

# EL-FLOW<sup>®</sup> *Select*

## Débitmètres Massiques et Régulateurs de Débit Massique à effet thermique pour gaz

### > Introduction

Bronkhorst High-Tech B.V., leader Européen sur le marché des débitmètres massiques / régulateurs de débit massique thermique et régulateurs de pression, très ans d'expérience dans la conception et la fabrication d'instruments de mesure et de régulation précis et fiable. Avec une large gamme, Bronkhorst propose des solutions innovantes pour différentes applications dans des secteurs d'activité variés. Les instruments sont fabriqués selon les spécifications clients, dans différentes variantes pour convenir aussi bien à une utilisation en laboratoire, en environnement industriel, en zone ATEX, dans les procédés semi-conducteurs ou les équipements d'analyse pour ne citer que quelques exemples.

### > EL-FLOW<sup>®</sup> *Select* Série pour laboratoire et équipements automatisés

Les débitmètres / régulateurs de débit massique pour gaz EL-FLOW<sup>®</sup> *Select* ont un corps d'instrument élaboré pour une utilisation en laboratoire et dans les environnements propres. Ces instruments sont vraiment uniques dans leur capacité à mesurer et réguler des gammes de débits entre 0,014...0,7 ml<sub>v</sub>/min et 8...1670 l<sub>v</sub>/min avec une gamme de pression entre le vide et 400 bars – le tout avec un seul type d'instruments. Cette multitude de gammes de débit et ces conditions d'utilisation garantissent à la série EL-FLOW<sup>®</sup> *Select* d'être la plus populaire et la plus éprouvée.

### > L'art de la conception numérique

La série EL-FLOW<sup>®</sup> *Select* est équipée en standard d'une carte électronique numérique offrant une très grande précision, une excellente stabilité de température et un temps de réponse rapide (inférieur à 500 msec). La carte numérique contient de base toutes les fonctions générales nécessaires à la mesure et à la régulation. La dernière version EL-FLOW<sup>®</sup> *Select* se distingue par ses fonctions Multi Gaz / Multi Gamme, offrant aux clients (OEM) une flexibilité maximale et une efficacité optimale de leur procédés. Pour plus d'informations, consultez notre brochure « MASS-FLOW*Select* ». En plus de la sortie standard RS232, les instruments disposent d'entrée/sortie analogique. En option, une interface intégrée fournit les protocoles DeviceNet<sup>™</sup>, PROFIBUS DP, Modbus-RTU/ASCII, EtherCAT<sup>®</sup> ou FLOW-BUS. Ce dernier est un bus de terrain RS485 spécialement réalisé par Bronkhorst pour ses solutions de mesure et de régulation de débit massique, et avec lequel Bronkhorst a accumulé beaucoup d'expérience depuis plus de 10 ans.



### > Des régulateurs de débit massique pour chaque application

La vanne de régulation peut être intégrée à un débitmètre massique EL-FLOW<sup>®</sup> *Select* ou être séparée. C'est une vanne proportionnelle, électromagnétique avec des caractéristiques de régulation rapides et stables. Selon les applications, il existe différentes séries de vannes de régulation : une vanne directe pour la majorité des applications, une vanne pilotée pour les débits élevés, la vanne Vary-P qui se charge des  $\Delta P$  jusqu'à 400 bars et la vanne à soufflet pour les applications à très faible pression différentielle.

### > Caractéristiques générales EL-FLOW<sup>®</sup> *Select*

- ◆ Réponse rapide, excellente répétabilité
- ◆ Grande précision
- ◆ Indépendant de la température et de la pression
- ◆ Pression jusqu'à 400 bars
- ◆ Joints métal et constructions déportées en option

### > Caractéristiques numériques

- ◆ Protocoles DeviceNet<sup>™</sup>, PROFIBUS DP, Modbus-RTU/ASCII ou FLOW-BUS; interface RS232
- ◆ Fonction Multi Gaz / Multi Gammes en option, jusqu'à 10 bars
- ◆ Possibilité de stocker jusqu'à 8 courbes d'étalonnage
- ◆ Fonctions alarme et compteur
- ◆ Caractéristiques de régulation configurables par l'utilisateur

## > Spécifications techniques

### Système de mesure / régulation

Incertitude de mesure (linéarité incl.)	: standard: $\pm 0,5$ % mesure + $\pm 0,1$ % PE
(base étalonnage réel)	: $\pm 0,8$ % PE plus $\pm 0,2$ % PE pour F-110C-005/F-200CV-005 $\pm 2$ % PE pour F-110C-002/F-200CV-002
Dynamique de mesure	: 1:50 (jusqu'à 1:187,5 en mode numérique)
Répétabilité	: $< 0,2$ % mesure
Temps de réponse (régul.)	: standard: 1 à 2 secondes en option: jusqu'à 500 ms
Stabilité de la régulation	: $< \pm 0,1$ % PE (pour 1 l <sub>v</sub> /min N <sub>2</sub> )
Temp. de fonctionnement	: -10 à +70 °C
Sensibilité à la température	: zéro: $< 0,05$ % PE/°C ; mesure: $< 0,05$ % mesure/°C
Sensibilité à la pression	: 0,1 %/bar pour N <sub>2</sub> p.ex.; 0,01 %/bar pour H <sub>2</sub> p.ex.
Étanchéité	: testé $< 2 \times 10^{-9}$ mbar l/s He
Sensibilité à l'orientation	: erreur max. à 90° de l'horizontal 0,2 % à 1 bar, pour N <sub>2</sub> p.ex.
Temps de chauffe	: 30 min. pour une précision optimale 2 min pour une précision de $\pm 2$ % PE

### Pièces mécaniques

Matériau	: acier inox. 316L ou équivalent
(éléments au contact du fluide)	
Rugosité de surface	: Ra = 0,8 µm
(éléments au contact du fluide)	
Connexions au procédé	: raccords double bagues à compression ou joint plat
Joints	: standard: Viton® en option: EPDM, Kalrez® (FFKM)
Protection (boîtier)	: IP40

### Propriétés électriques

Alimentation	: +15 à 24 Vcc	
Consommation maxi. (pour un régulateur de débit avec vanne Normalement Fermée, broche 5 non utilisée):		
débitmètre	Alimentation	Entrée/Sortie en tension
	15 V	95 mA
	24 V	65 mA
régulateur	15 V	290 mA
	24 V	200 mA
	plus 50 mA pour PROFIBUS DP, si présent	
Sortie analogique/régulation	: 0 - 5 (10) Vcc ou 0 (4) - 20 mA (actif)	
Communication numérique	: standard: RS232 en option: PROFIBUS DP, DeviceNet™, Modbus-RTU/ASCII, FLOW-BUS	

### Connexion électrique

Analogique/RS232	: connecteur Sub-D 9 broches (mâle);
PROFIBUS DP	: bus: connect. Sub-D 9 broches (fem.); alim.: connect. Sub-D 9 broches (mâle);
DeviceNet™	: connecteur M12 5 broches (mâle);
Modbus-RTU/FLOW-BUS	: prise modulaire RJ45



Les spécifications techniques sont sujettes à modification sans préavis.

## > Modèles et gammes de débit (base Air)

### Débitmètres massiques (MFM) ; PN100 (pression nominale 100 bar)

Modèle	débit min.	débit max.
F-110C	0,014 à 0,7 ml <sub>v</sub> /min	0,06 à 9 ml <sub>v</sub> /min
F-111B	0,16 à 8 ml <sub>v</sub> /min	0,16 à 25 l <sub>v</sub> /min
F-111AC	0,4 à 20 l <sub>v</sub> /min	0,6 à 100 l <sub>v</sub> /min
F-112AC	0,8 à 40 l <sub>v</sub> /min	1,4 à 250 l <sub>v</sub> /min
F-113AC	4 à 200 l <sub>v</sub> /min	8 à 1670 l <sub>v</sub> /min

Pour les modèles jusqu'à 200 ou 400 bars, se reporter à la description du numéro de modèle.

### Régulateurs de débit massique (MFC) ; PN64/PN100

Modèle	débit min.	débit max.
F-200CV/F-210CV <sup>1)</sup>	0,014 à 0,7 ml <sub>v</sub> /min	0,06 à 9 ml <sub>v</sub> /min
F-201CV/F-211CV <sup>1)</sup>	0,16 à 8 ml <sub>v</sub> /min	0,16 à 25 l <sub>v</sub> /min
F-201AV/F-211AV <sup>1)</sup>	0,4 à 20 l <sub>v</sub> /min	0,6 à 100 l <sub>v</sub> /min
F-202AV/F-212AV <sup>2)</sup>	0,8 à 40 l <sub>v</sub> /min	1,4 à 250 l <sub>v</sub> /min
F-203AV/F-213AV <sup>3)</sup>	4 à 200 l <sub>v</sub> /min	8 à 1670 l <sub>v</sub> /min

<sup>1)</sup> K<sub>v</sub>-max = 6,6 x 10<sup>-2</sup>

<sup>2)</sup> K<sub>v</sub>-max = 0,4

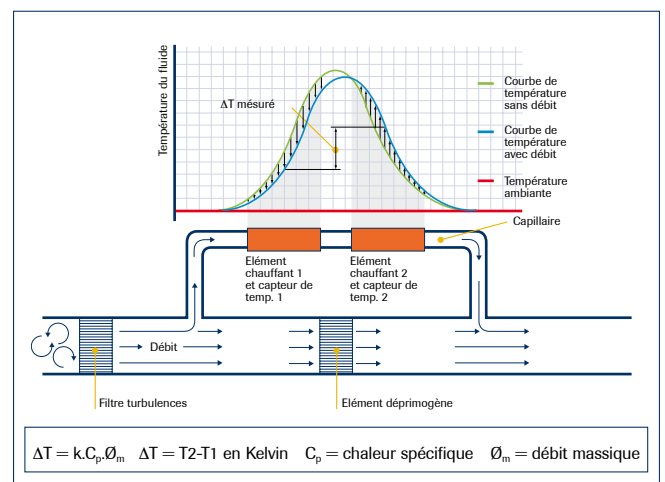
<sup>3)</sup> K<sub>v</sub>-max = 1,5

### MFC pour applications haute pression / fort □P ; PN400

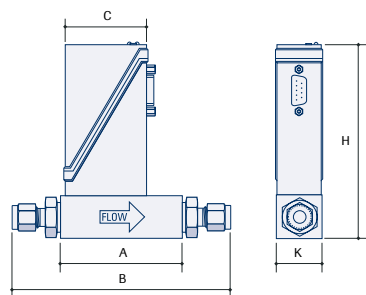
Modèle	débit min.	débit max.
F-230M	0,2 à 10 ml <sub>v</sub> /min	10 à 500 ml <sub>v</sub> /min
F-231M	10 à 500 ml <sub>v</sub> /min	0,2 à 10 l <sub>v</sub> /min
F-232M	0,2 à 10 l <sub>v</sub> /min	2 à 100 l <sub>v</sub> /min

## > Principe de la mesure de débit massique thermique

Le capteur est le cœur du débitmètre/régulateur thermique; il se compose d'un tube capillaire en acier inoxydable pourvu de capteurs de température et l'élément chauffant. Une partie du flux gazeux traverse le capteur où il est chauffé par l'élément R<sub>H</sub>. Il en résulte un écart entre les températures mesurées T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub>. Cet écart est directement proportionnel au débit massique dans le capteur. Bronkhorst utilise un élément breveté permettant de rendre l'écoulement laminaire dans le canal principal. Celui-ci est constitué d'un empilement de disques en acier inoxydable sur lesquels sont creusés des canaux de circulation de géométrie très précise. Grâce à la parfaite division du débit, la sortie mesure du capteur est proportionnelle au débit massique total.



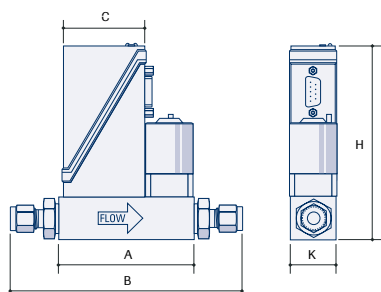
## > Dimensions



### Débitmètre

Modèle	A	B	C	H	K	Poids (kg)
F-110C (1/8")	47	98	47	111	25	0,4
F-111B (1/4")	69	126	47	111	25	0,5
F-111AC (1/4")	69	126	47	123	26	0,6
F-112AC (1/2")	65	130	47	139	59	1,3
F-113AC (1/2")	112	179	47	153	74	3,0

Dimensions in mm.



### Régulateur de débit

Modèle	A	B	C	H	K	Poids (kg)
F-200CV/F-210CV (1/8")	77	128	47	111	25	0,6
F-201CV/F-211CV (1/4")	77	134	47	111	25	0,6
F-201AV/F-211CV (1/4")	78	135	47	123	26	0,7
F-202AV/F-212AV (1/2")	112	169	47	139	59	2,1
F-203AV/F-213AV (1/2")	171	238	47	153	74	4,9
F-230M/F-231M/F-232M (1/4")	115	172	47	163	69	3,4

Dimensions in mm.

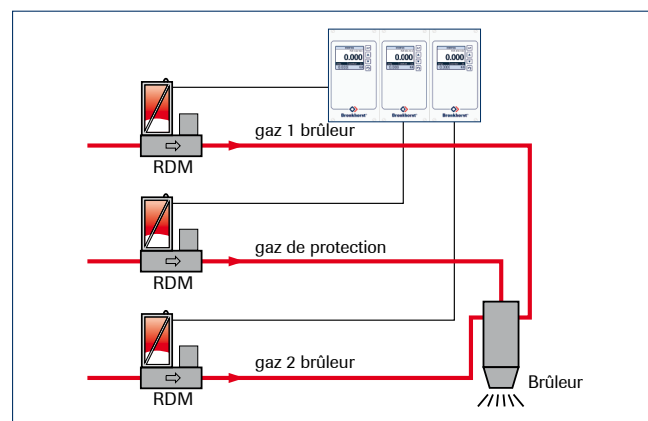
## > Applications

La série EL-FLOW® a donné satisfaction dans le laboratoire comme dans des systèmes dédiés, entre autres dans les domaines suivants :

- ◆ Traitement des semi-conducteurs
- ◆ Mesures et analyses environnementales
- ◆ Contrôle de brûleur
- ◆ Techniques du vide
- ◆ Installations pour le traitement de surfaces
- ◆ Contrôle de procédé dans les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques et (pétro-) chimiques

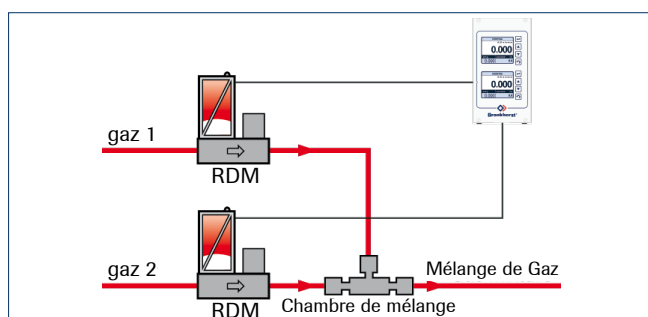
Les exemples simplifiés suivants illustrent la variété des applications. Celles-ci sont en réalité beaucoup plus complexes et soumises à bien plus de variations et d'adaptations.

## > Contrôle de brûleur



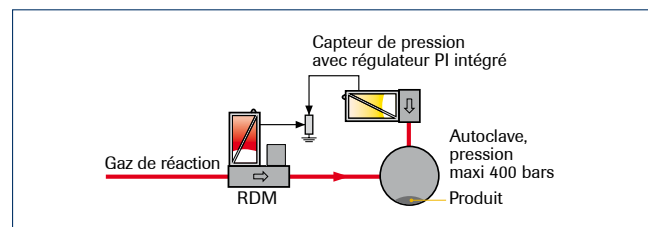
Le contrôle d'un brûleur par des régulateurs de débit offre de nombreux avantages sur les systèmes conventionnels où le débit est ajusté par des vannes à pointeau. Un RDM (Régulateur de Débit Massique) s'adaptait automatiquement aux nouvelles conditions liées à l'encrassement des orifices du brûleur ou à des variations de la pression d'alimentation du gaz. Pour la régulation de forts débits et à faible pression différentielle, cas typique du gaz naturel (CH<sub>4</sub>), Bronkhorst propose des débitmètres massiques avec vannes à soufflet indépendantes et compensées en pression.

## > Préparation de mélanges gazeux



Les RDM sont souvent utilisés pour la préparation de mélanges précis et stables de deux gaz ou plus. Le rapport d'un mélange gazeux peut être maintenu grâce à une électronique Bronkhorst® fonctionnant en mode maître-esclave. Dans l'exemple ci-dessus, la gamme de débit du gaz 1 est très inférieure à celle du gaz 2. Bronkhorst a développé un mélangeur, pour ce type d'application, afin de garantir l'homogénéité du mélange gazeux.

## > Alimentation de réacteurs



La régulation du débit est souvent associée à la régulation de la pression dans le réacteur à travers un régulateur déverseur EL-PRESS ou, comme sur la figure, un capteur de pression EL-PRESS avec régulateur PI intégré. Applications types : systèmes d'hydrogénation haute pression et procédés autoclaves utilisant un régulateur de débit massique de 400 bars avec vanne de régulation modèle Vary-P.

## > Identification des modèles

F - N N NAA - NNN - A A A - NN - A

### Base

0	Vanne seule
1	Débitmètre mesureur
2	Débitmètre régulateur

### Gammes de pression

0	64 bar
1	100 bar
2	200 bar
3	400 bar

### Gammes de débit

#### pour Débitmètres / Régulateurs PN64/PN100

0C/0CV	0...0,7 / 0...9 ml <sub>v</sub> /min
1B/1CV	0...8 / 0...25000 ml <sub>v</sub> /min
1AC/1AV	0...20 / 0...100 l <sub>v</sub> /min
2AC/2AV	0...40 / 0...250 l <sub>v</sub> /min
3AC/3AV	0...200 / 0...1670 l <sub>v</sub> /min

#### pour Débitmètres PN200/PN400

0M	0...10 / 0...15 ml <sub>v</sub> /min
1M	0...15 / 0...20000 ml <sub>v</sub> /min
2M	0...10 / 0...250 l <sub>v</sub> /min
3M	0...200 / 0...1250 l <sub>v</sub> /min

#### pour Débitmètres régulateurs PN400

0M	0...10 / 0...500 ml <sub>v</sub> /min
1M	0...0,5 / 0...10 l <sub>v</sub> /min
2M	0...10 / 0...100 l <sub>v</sub> /min

### Débit nominal

sélection usine

### Communication E/S

A	RS232 + analogique	(vanne NF)*
B	RS232 + analogique	(vanne NO)*
D	RS232 + DeviceNet™	(vanne NF)*
E	RS232 + DeviceNet™	(vanne NO)*
M	RS232 + Modbus	(vanne NF)*
N	RS232 + Modbus	(vanne NO)*
P	RS232 + PROFIBUS DP	(vanne NF)*
Q	RS232 + PROFIBUS DP	(vanne NO)*
R	RS232 + FLOW-BUS	(vanne NF)*
S	RS232 + FLOW-BUS	(vanne NO)*
T	RS232 + EtherCAT®	(vanne NF)*
U	RS232 + EtherCAT®	(vanne NO)*
V	RS232 + PROFINET	(vanne NF)*
W	RS232 + PROFINET	(vanne NO)*

\* NF : Normalement Fermée ; NO : Normalement Ouvert

### Sortie analogique

A	0...5 Vcc
B	0...10 Vcc
F	0...20 mA actif
G	4...20 mA actif

### Alimentation électrique

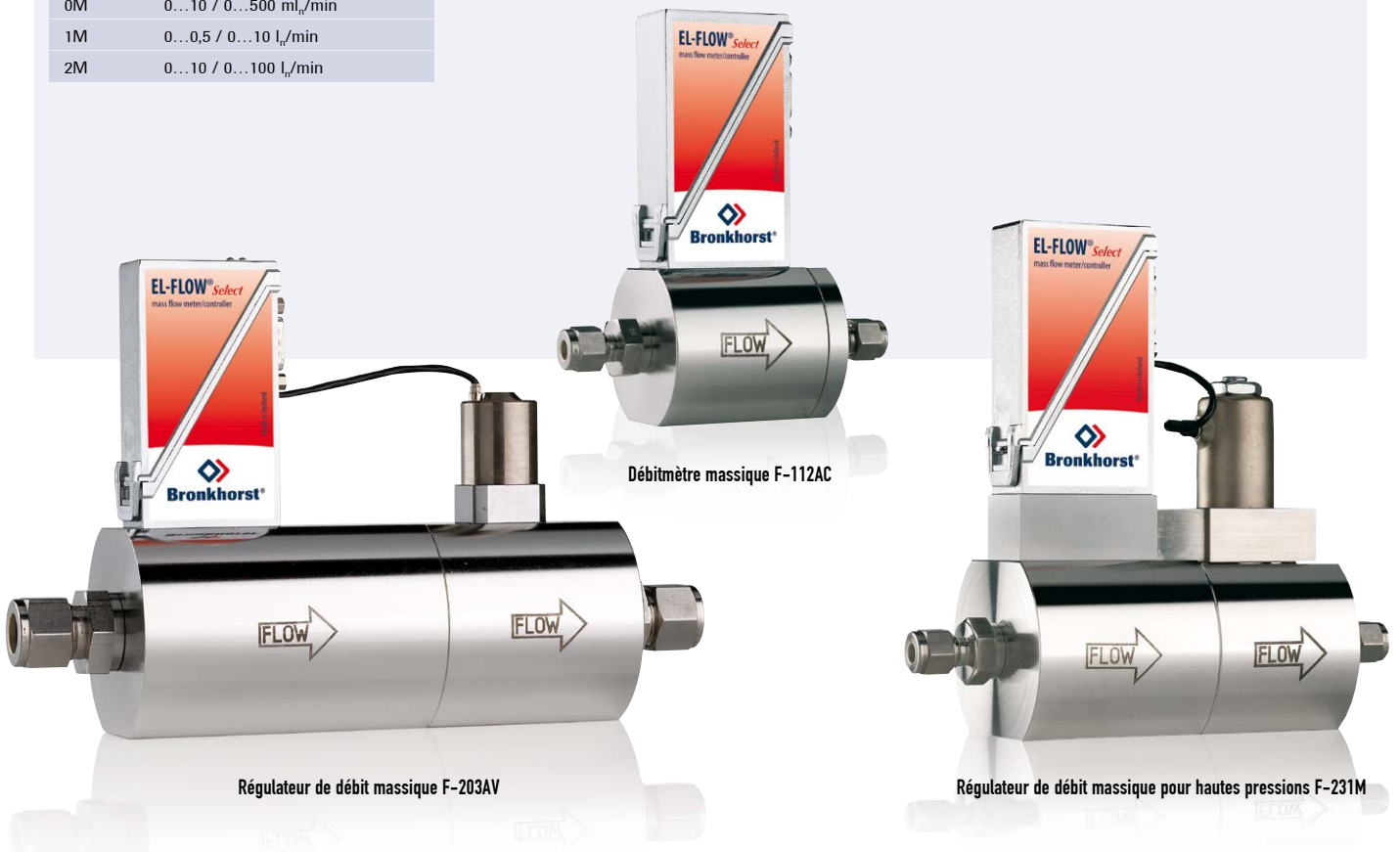
D	+15...24 Vcc
---	--------------

### Connexions (entrée/sortie)

1	1/8"	double bagues à compression
2	1/4"	double bagues à compression
3	6 mm	double bagues à compression
4	12 mm	double bagues à compression
5	1/2"	double bagues à compression
6	20 mm	double bagues à compression
8	1/4"	VCR raccord à étanchéité de surface mâle
9	other	

### Jointes internes

V	Viton® (standard usine)
E	EPDM
K	Kalrez® (FFKM)



Régulateur de débit massique F-203AV

Débitmètre massique F-112AC

Régulateur de débit massique pour hautes pressions F-231M

