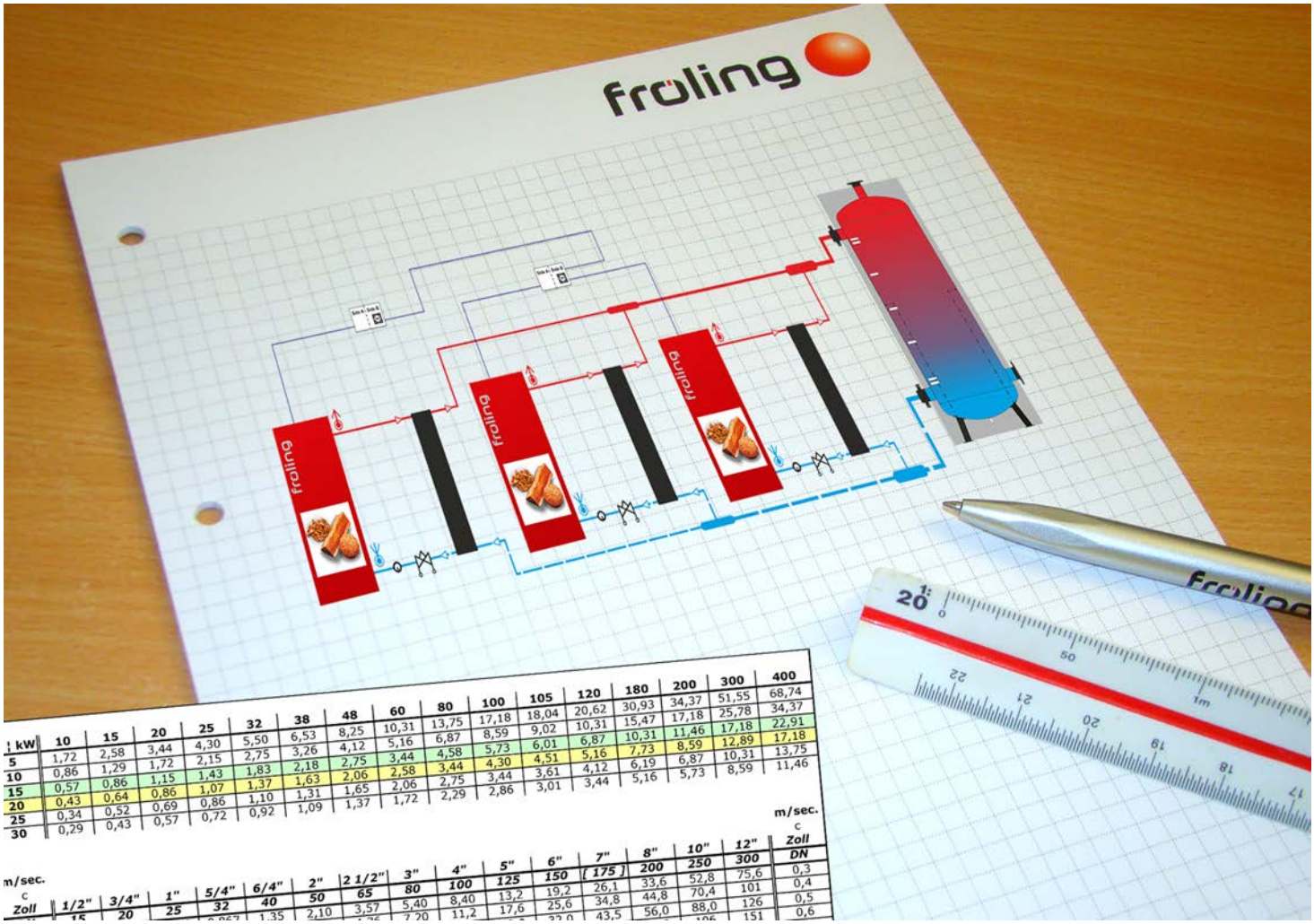


Aide à la planification

Gestion de l'accumulateur / Commande en cascade

P0690116_fr • 12/12/2016

Table des matières

1 Généralités ... 3
1.1 Élévations du retour ... 3
1.2 Vanne de réglage ... 4
1.2.1 Exemple de réglage ... 4
1.3 Débit d'eau ... 4

2 Gestion de l'accumulateur stratifié ... 5
2.1 Gestion à 2 sondes de l'accumulateur stratifié ... 5
2.2 Gestion de l'accumulateur à 2 sondes avec sollicitation asservie aux besoins ... 6
2.3 Gestion de l'accumulateur stratifié à 4 sondes ... 7

3 Système "Cascade" ... 9
3.1 Câblage des modules ... 9
3.2 Remarques concernant le dimensionnement des conduites ... 10
3.2.1 Raccordement thermo-aéraulique favorable ... 10
3.2.2 Installation d'un répartiteur de tubes ... 10
3.3 Exemple de dimensionnement de conduites ... 11
3.3.1 Représentation des résultats dans la proposition de planification ... 12
3.4 Cascade avec accumulateur stratifié ... 13
3.4.1 Calcul des points de démarrage ... 13
3.4.2 Propositions de planification sans engagement ... 14

1 Généralités

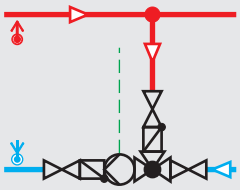
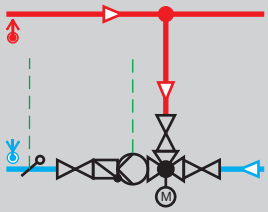
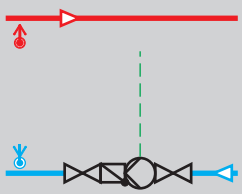
La Fröling GesmbH est responsable du contenu de ce document de planification. En raison du processus de développement continu de nos produits, nous nous réservons le droit d'apporter des modifications techniques et les images peuvent légèrement différer de l'état actuel du produit. Le document de planification ne peut être transféré à des tiers ni reproduit sans l'accord de Fröling GesmbH.

En cas d'erreurs, prière de nous en informer : doku@froeling.com

REMARQUE **Les fonctions décrites et illustrées ci-après s'appliquent à toutes les chaudières à alimentation automatique de Fröling GesmbH. Veiller au modèle d'élévation du retour des différents types de chaudières !**

1.1 Élévations du retour

La version d'élévation du retour doit être choisie en fonction des types de chaudières et de la puissance :

Groupe de pompes FE jusqu'à 40 kW : 	**Raccordement de la pompe à ballon tampon :** Module hydraulique : Pompe 0.1
Groupe de pompes ME : 	Activation du mélangeur retour via la sortie « mélangeur 1 » du module principal (seul le circuit de chauffage 2 est disponible sur le module principal), ou via le module mélangeur retour additionnel ou module bois déchiqueté.
	Raccordement mélangeur : - Bûches-, chaudière mixte : Mélangeur 1 sur module principal - Bûches-, chaudière mixte : Sortie du mélangeur sur le module mélangeur de retour - Chaudière à bois déchiqueté : Sortie du mélangeur sur le module à bois déchiqueté
	Raccordement de la sonde de retour : - Bûches-, chaudière mixte : Module principal - Chaudière à bois déchiqueté : Module à bois déchiqueté
	Raccordement de la pompe à ballon tampon : Module hydraulique : Pompe 0.1
Groupe de pompes OE : 	**Raccordement de la pompe à ballon tampon :** Module hydraulique : Pompe 0.1

1.2 Vanne de réglage

La vanne de réglage permet un réglage exact et simple. Le débit est ajusté en l/min, de manière à éviter la détermination fastidieuse des valeurs de réglage via des diagrammes ou d'autres moyens. Le débit peut être réglé sur l'échelle du dispositif de mesure intégré au by-pass, le bord inférieur du corps flottant servant de repère de lecture. Le by-pass n'est traversé que lorsque l'arceau est maintenu appuyé. Si les installations ne sont pas bien équilibrées, un débit volumétrique trop important se produit souvent à travers la chaudière, ce qui entraîne un écartement relativement faible entre l'arrivée et le retour de la chaudière.

1.2.1 Exemple de réglage

Chaudière à granulés P4 Pellet 15, écartement 15 K :

$$\dot{m} = \frac{Q_{Ges}}{c * \Delta T} = \frac{15\ kW}{1{,}163\ (kWh/m^3*K) * 15\ K}$$

$$\approx 0{,}86\ m^3/h\ = 14{,}3\ l/min$$



Avec un écartement de 15 K, on peut régler approximativement la puissance en kW en tant que débit en l/min sur la vanne de réglage.

kW ≈ l/min

1.3 Débit d'eau

Le tableau suivant donne un extrait de la quantité d'eau nécessaire à partir des constellations de puissance possibles en fonction de la différence de température entre l'arrivée et le retour de la chaudière. Pour déterminer les dimensions des conduites, le bas du tableau permet de connaître le débit correspondant à la vitesse de l'eau. (Température = 70 °C, matériau de la conduite = acier)

Débit d'eau en [m³/h]

dT ¦ kW	10	15	20	25	32	38	48	60	80	100	105	120	180	200	300	400
5	1,72	2,58	3,44	4,30	5,50	6,53	8,25	10,31	13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55	68,74
10	0,86	1,29	1,72	2,15	2,75	3,26	4,12	5,16	6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78	34,37
15	0,57	0,86	1,15	1,43	1,83	2,18	2,75	3,44	4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18	22,91
20	0,43	0,64	0,86	1,07	1,37	1,63	2,06	2,58	3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89	17,18
25	0,34	0,52	0,69	0,86	1,10	1,31	1,65	2,06	2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31	13,75
30	0,29	0,43	0,57	0,72	0,92	1,09	1,37	1,72	2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59	11,46

Largeur nominale

m / sec. c																m / sec. c
Zoll	***1/2"***	***3/4"***	***1"***	***5/4"***	***6/4"***	***2"***	***2 1/2"***	***3"***	***4"***	***5"***	***6"***	***7"***	***8"***	***10"***	***12"***	***Zoll***
DN	***15***	***20***	***25***	***32***	***40***	***50***	***65***	***80***	***100***	***125***	***150***	***[175]***	***200***	***250***	***300***	***DN***
0,3	0,189	0,336	0,552	0,867	1,35	2,10	3,57	5,40	8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6	0,3
0,4	0,252	0,448	0,736	1,16	1,80	2,40	4,76	7,20	11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101	0,4
0,5	0,315	0,560	0,920	1,45	2,25	3,50	5,95	9,00	14,0	22,0	32,0	43,5	56,0	88,0	126	0,5
0,6	0,379	0,672	1,10	1,73	2,70	4,20	7,14	10,8	16,8	26,4	38,4	52,2	67,2	106	151	0,6
0,7	0,441	0,784	1,28	2,02	3,15	4,90	8,33	12,6	19,6	30,8	44,8	60,9	78,4	123	176	0,7
0,9	0,567	1,01	1,66	2,60	4,05	6,30	10,7	16,2	25,2	39,6	57,6	78,3	101	158	227	0,9
1,0	0,635	1,12	1,84	2,89	4,50	7,00	11,9	18,0	28,0	44,0	64,0	87,0	112	176	252	1,0
1,1	0,698	1,32	2,02	3,18	4,95	7,70	13,9	19,8	30,8	48,4	70,4	95,7	123	194	277	1,1
1,2	0,761	1,34	2,21	3,47	5,40	8,40	14,3	21,6	33,6	52,8	76,8	104	134	211	302	1,2
1,5	0,950	1,68	2,76	4,34	6,75	10,5	17,9	27,0	42,0	66,0	96,0	104	168	264	378	1,5
1,75	1,11	1,96	3,22	5,06	7,87	12,3	20,8	31,5	49,0	77,0	112	152	196	308	441	1,75
2,0	1,26	2,24	3,68	5,78	9,00	14,0	23,8	36,0	56,0	88,0	128	174	224	352	504	2,0

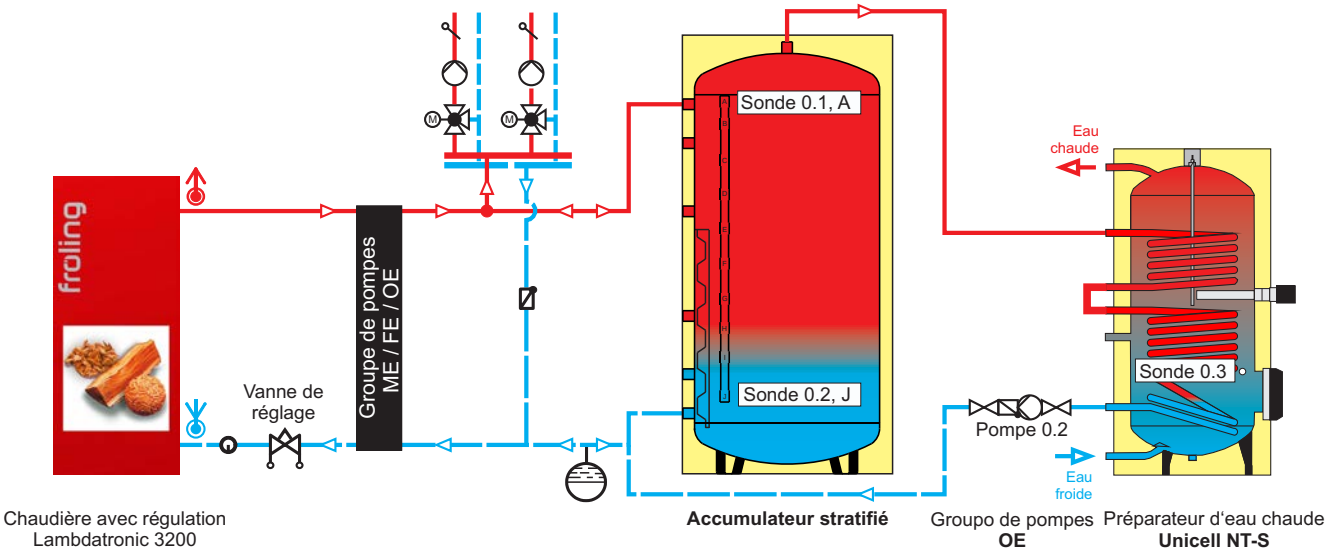
2 Gestion de l'accumulateur stratifié

Sur les installations à accumulateur stratifié , le mode de fonctionnement « Automatique » est sélectionné. Dans ce mode de fonctionnement, quatre temps de chargement d'accumulateur avec la plus haute priorité sont disponibles. La chaudière ne démarre que pendant ces intervalles de temps, en dehors des intervalles, les demandes de chauffage de l'accumulateur stratifié sont ignorées.

2.1 Gestion à 2 sondes de l'accumulateur stratifié

Sur la gestion d'accumulateur à 2 sondes, la température supérieure et la température inférieure de l'accumulateur sont utilisées comme critères de démarrage ou d'arrêt.

CRITERE DE DEMARRAGE :	
Le réglage de la température minimale de l'accumulateur stratifié a lieu via la température de consigne de la chaudière ($TC_{cons.}$) moins une valeur réglable ($T_{démarrage}$). Si la température supérieure de l'accumulateur stratifié (Acc_{Sup}) descend sous la température minimale réglée pendant l'intervalle défini, la chaudière se met en route.	
$Ch_{démarr.} = Interv._{actif}$ & $[Acc_{Sup} < (TC_{cons.} - T_{démarrage})]$	
CRITERE D'ARRET :	
Si le temps de chargement réglé se termine pendant le mode chauffage, la chaudière s'arrête de façon contrôlée.	Si le critère de chargement est atteint après la température inférieure de l'accumulateur stratifié, la chaudière s'arrête de manière contrôlée.
$Ch_{Arrêt} = Interv._{inactif}$	$Ch_{Arrêt} = Acc_{Inf} > (TC_{cons.} - T_{Arrêt})$
Termes utilisés	
$Ch_{démarr.}$ … Démarrage chaudière $Ch_{arrêt}$ … arrêt chaudière $Interv._{actif}$ … dans l'intervalle défini $Interv._{inactif}$ … hors de l'intervalle défini Acc_{Sup} … température accumulateur haut	Acc_{Inf} … température accumulateur bas $TC_{cons.}$ … Température de consigne de la chaudière $T_{démarr.}$ … Valeur réglable $T_{arrêt}$ … valeur réglable



2.2 Gestion de l'accumulateur à 2 sondes avec sollicitation asservie aux besoins

Avec la sollicitation asservie aux besoins, l'environnement du système (circuits de chauffage, chauffe-eau) renvoie les prescriptions de température à la régulation et les compare à la température actuelle de l'accumulateur stratifié. Si la consigne de température actuelle dépasse la température actuelle supérieure de l'accumulateur stratifié plus 2 °C, la chaudière démarre.

Pour pouvoir utiliser cette fonction, dans le menu « Accumulateur », au point de réglage « Service », régler sur « OUI » le paramètre « `Piloter la requête de l'accumulateur en fonction de l'environnement du système` ».

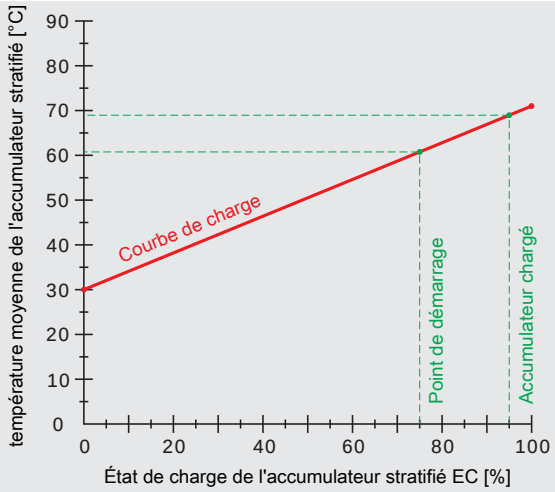
CRITERE DE DEMARRAGE :
Si la température supérieure de l'accumulateur stratifié (Acc_{Sup}) passe sous la température maximale actuellement requise pendant l'intervalle réglé sur l'arrivée ($Tcons._{Arriv.}$) ou la température de consigne souhaitée du chauffe-eau ($Tcons._{ChEau}$) plus une hystérèse de 2 °C, la chaudière se met en route.
$Ch_{démarr.} = Interv._{actif}$ & [$Acc_{Sup.}$ < (($Tcons._{Arriv.}$ ou $Tcons._{ChEau}$) + 2 °C)]

CRITERE D'ARRET		
Si le temps de chargement réglé se termine pendant le mode chauffage, la chaudière s'arrête de façon contrôlée.	Si les circuits de chauffage et la chaudière ne font aucune requête de chaleur à la chaudière, la chaudière s'arrête de manière contrôlée après un délai de temporisation réglable.	Si le critère de chargement est atteint après la température inférieure de l'accumulateur stratifié, la chaudière s'arrête de manière contrôlée.
$Ch_{Arrêt} = Interv._{inactif}$	$Ch_{Arrêt}$ = [$PCC_{inact.}$ & ($TChEau_{actuelle}$ > $TChEau_{min}$)] + MAV	$Ch_{Arrêt} = Acc_{Inf}$ > ($TC_{cons.}$ – $T_{Arrêt}$)

Termes utilisés	
$Ch_{démarr.}$ … Démarrage chaudière	$T_{arrêt}$ … valeur réglable
$Ch_{arrêt}$ … arrêt chaudière	$Tcons_{Arriv.}$ … température de consigne d'arrivée
$Interv._{actif}$ … dans l'intervalle défini	$TChEau_{actuelle}$ … température actuelle du chauffe-eau
$Interv._{inactif}$ … hors de l'intervalle défini	$Tcons_{ChEau}$ … température de consigne du chauffe-eau
Acc_{Sup} … température accumulateur haut	$TChEau_{min}$ … température minimale du chauffe-eau
Acc_{Inf} … température accumulateur bas	$CC_{inactif}$ … la pompe du circuit de chauffage ne fonctionne pas
TC_{Cons} … température de consigne de la chaudière	MAV… temps de marche à vide réglable

2.3 Gestion de l'accumulateur stratifié à 4 sondes

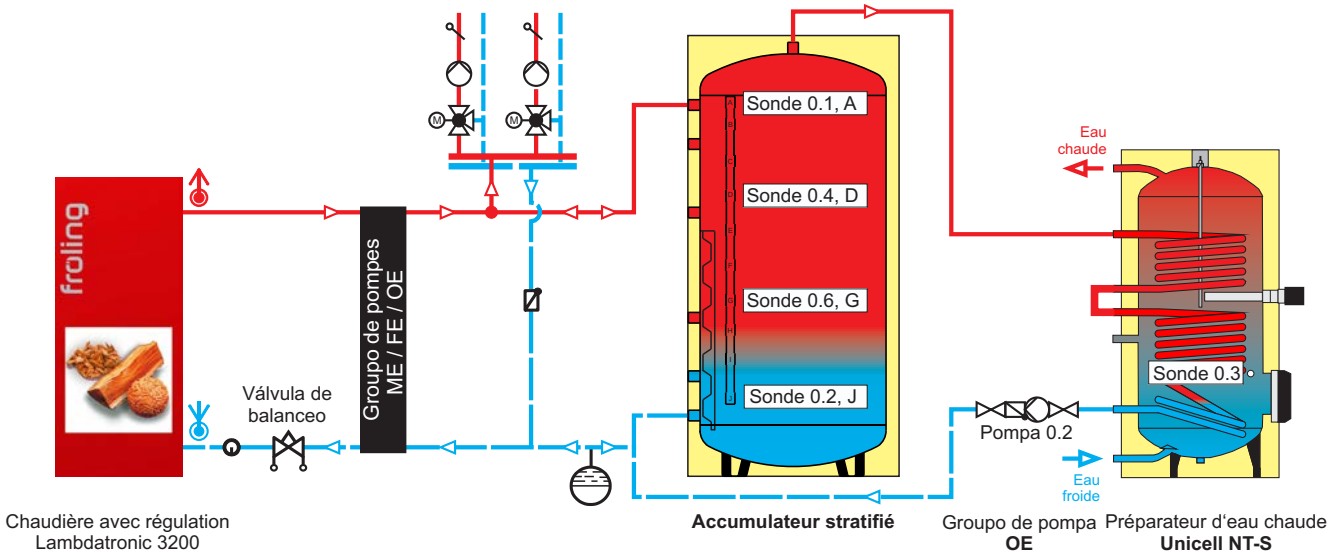
Avec la gestion de sondes multiples, quatre sondes sont réparties de manière homogène sur toute la hauteur de l'accumulateur stratifié . La régulation de la chaudière en déduit un état de charge de l'accumulateur entre 0 et 100 %. Des alternances de charge brèves sont ainsi rapidement identifiables (p. ex. ventilateur de chauffage, cabine de peinture, ...). Sur les grandes installations avec un accumulateur aux dimensions restreintes, il est possible d'atteindre un point de charge constant en réduisant la puissance de la chaudière avant le chargement de l'accumulateur stratifié .

CRITERE DE DEMARRAGE :	
Le réglage de la courbe de charge a lieu via la définition de la température moyenne de l'accumulateur stratifié pour un état de charge de 0 et de 100 %. Si l'état de charge passe sous le point de démarrage, la chaudière se met en route.	
$Ch_{démarr.}$ = Interv.$_{actif}$ & EC [%] < PD [%]	

CRITERE D'ARRET :	
Si le temps de chargement réglé se termine pendant le mode chauffage, la chaudière s'arrête de façon contrôlée.	Si le critère de chargement est atteint après l'état de charge maximal de l'accumulateur, la chaudière s'arrête de manière contrôlée.
$Ch_{Arrêt}$ = Interv.$_{inactif}$	$Ch_{Arrêt}$ = EC > 95%

Termes utilisés	
EC [%] … état de changement de l'accumulateur stratifié en %	PD [%] … point de démarrage de la chaudière en % de l'état de charge de l'accumulateur stratifié

2 Gestion de l'accumulateur stratifié



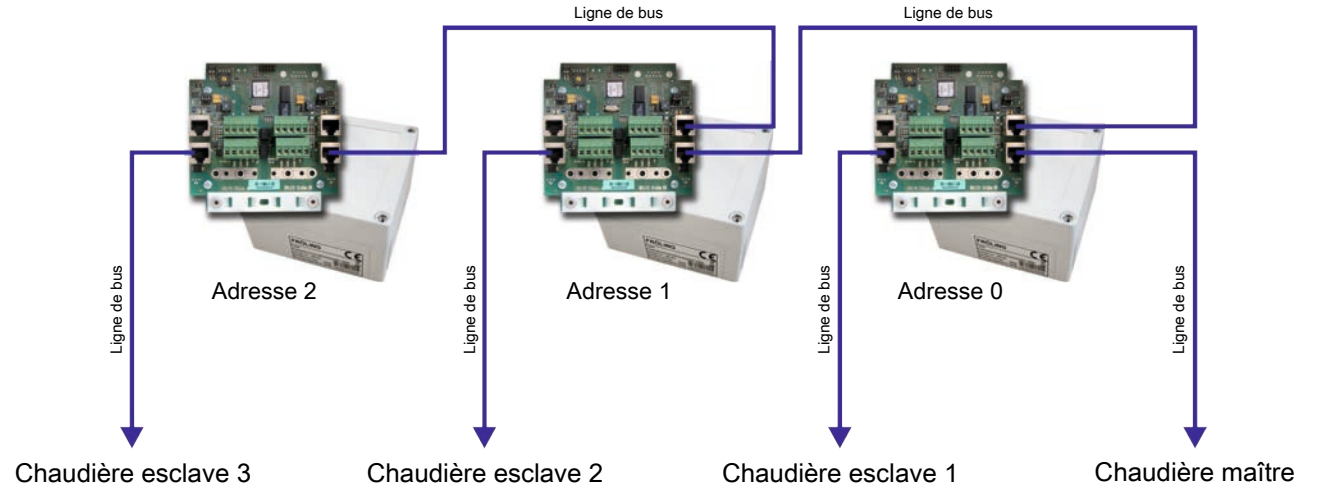
3 Système "Cascade"

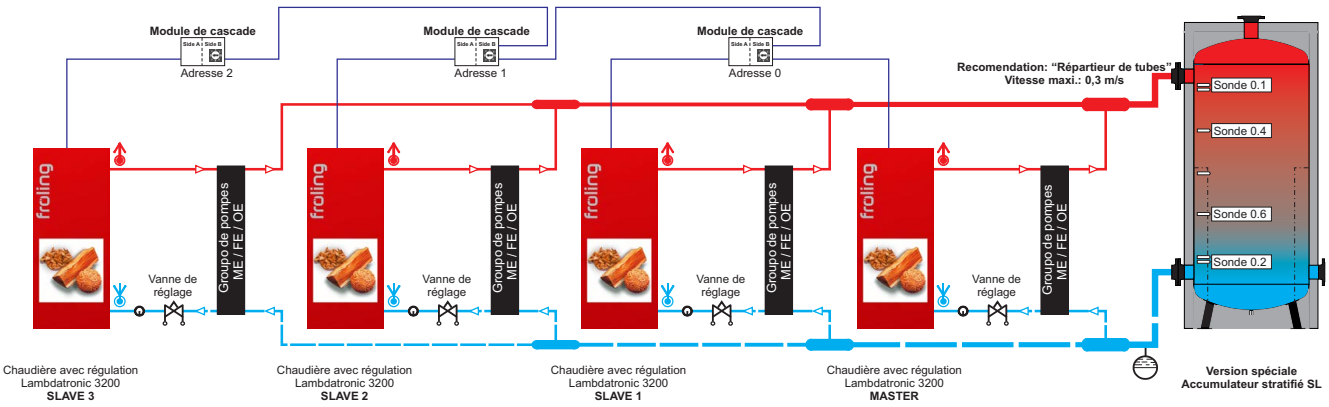
La commande en cascade Froling permet d'utiliser jusqu'à quatre chaudières en association. Les avantages d'une connexion en cascade sont évidents même pendant la saison chaude. Pour couvrir les besoins en chauffage, une seule chaudière suffit la plupart du temps en hiver. L'autre plus est la sécurité de fonctionnement accrue, car la production de la puissance calorifique est répartie sur plusieurs chaudières. La commande en cascade offrant diverses possibilités, il est possible de combiner aussi bien des chaudières de même puissance que de puissances différentes. Pour cela, on attribue des priorités de démarrage, par lesquelles ce n'est pas la chaudière la plus puissante qui démarre en premier mais celle qui suffit à faire chauffer l'eau sanitaire. Si des chaudières de même puissance calorifique nominale sont utilisées et que chaque chaudière a la même priorité de démarrage, c'est le nombre d'heures de service qui sert de critère de démarrage. Ceci permet de répartir le taux d'utilisation des chaudières et représente une solution de chauffage extrêmement efficace.

3.1 Câblage des modules

Le nombre de modules correspond au nombre de chaudières moins un.

Nombre de chaudières	Nombre de modules
4	3
3	2
2	1



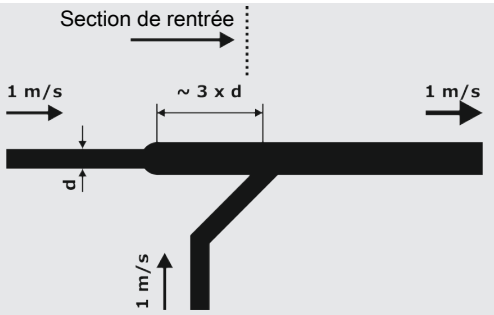


3.2 Remarques concernant le dimensionnement des conduites

Sur les installations en cascade avec une puissance totale >100 kW, il faut tenir compte du fait que les raccords de l'accumulateur stratifié standard (DN40) présentent un débit trop faible pour les quantités d'eau traitées. L'installation d'accumulateurs stratifiés spéciaux aux raccords plus importants (p. ex. accumulateur stratifié SL) est alors préconisée. Il faut également veiller au raccordement hydraulique des divers composants. Pour l'association de deux arrivées et retours de chaudière, deux versions peuvent être utilisées :

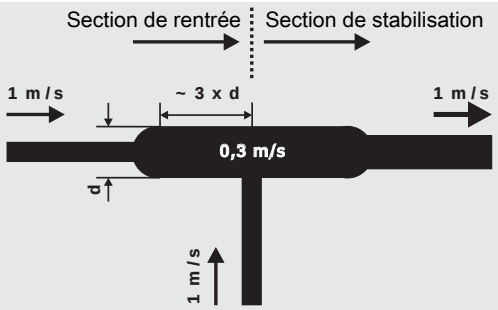
3.2.1 Raccordement thermo-aéraulique favorable

Avec cette variante de raccordement, l'extension se fait sur la puissance calorifique totale avant de combiner les arrivées et retours de chaudières. La deuxième arrivée ou le deuxième retour est intégré à 45° dans le sens de l'écoulement dans la conduite d'arrivée ou de retour. La section de rentrée considérée devrait correspondre à env. 3 fois la longueur de la dimension précédente. La vitesse dans la pièce doit être d'environ 1 m/s.



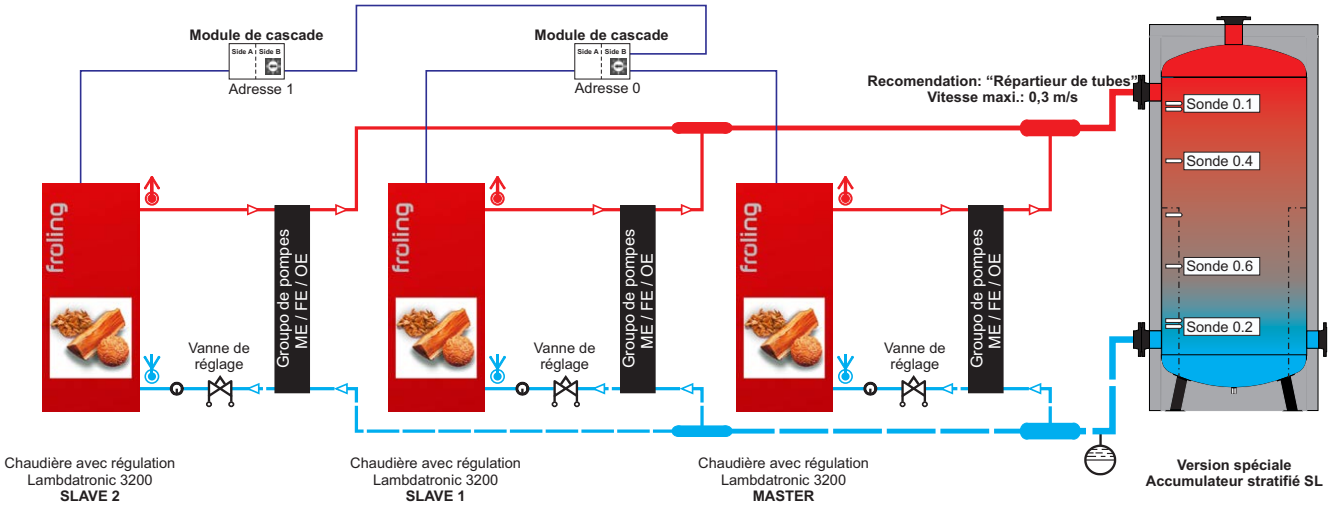
3.2.2 Installation d'un répartiteur de tubes

Il est conseillé d'installer un répartiteur de tubes dans la zone d'assemblage des deux arrivées et retours de chaudières. En l'absence d'un répartiteur de tubes et si la conduite n'est pas dimensionnée selon la puissance, l'eau accélère fortement en raison de la dimension insuffisante des conduites. D'un côté, cela conduit à une nuisance sonore en raison de la vitesse élevée de l'écoulement et, d'un autre côté, à des problèmes de stratification dans l'accumulateur. Un répartiteur de tubes doit être dimensionné de manière à réduire la vitesse à environ 0,3 m/s. La section de rentrée et la section de stabilisation du répartiteur de tubes doivent correspondre à trois fois le diamètre du répartiteur de tubes, avec un minimum de 30 cm. A partir du bout du répartiteur de tubes, la conduite doit être prévue pour la puissance maximale possible des chaudières et une vitesse d'env. 1 m/s.



3.3 Exemple de dimensionnement de conduites

On recherche le dimensionnement des diverses conduites et du répartiteur de tubes. L'hydraulique suivante doit être réalisée. Puissance de chaque chaudière **100 kW**.



On commence par la plus petite dimension de conduite, de la chaudière concernée au répartiteur de tubes. Le tableau indique qu'avec une puissance de **100 kW** et un écartement de **15 K,** le débit d'eau requis est de **5,73 m³/h**.

Conduite : 1 m/s

32	38	48	60	80	100	105
5,50	6,53	8,25	10,31	13,75	17,18	18,04
2,75	3,26	4,12	5,16	6,87	8,59	9,02
1,83	2,18	2,75	3,44	4,58	5,73	6,01
1,37	1,63	2,06	2,58	3,44	4,30	4,51
1,10	1,31	1,65	2,06	2,75	3,44	3,61
0,92	1,09	1,37	1,72	2,29	2,86	3,01

6/4"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
40	50	65	80	100	125	150
1,35	2,10	3,57	5,40	8,40	13,2	19,2
1,80	2,40	4,76	7,20	11,2	17,6	25,6
2,25	3,50	5,95	9,00	14,0	22,0	32,0
2,70	4,20	7,14	10,8	16,8	26,4	38,4
3,15	4,90	8,33	12,6	19,6	30,8	44,8
4,05	6,30	10,7	16,2	25,2	39,6	57,6
4,50	7,0	11,9	18,0	28,0	44,0	64,0
4,95	7,70	13,9	19,8	30,8	48,4	70,4

Pour la conduite d'arrivée et de retour de la chaudière, on obtient une dimension de **DN50**.

Dans le premier répartiteur de tubes, la chaudière esclave 2 et la chaudière esclave 1 se rejoignent. Si les deux chaudières fonctionnent à la puissance calorifique nominale, on obtient une puissance totale de la chaufferie de 200 kW. La vitesse maximale de 0,3 m/s ne doit pas être dépassée dans le répartiteur de tubes. En aval du répartiteur de tubes, la conduite doit être dimensionnée sur la puissance maximale de la chaufferie et une vitesse d'environ 1 m/s.

Répartiteur de tubes : 0,3 m/s

80	100	105	120	180	200	300
13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55
6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78
4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18
3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89
2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31
2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59

4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"
100	125	150	[175]	200	250	300
8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6
11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101

Pour le premier répartiteur de tubes, on obtient ainsi une dimension de **DN125**
et pour la conduite vers le deuxième répartiteur de tubes, on obtient la dimension **DN65**.

Conduite : 1 m/s

38	48	60	80	100	105	120	180	200	300
6,53	8,25	10,31	13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55
3,26	4,12	5,16	6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78
2,18	2,75	3,44	4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18
1,63	2,06	2,58	3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89
1,31	1,65	2,06	2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31
1,09	1,37	1,72	2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59

2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"
50	65	80	100	125	150	[175]	200	250	300
2,10	3,57	5,40	8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6
2,40	4,76	7,20	11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101
3,50	5,95	9,00	14,0	22,0	32,0	43,5	56,0	88,0	126
4,20	7,14	10,8	16,8	26,4	38,4	52,2	67,2	106	151
4,90	8,33	12,6	19,6	30,8	44,8	60,9	78,4	123	176
6,30	10,7	16,2	25,2	39,6	57,6	78,3	101	158	227
7,0	11,9	18,0	28,0	44,0	64,0	87,0	112	176	252
7,70	13,9	19,8	30,8	48,4	70,4	95,7	123	194	277

Le deuxième répartiteur de tubes et la conduite de raccord vers l'accumulateur stratifié sont exécutés pour la puissance maximale possible de la chaufferie de **300 kW**.

Répartiteur de tubes : 0,3 m/s

100	105	120	180	200	300	400
17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55	68,74
8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78	34,37
5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18	22,91
4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89	17,18
3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31	13,75
2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59	11,46

m/sec.
c

5"	6"	7"	8"	10"	12"	Zoll
125	150	[175]	200	250	300	DN
13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6	0,3
17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101	0,4

Pour le deuxième répartiteur de tubes, on obtient une dimension de **DN150**.
Pour la conduite de raccord vers le deuxième accumulateur stratifié, on obtient la dimension **DN80**.

La conduite de raccordement vers l'accumulateur stratifié définit la dimension du raccord sur l'accumulateur !

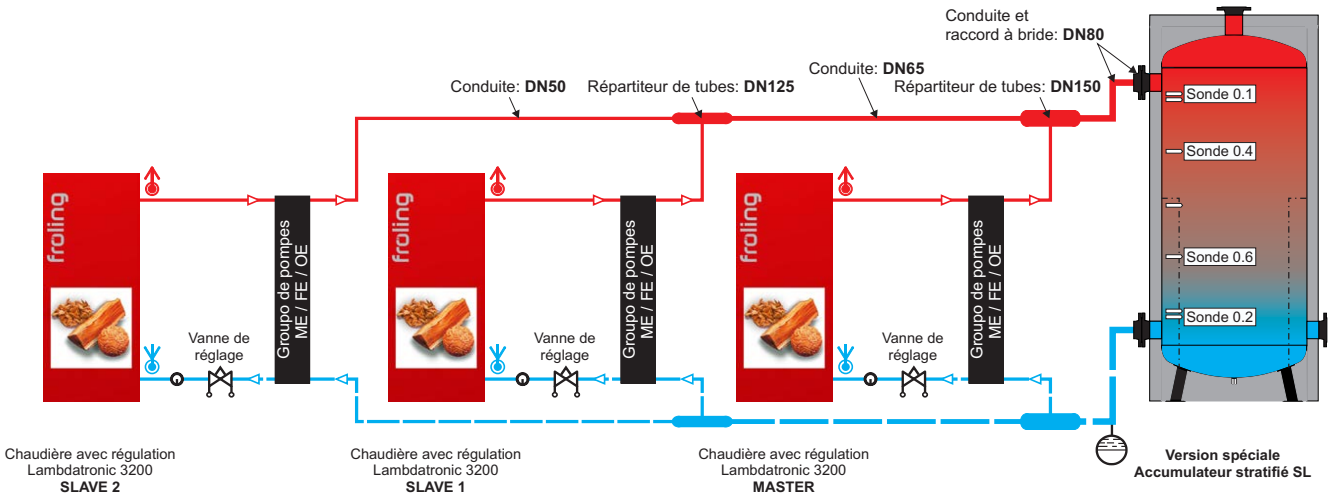
Conduite : 1 m/s

48	60	80	100	105	120	180	200	300	400
8,25	10,31	13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55	68,74
4,12	5,16	6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78	34,37
2,75	3,44	4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18	22,91
2,06	2,58	3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89	17,18
1,65	2,06	2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31	13,75
1,37	1,72	2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59	11,46

m/sec.
c

2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"	Zoll
65	80	100	125	150	[175]	200	250	300	DN
3,57	5,40	8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6	0,3
4,76	7,20	11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101	0,4
5,95	9,00	14,0	22,0	32,0	43,5	56,0	88,0	126	0,5
7,14	10,8	16,8	26,4	38,4	52,2	67,2	106	151	0,6
8,33	12,6	19,6	30,8	44,8	60,9	78,4	123	176	0,7
10,7	16,2	25,2	39,6	57,6	78,3	101	158	227	0,9
11,9	18,0	28,0	44,0	64,0	87,0	112	176	252	1,0
13,9	19,8	30,8	48,4	70,4	95,7	123	194	277	1,1

3.3.1 Représentation des résultats dans la proposition de planification



3.4 Cascade avec accumulateur stratifié

Si les chaudières sont combinées en cascade avec un accumulateur stratifié, quatre sondes sont réparties sur la totalité de la hauteur de l'accumulateur. En faisant une moyenne, ces quatre sondes déterminent la température actuelle moyenne de l'accumulateur stratifié. Pour le calcul du volume de l'accumulateur stratifié, nous recommandons 30 l/kW, rapporté à la puissance totale des chaudières de la cascade. Le paramétrage permet d'archiver une courbe de charge dans le régulateur de la chaudière, à partir de laquelle on obtient les points de démarrage des chaudières disponibles. La définition de priorités de démarrage permet d'obtenir la séquence de démarrage des chaudières. Si la même priorité de démarrage est attribuée à toutes les chaudières disponibles, ce sont les heures de service qui servent de critères de démarrage.

3.4.1 Calcul des points de démarrage

Les paramètres suivants sont définis dans le régulateur de la chaudière :

Température de consigne de la chaudière	**75 °C**
L'état de charge de l'accumulateur est 100 % à paramètre – consigne chaudière	**4 °C**
L'état de charge de l'accumulateur est 0 % à	**30 °C**

Ainsi à une température moyenne de l'accumulateur stratifié de **71 °C**, on obtient l'état de charge de **100 %**.

Formule de calcul des points de démarrage :

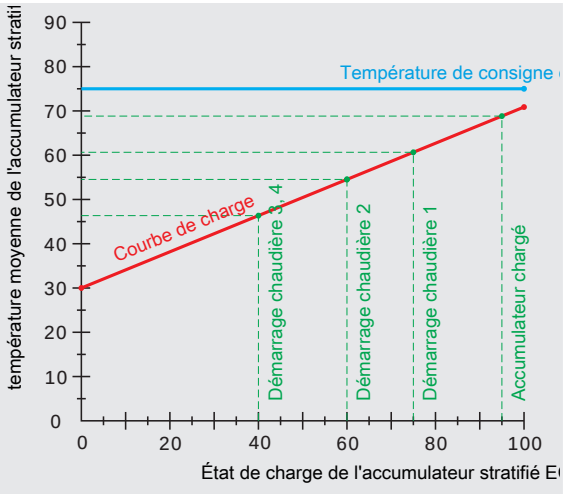
$$\text{Température de démarrage/d'arrêt} = \text{EC 0 \%} + \frac{(\text{EC 100 \%} - \text{EC 0 \%}) \times \text{point de démarrage}}{100\ \%}$$

Si l'accumulateur atteint un état de charge de **95 %**, toutes les chaudières s'arrêtent.

$$\text{Température d'arrêt} = 30\ °C + \frac{(71\ °C - 30\ °C) \times 95\ \%}{100\ \%} = 69\ °C$$

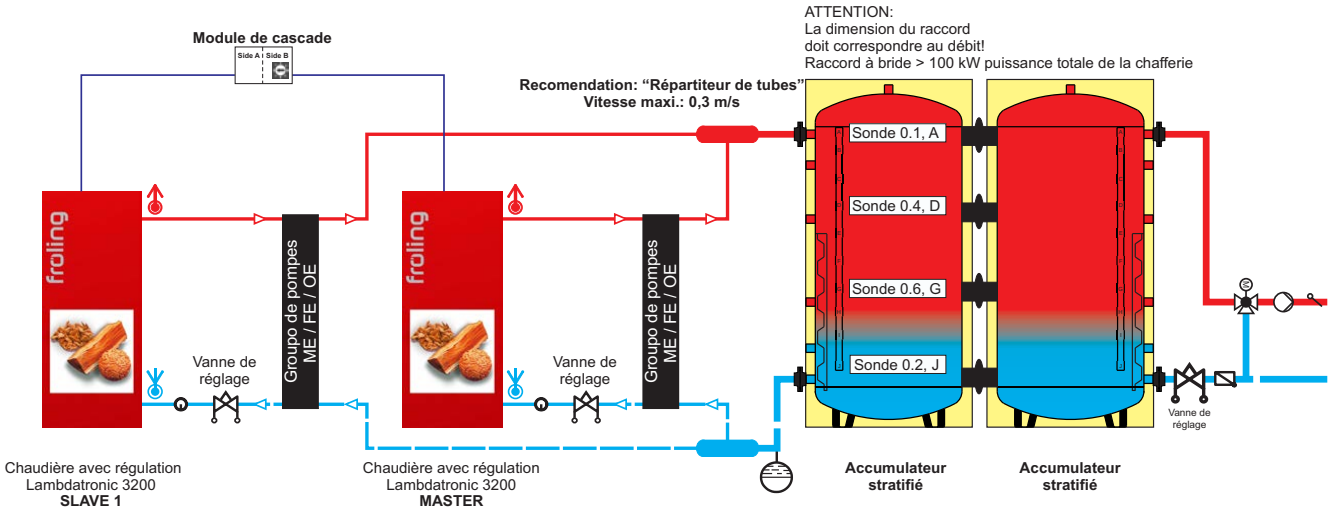
Sur la base de la formule présentée ci-dessus, on obtient pour les points de démarrage des chaudières 1, 2 ainsi que 3 et 4 (si elles sont présentes) les températures suivantes :

Point de démarrage chaudière 1	EC **75 %**	**60,8 °C**
Point de démarrage chaudière 2 :	EC **60 %**	**54,6 °C**
Point de démarrage chaudières 3 et 4 :	EC **40 %**	**46,4 °C**
Démarrage rapide [%/10 min]	**15 %**	**7,7 °C**



3.4.2 Propositions de planification sans engagement

Deux chaufferies en cascade



Quatre chaufferies en cascade

