivant : une diminution des valeurs PRG fait augmenter l'inflammabilité des différents fluides frigorigènes. Pour les professionnels frigoristes, cela signifie que les risques liés à l'utilisation de certains fluides frigorigènes, énumérés dans les appels d'offres, les offres, les notices d'utilisation, etc. devront être étendus à l'aspect inflammabilité pour les nombreuses applications et différentes conditions d'installation.

À l'heure actuelle, la dynamique du développement et de l'introduction de nouveaux fluides frigorigènes synthétiques est très forte, mais génère néanmoins un manque de visibilité. Les explications suivantes sont basées sur les fluides frigorigènes utilisés par le passé et ceux partiellement encore utilisés aujourd'hui et avant tout sur leurs principales applications.

Le remplacement d'un fluide frigorigène au sein d'installations existantes se limite néanmoins à la même classe de protection. Avant utilisation, il convient avant tout de contrôler les homologations des fournisseurs de compresseurs et des composants.

↑	Haute inflammabilité	A3	B3
	Faible inflammabilité	A2	B2
	mbv ≤ 10 cm/s	A2L	B2L
	Aucune inflammabilité	A1	B1
		Toxicité faible	Toxicité élevée
		→	

Classification des fluides frigorigènes en termes de sécurité.

Aperçu des principaux fluides frigorigènes.

Utilisation dans les installations frigorifiques

Fluide frigorigène	PRG	Classe de protection	Remarques
R-404A	3.922	A1	Remplacement nécessaire sous peu
R-507	3.985	A1	Remplacement nécessaire sous peu
R-407A	2.107	A1	Mélange fluide frigorigène 3 substances avec un glissement de température marqué et une température de compression nettement plus élevée que pour R-404A / R-507
R-407F	1.825	A1	Désignation du fournisseur : Performax® LT, plus avancé que R-407A
R-448A	1.387	A1	Désignation du fournisseur : Solstice® N40 ; mélange fluide frigorigène 5 substances, glissement de température marqué, température de compression nettement plus élevée que pour R-404A / R-507
R-449A	1.397	A1	Désignation du fournisseur : Opteon™ XP40 ; mélange fluide frigorigène 4 substances, glissement de température marqué, température de compression nettement plus élevée que pour R-404A / R-507
R-452A	2.140	A1	Désignation du fournisseur : Opteon™ XP44 ; mélange fluide frigorigène 3 substances, glissement de température, température de compression similaire à R-404A / R-507 ; non recommandé pour les installations frigorifiques stationnaires en raison de la valeur PRG élevée ; convient en particulier aux camions frigorifiques
R-454A	239	A2L	Désignation du fournisseur : Opteon™ XL40, mélange fluide frigorigène 2 substances, glissement de température marqué, température de compression nettement plus élevée que pour R-404A / R-507
R-454C	148	A2L	Désignation du fournisseur : Opteon™ XL20 (comme R-454A)
R-455A	148	A2L	Désignation du fournisseur : Solstice® L40X, mélange fluide frigorigène 3 substances avec taux de CO ₂ de 3 %

Utilisation dans les installations de froid positif

Fluide frigorigène	PRG	Classe de protection	Remarques
R-134a	1 430	A1	Remplacement nécessaire à moyen terme. L'utilisation dans les nouveaux systèmes de climatisation automobiles est interdite au sein de l'UE à compter de 2017

R-450A	603	A1	Désignation du fournisseur : Solstice® N13, mélange fluide frigorigène 2 substances, proche azéotrope, puissance frigorifique légèrement plus faible que R-134a
R-513A	631	A1	Désignation du fournisseur : Opteon™ XP10, mélange fluide frigorigène 2 substances, azéotrope, puissance frigorifique comparable à R-134a
R-1234yf	4*	A2L	En priorité pour l'utilisation de R-134a au sein de systèmes de climatisation automobiles. Utilisation possible en réfrigération stationnaire, puissance frigorifique comparable à R-134a
R-1234ze	7*	A2L	Désignation du fournisseur : Solstice® ze, puissance frigorifique nettement plus faible que R-134a, défini comme non inflammable dans la fiche de données de sécurité ; convient particulièrement aux compresseurs à vis et aux turbocompresseurs

*Il n'est pas tenu compte du PRG dans la réduction selon l'Ordonnance (UE) 517/2014.

Utilisation dans les systèmes de climatisation et les pompes à chaleur

Fluide frigorigène	PRG	Classe de protection	Remarques
R-410A	2.088	A1	Remplacement nécessaire, aucune alternative disponible selon la classe de protection A1
R-32	675	A2L	Fait déjà partie de nombreux mélanges de fluides frigorigènes ; températures de compression très élevées ; rendement élevé ; privilégié pour les pompes à chaleur et les systèmes de climatisation Split à faible puissance issus de fabricants d'appareils réputés
R-407C	1.774	A1	Développé en tant que substitut du R-22 ; presque entièrement supplanté par le R-410A dans cette application ; mélange fluide frigorigène 3 substances ; glissement de température marqué
R-447A	583	A2L	Désignation du fournisseur : Solstice® L41, mélange fluide frigorigène 3 substances, glissement de température marqué
R-454B	460	A2L	Désignation du fournisseur : Opteon™ XL41, mélange fluide frigorigène 2 substances, glissement de température faible

Faites appel à nos conseillers !

Vous avez d'autres questions relatives à l'utilisation des fluides frigorigènes ou d'autres produits et leurs domaines d'application ? Contactez-nous tout simplement. Nos experts en fluides frigorigènes sont à votre disposition pour vous conseiller !



Vous trouverez d'autres informations sur westfalen.com

Utilisation au sein d'installations à cascade à très basse température

Fluide frigorigène	PRG	Classe de protection	Remarques
R-23	14.800	A1	La disponibilité sur le long terme est incertaine en raison de la valeur PRG extrêmement élevée ;
R-170	6	A3	Hydrocarbure éthane ; substitut du R-23 dans les installations à faible puissance
R-508A	13.214	A1	Comme R-23 ; mélange fluide frigorigène 2 substances
R-508B	13.396	A1	Comme R-508A
R-1150	4	A3	Hydrocarbure éthylène (éthène) ; niveau de pression supérieur à R-170

Hydrocarbures

Fluide frigorigène	PRG	Classe de protection	Remarques
R-290	3	A3	Propane ; très bonnes propriétés thermodynamiques, comparables à R-22 ; températures de fin de compression plus faibles ; utilisation au sein de systèmes à faible puissance et d'installations d'eau froide et de saumure frigorigène
R-600a	3	A3	Large utilisation dans les appareils de réfrigération ménagers ; rendement élevé, mais faible puissance frigorifique volumétrique
R-1270	2	A3	Comme pour R-290 mais avec un niveau de pression légèrement plus élevé, c'est pourquoi il convient mieux aux applications à basse température

Fluides frigorigènes anorganiques naturels

Fluide frigorigène	PRG	Classe de protection	Remarques
R-717	0	B2L	Ammoniaque (NH ₃) ; utilisation éprouvée depuis plus de 150 ans dans le secteur du froid industriel ; énergie d'évaporation spécifique élevée ; haute puissance à faible conversion de masse du fluide frigorigène ; températures de fin de compression très élevées ; non compatible avec le cuivre ou les alliages de cuivre - à n'exploiter ainsi qu'avec des compresseurs de type ouvert
R-744	1	A1	Dioxyde de carbone (CO ₂) ; reprend de l'importance grâce à la régulation des fluides frigorigènes fluorés ; point triple défavorable et pressions élevées ; puissance frigorifique volumétrique très élevée et bonnes propriétés de transfert de la chaleur ; dans le commerce alimentaire de détail au sein d'installations à cascade ou transcritiques

	R-23	R-32	R-116	R-125	R-134a	R-143a	R-1234yf	R-1234ze	R-744
R-404A				44 %	4 %	52 %			
R-407A		20 %		40 %	40 %				
R-407C		23 %		25 %	52 %				
R-407F		30 %		30 %	40 %				
R-447A		68 %		3,50 %				28,50 %	
R-448A		26 %		26 %	21 %		20 %	7 %	
R-449A		24,30 %		24,70 %	25,70 %		25,30 %		
R-450A					42 %			58 %	
R-452A		11 %		59 %			30 %		
R-454A		35 %					65 %		
R-454B		68,90 %					31,10 %		
R-454C		21,50 %					78,50 %		
R-455A		21,50 %					75,50 %		3 %
R-507				50 %		50 %			
R-508A	39 %		61 %						
R-508B	46 %		54 %						
R-513A					44 %		56 %		



Westfalen

Gaz industriels / Fluides frigorigènes / Propane

Westfalen Austria GmbH

Aumühlweg 21/Top 323
2544 Leobersdorf
Autriche
Tél. +43 22.56.63.63.03.24
Fax +43 22.56.63.63.03.30
www.westfalen.at
info@westfalen.at

Westfalen BVBA-SPRL

Watermolenstraat 11
9320 Aalst/Alost
Belgique
Tél. +32 53.64.10.70
Fax +32 53.67.39.07
www.westfalen.be
info@westfalen.be

Westfalen Gas s.r.o.

Masarykova 162
344 01 Domažlice
République tchèque
Tél. +420 3.79.42.00.42
Fax +420 3.79.42.00.32
www.westfalen.cz
info@westfalen.cz

Westfalen France S.A.R.L.

Parc d'Activités Belle Fontaine
57780 Rosselange
France
Tél. +33 3.87.50.10.40
Fax +33 3.87.50.10.41
www.westfalen-france.fr
info@westfalen-france.fr

Westfalen Gas Schweiz GmbH

Sisslerstr. 11/Postfach
5074 Eiken AG
Suisse
Tél. +41 61.85.52.52.5
Fax +41 61.85.52.52.6
www.westfalen-gas.ch
info@westfalen-gas.ch

Westfalen Gassen Nederland BV

Postbus 779
7400 AT Deventer
Pays-Bas
Tél. +31 5.70.63.67.45
Fax +31 5.70.63.00.88
www.westfalengassen.nl
info@westfalengassen.nl

Westfalen AG

Industrieweg 43
48155 Münster
Allemagne
Tél. +49 2.51.69.50
Fax +49 2.51.69.51.94
www.westfalen.com
info@westfalen.com

Westfalen Medical BV

Rigastraat 14
7418 EW Deventer
Pays-Bas
Tél. +31 5.70.85.84.50
Fax +31 5.70.85.84.51
www.westfalenmedical.nl
info@westfalenmedical.nl