

INSTALLATIONS DE FROID

DIRECTIVES POUR LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION DES INSTALLATIONS DE FROID

Ecrit par	Contrôlé par	Date	Version	Remarques /Modifications
Paul-Henri Hons		01.09.2022	4	Mise à jour
Paul-Henri Hons		09.04.2021	3	Modifications sur conduites, échangeurs, thermomètres et étiquetage
Paul-Henri Hons		21.06.2019	2	Mise à jour
Christophe Brunner	Paul-Henri Hons	14.09.2018	1	Version initiale

Sommaire

Sommaire	2
Liste des modifications	2
Préambule	3
Installations de froid - Aspects conceptuels :	4
Installations de froid - Planification et exécution :	6
Check-list contenu des plans et schémas de principe	10

Liste des modifications

Date	Auteurs	Chapitre	Paragraphe	Commentaire
14.09.2018	CBR, PHH	-	-	Version initiale
12.06.2019	CBR	Aspects conceptuels	Méthode de calcul de la pointe de puissance	Calculs pseudo-dynamiques
		PHH	Aspects conceptuels	Source de froid active Dorigny
	Planification et exécution		Eau du lac	Modification qualité acier
			Machine de froid	Validation des études technico-économiques par le groupe Energie d'UNIBAT
			Émetteurs de froid en général	Ajout du paragraphe
		Conduites	Modification qualité acier	
Échangeurs de chaleur	Modification qualité acier			
09.04.2021	PHH	Planification et exécution	Conduites	Mention des tuyaux à sertir
			Échangeurs	Ajout d'une exigence pour permettre le contre-rinçage sur l'eau du lac Ajout du régime de température pour le dimensionnement
			Thermomètres	Des thermomètres de précision sont exigés sur toutes les installations.
			Étiquetage	Création de la rubrique
01.09.2022	PHH	Préambule	-	Mise à jour de l'organisation du service pour la validation des exceptions
		Aspects conceptuels	Accessibilité	Ajout du paragraphe
			Séparation systématique	Ajout du paragraphe
		Planification et exécution	Vannes motorisées	Ajout d'une exigence plus élevée sur étanchéité des vannes agissant sur des systèmes change-over
Check-list plans et schémas	-	Incorporation des check-list dans la directive		

Préambule

Les présentes directives ont été établies afin d'obtenir des installations cohérentes et homogènes sur l'ensemble des bâtiments occupés par l'Université de Lausanne. Elles constituent le cadre à appliquer pour la conception, la réalisation et la mise en service de toute installation de froid.

Toute dérogation à l'application des présentes directives devra être validée formellement par écrit par les ingénieurs du domaine Énergie et infrastructures ou du domaine Exploitation (groupe technique) d'UNIBAT à l'issue de la phase projet, sauf contre-indication dans le texte. Dans le cas contraire et comme stipulé dans l'article 26 des « *Conditions générales pour l'exécution de travaux de construction* » de l'Université de Lausanne ou du CoPil des constructions universitaires, la mise en conformité a posteriori des installations aux présentes directives sera réalisée à la charge du mandataire et/ou de(s) l'entreprise(s) ayant omis de les appliquer (frais de mesure, frais d'études et frais d'assainissement).

Installations de froid - Aspects conceptuels :

Puissance à installer par local	<ul style="list-style-type: none"> • La « calorimétrie froid » par local est calculée à l'aide d'une feuille de calcul tableur en reprenant la méthode pseudo-dynamique décrite dans l'ancienne recommandation SIA V382/2 : 1992 (abrogée), tout en adaptant les facteurs de simultanéité et autres paramètres de l'époque aux connaissances actuelles, par exemple celles du cahier technique SIA 2024.
Méthode de calcul de la pointe de puissance	<ul style="list-style-type: none"> • Les besoins en puissance de l'installation seront exclusivement calculés en mode dynamique et en tenant compte de la simultanéité de survenance des différentes charges participant à la puissance de froid. • Les résultats sont à documenter dans les cahiers d'avant-projet, resp. de projet.
Réserves de puissance	<ul style="list-style-type: none"> • Les éventuelles réserves de puissance et la simultanéité doivent être discutées avec Unibat et documentées dans les cahiers d'avant-projet, resp. de projet.
Charge partielle	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Refroidissement Passif	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem ventilation-climatisation.
Source de froid active Dorigny	<ul style="list-style-type: none"> • La principale source de froid active sur le site de Dorigny est l'eau du lac. • Elle doit être utilisée en priorité et autant que possible pour couvrir un maximum des besoins de froid. • Les conduites et installations contenant de l'eau du lac sont planifiées par l'ingénieur CVC. • Dans les nouveaux bâtiments de l'UNIL, l'eau du lac est introduite dans les bâtiments puis va directement sur une station d'échangeurs. Il n'y a plus de distribution d'eau du lac à l'intérieur des bâtiments comme c'est encore le cas dans les anciens bâtiments. • L'ingénieur CVC planifie la production et la distribution de froid dans tout le bâtiment, à partir des échangeurs d'eau du lac.
Groupes de distribution	<ul style="list-style-type: none"> • Dans un esprit de flexibilité sur le long terme, il est souhaitable que la température de départ et de retour des groupes de distribution soit la plus élevée possible. • Pour les nouveaux systèmes de distribution de froid, la température de départ doit être au minimum de 16°C si la déshumidification n'est pas nécessaire, exception faite des groupes desservant des batteries de monobloc pour lesquels la température sera de 9°C. • La réactivité du système de distribution de froid doit être adaptée à l'utilisation des locaux concernés. Dans les locaux avec forte fluctuation de charges il faut prévoir des émetteurs de froid à faible inertie. • Prévoir un concept de distribution qui minimise le nombre de pompes.
Collecteurs / distributeurs	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.

Composants et/ou organes soumis à entretien	• Exigences = idem chauffage.
Accessibilité	• Exigences = idem chauffage.
Séparation systématique	• Exigences = idem chauffage.

Installations de froid - Planification et exécution :

Eau du lac	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les éléments en contact avec de l'eau du lac seront exclusivement fabriqués en acier inoxydable 304 (conduites, échangeurs, batteries de ventilation, ...) ou en bronze.
Machines de froid (+PAC)	<ul style="list-style-type: none"> • Il faut maximiser le coefficient de performance annuelle du système complet (COP_a), à savoir y.c. tous les auxiliaires. • Le COP (ou EER) machine seule à pleine charge a certes de l'importance, mais de loin pas autant que la performance système complet annuelle. • De bons indicateurs préliminaires du COP machine annuels sont les données ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) de Eurovent et/ou IPLV (Integrated Part Load Value) de ARI (American Refrigeration Institute). • Fondamentalement le COP_a est obtenu à partir de l'énergie annuelle froid produite divisée par l'énergie électrique système annuelle consommée. • L'électricité système annuelle consommée = celle des compresseurs + éventuel chauffage carter + pompes de transport d'eau côté évaporateur et condenseur + électricité consommée par la tour de refroidissement + électricité consommée par le tableau électrique et la régulation. • Les valeurs planifiées pour COP pleine charge, ESEER ou encore IPLV, COP_a doivent être documentées dans les cahiers d'avant-projet, resp. de projet. • Le MCR doit impérativement être équipé de manière à permettre la mesure et l'enregistrement de l'ensemble des paramètres nécessaires pour faire le bilan annuel COP_a du système • Utiliser uniquement des agents frigorigènes naturels. • Le choix de ne pas utiliser de compresseurs à vitesses variables fera l'objet d'une justification technico-économique à valider par le domaine Énergies et Infrastructures groupe Energie d'UNIBAT. • Les rejets de chaleurs seront utilisés sauf exception justifiée par une étude technico-économique à valider par le domaine Energie et infrastructures d'UNIBAT. • Lors de comparaisons économiques de systèmes de production de froid, il faut prendre en compte le cycle de vie complet et pas seulement l'investissement pour la machine de froid.
Tours de refroidissement + free-cooling	<ul style="list-style-type: none"> • Une des conditions principales pour l'obtention de bons COP sur la machine de froid c'est d'avoir une température de condensation basse. • Pour cela, il faut privilégier le recours à des tours de refroidissement évaporatives, de préférence hybrides pour avoir une excellente couverture en free-cooling et à eau perdue pour des questions d'hygiène. • Là aussi, il est nécessaire de tenir compte du cycle de vie complet lors de la comparaison économique entre différentes tours de refroidissement.
Émetteurs de froid « confort »	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionner les surfaces des émetteurs suffisamment généreusement pour qu'il ne se produise aucune déshumidification passive lors du fonctionnement (qui augmenterait inutilement la consommation d'énergie), hors situation météo extrêmes.

Conduites	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf : voir ci-dessous. • Les conduites sont dimensionnées de manière à ce que leur perte de charge linéique ne dépasse pas 40 Pa/m au débit maximum (hors réserve de débit, voir ci-après) prévu pour le groupe considéré. • Les réseaux doivent être conçus de manière à ce qu'ils puissent supporter une augmentation ultérieure de 30% du débit maximum initial, ceci sans autre adaptation qu'un éventuel changement de pompe et/ou de vanne motorisée (pas de surdimensionnement de pompe ni de vanne motorisée « pour réserve »). • Les conduites principales seront exclusivement en acier inoxydable 304 (avec eau du lac = 304). Seules les conduites terminales pourront être en matière synthétique étanche à la diffusion d'oxygène. • L'utilisation de tubes à sertir est possible. • Les colliers de suspension sont équipés d'une protection anti-condensation intégrée.
Raccords filetés	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Purges d'air	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf : voir ci-dessous. • Bouteilles d'air = en acier inox. • Conduites de purge en inox ou synthétique. • Purgeurs automatiques en matériau résistant à la corrosion (p.ex. laiton). • Isolation anti-condensation sur tous les éléments.
Vidanges	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf : voir ci-dessous. • Robinets de vidanges en matériau résistant à la corrosion (p.ex. laiton). • A isoler anti-condensation, avec bouchon isolant amovible à l'extrémité.
Prises de pression	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf : voir ci-dessous. • Prises de pression en matériau résistant à la corrosion (p.ex. laiton). • Isolation anti-condensation à remonter sur le corps du Twinlock.
Mélange de matériaux	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Traitement d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Vannes d'arrêt	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf : voir ci-dessous. • Corps de vanne et axe de levier en matériau résistant à la corrosion ou alors munis d'un revêtement anti-corrosion appliqué d'origine en usine et expressément commercialisés pour une application « froid ». • Prolongation d'axe pour pouvoir isoler ce dernier contre la condensation. • Isolation anti-condensation de la vanne.
Vannes d'équilibrage	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf : voir ci-dessous. • Corps de vanne et axe de volant en matériau résistant à la corrosion ou alors munis d'un revêtement anti-corrosion appliqué d'origine en usine et expressément commercialisés pour une application « froid ».

	<ul style="list-style-type: none"> • Les prises de pression doivent être prolongées à l'extérieur de l'isolation de la vanne vu que cette dernière n'est pas amovible. • Prolongation d'axe de volant pour pouvoir isoler ce dernier contre la condensation. Si pas possible, capuchon anti-condensation amovible sur le volant. • Isolation anti-condensation de la vanne.
Vannes motorisées	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf : voir ci-dessous. • Exigences anti-corrosion = idem vannes d'arrêt ci-dessus.
Vannes de décharge	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Pompes	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, sauf aspects énergétiques et protection contre la corrosion, voir ci-dessous. • Les performances des pompes (η et ΔP) doivent être choisies de manière à respecter : <ul style="list-style-type: none"> ○ Les facteurs AET qui sont définis dans SIA 382/1 - Annexe C. ○ Pompes avec moteur séparé = moteur en classe IE4. ○ Pompes à rotor noyé = IEE selon exigence fédérale légale. • Protection contre la corrosion : <ul style="list-style-type: none"> ○ Corps de pompe en matériau résistant à la corrosion ou alors muni d'un revêtement anti-corrosion appliqué d'origine en usine et expressément commercialisé pour une application « froid ». ○ Isolation anti-condensation de la pompe.
Échangeurs de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier les échangeurs à plaques pour les installations de froid. • Échangeurs de chaleur avec présence d'eau du lac côté primaire : <ul style="list-style-type: none"> ○ Échangeurs à plaques démontables pour des questions de nettoyage. ○ Redondance 100% obligatoire. ○ Échangeur en inox 316. ○ Jeu de vannes motorisées pour permettre un contre-rinçage régulier de chaque échangeur sans perturber le réseau secondaire. ○ Régime de température côté primaire : 8°C aller et 16°C retour. ○ Pertes de charge maximales de 10kPA tant côté primaire que secondaire. • Échangeurs de chaleur sans eau du lac côté primaire : <ul style="list-style-type: none"> ○ Les échangeurs à plaques seront par principe de type soudé pour des questions d'étanchéité.
Expansion	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Thermomètres	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage, voir ci-dessous en sus. • Corps de thermomètre en matériau résistant à la corrosion (p.ex. laiton), avec avec joint anti-condensation ou douille en matière synthétique faisant office de rupture de pont thermique. • Isolation anti-condensation sur le doigt de gant et la douille susmentionnée.
Antigel	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.

Isolations thermiques	<ul style="list-style-type: none"> • Principe (hors réseaux d'eau du lac) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Sur les réseaux d'eau de refroidissement, aucune partie ne reste nue, tout est isolé. ○ Les petits éléments d'armatures et pompes, peuvent n'être isolés que contre la condensation. ○ Les conduites, les échangeurs et les autres éléments plus volumineux seront non seulement isolés contre la condensation, mais de plus isolés thermiquement en vue de minimiser les pertes de veille du système. Le non-respect de ce postulat sera justifié par une étude technico-économique. • Matériaux d'isolation, colle d'assemblage et éventuels manteaux de protection = conformes aux directives ECO-BAU (CFC 244 installations de réfrigération : isolant = uniquement mousse synthétique sans halogène). • Isolation des armatures et pompes, bien coller la mousse aux extrémités pour éviter la pénétration d'humidité, sauf sur les tiges de vannes qui sinon ne pourraient plus être tournées.
Évacuation des condensats	<ul style="list-style-type: none"> • Partout où des condensats peuvent se produire, ils doivent pouvoir être évacués sans pompe de relevage, uniquement par gravité.
Obturation des passages de murs	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Équilibrage hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.
Étiquetage	<ul style="list-style-type: none"> • Exigences = idem chauffage.

Froid

Check-list contenu des plans et schémas de principe

La check-list ci-dessous doit être complétée par le mandataire et transmise à la fin de chaque phase partielle SIA accompagnée de la liste des plans et de ceux-ci. Tant que les documents ne comportent pas l'ensemble des informations demandées, la phase partielle n'est pas validée.

Éléments à mettre en phase de :				Avant-projet			Projet			Appel d'offres			Exécution			Révision			Remarques
Dans les :		Plans	Schémas	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	
Charte graphique UNIL	Respect de la charte graphique de l'UNIL	X	X	X			X			X			X			X			
Cartouche Etat de Vaud		X	X													X			
Cartouche entreprise		X	X										(X)			X			
Cartouche mandataire	Identification bâtiment	X	X	X			X			X			X			X			
	Numéro générique du plan	X	X	X			X			X			X			X			
	Date 1e diffusion du plan	X	X	X			X			X			X			X			
	Indices et dates de modification du plan avec résumé des modifications effectuées	X	X	X			X			X			X			X			
	Nom du fichier informatique du plan	X	X	X			X			X			X			X			
	Identification étage	X		X			X			X			X			X			
	Identification zone de l'étage	X		X			X			X			X			X			p.ex. une partie de l'étage, ou ce qui se trouve dans la dalle plancher, ...
Légende	Identification de la zone ou installation concernée		X	X			X			X			X			X			
	Couleurs des conduites hydrauliques	X	X	X			X			X			X			X			Selon SIA 410/1
	Symboles types d'isolations	X	X	X			X			X			X			X			Distinguer isolation thermique selon épaisseur. Identifier chacune avec un tramage ou un liseré différent
Identification de la zone traitée par le document	Symboles des composants utilisés	X	X	X			X			X			X			X			Selon SIA 410 + symboles personnels
	Plan miniature d'identification de la zone traitée	X		X			X			X			X			X			Pour identifier la zone traitée dans le plan par rapport à l'ensemble du bâtiment
	Indication des axes d'identification du bâtiment	X		X			X			X			X			X			
Locaux	Température de consigne pour dimensionnement	X	X	X			X			X			X			X			En chaud et froid cas échéant
Conduites	Indication des diamètres intérieurs et extérieurs	X	X	X			X			X			X			X			
	Sens du flux d'eau	X	X	X			X			X			X			X			
	Débit d'eau pour chaque branche	X	X	X			X			X			X			X			
	Identification du type de matériau de la conduite	X	X	X			X			X			X			X			Identifier avec un tramage ou un liseré différent
	Classe de pression nominale	X	X	X			X			X			X			X			
	Identification du type d'isolant thermique	X	X	X			X			X			X			X			Liseré de couleur spécifique (différent pour chaque épaisseur), avec épaisseur isolant et type
Producteurs de chaleur - froid	Cotation des positions et niveaux	X					X			X			X			X			
	Genre	X	X	X			X			X									
	Marque	X	X										X			X			
	Type exact	X	X										X			X			
	Caractéristiques du(des) fluides caloporteurs	X	X				X			X			X			X			
	Puissance, températures entrée / sortie aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			Et COPfroid pour machines de froid et PAC
	Débit et perte de charge aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			Pour groupes de froid, à l'évaporateur et au condenseur
	Caractéristiques électriques des moteurs internes	X	X				X			X			X			X			Et puissance électrique absorbée aux conditions nominales choisies pour machines de froid et PAC
	Dimensions	X		X			X			X			X			X			

Directives architecturales et techniques Installations techniques

Froid

Éléments à mettre en phase de :				Avant-projet			Projet			Appel d'offres			Exécution			Révision			Remarques
Dans les :		Plans	Schémas	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	
Echangeurs de chaleur de type eau / eau	Genre	X	X	X			X			X									
	Marque	X	X										X			X			
	Type exact	X	X										X			X			
	Débit et perte de charge aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			
	Températures entrée / sortie aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			Sur les 2 côtés de l'échangeur
	Puissances échangée aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			Sur les 2 côtés de l'échangeur
	Dimensions	X		X			X			X			X			X			Seulement si gros échangeur
Pompes	Genre	X	X	X			X			X									
	Marque	X	X										X			X			
	Type exact	X	X										X			X			
	Débit et pression développée aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			
	Puissance électrique absorbée	X	X				X			X			X			X			
Corps de chauffe	Genre	X	X	X			X			X									
	Marque	X	X										X			X			
	Type exact	X	X										X			X			
	Dimensions	X	X				X			X			X			X			
	Puissance aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			
	Débit et températures entrée / sortie aux conditions nominales choisies	X	X				X			X			X			X			
	Caractéristiques et type de la vanne de radiateur	X	X				X			X			X			X			
	Caractéristiques et type du raccord de retour	X	X				X			X			X			X			
	Pré-réglage calculé (étranglement)		X										X						
Pré-réglage réglé (étranglement)		X													X				
Chauffage de sol, dalle active et plafonds froids	Genre	X	X	X			X			X									
	Marque	X	X										X			X			
	Type exact	X	X										X			X			
	Indication des diamètres intérieurs et extérieurs des serpentins	X	X				X			X			X			X			
	Ecartement des tuyaux	X	X				X			X			X			X			
	Puissance émise par local aux conditions nominales choisies	X	X				X			X			X			X			
	Puissance émise, débit et perte de charge par boucle aux conditions nominales choisies	X		X			X			X			X			X			
	Température entrée / sortie aux conditions nominales choisies	X		X			X			X			X			X			
	Dessin exact de la disposition prévue des serpentons (yc zones éventuelles renforcées)	X					X			X			X			X			
	Longueur de chaque boucle de serpentins	X					X			X			X			X			
	Pré-réglage calculé (étranglement)	X											X						
	Pré-réglage réglé (étranglement)	X														X			
	Puissance par local aux conditions nominales choisies		X	X			X			X			X			X			
	Débit et températures entrée / sortie, par local, aux conditions nominales choisies		X				X			X			X			X			

Directives architecturales et techniques
 Installations techniques

Froid

Éléments à mettre en phase de :				Avant-projet			Projet			Appel d'offres			Exécution			Révision			Remarques
Dans les :				dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	dû	fait	visé	
		Plans	Schémas																
Emetteurs de froid avec ventilation terminale (ventilo et éjecto-convecteurs)	Genre	X	X	X			X			X									
	Marque	X	X										X			X			
	Type exact	X	X										X			X			
	Puissance aux conditions nominales choisies	X	X	X			X			X			X			X			
	Débit et perte de charge côté eau et côté air aux conditions nominales choisies	X	X				X			X			X			X			
	Températures entrée / sortie côté eau et côté air aux conditions nominales choisies	X	X				X			X			X			X			+ données d'humidité relative entrée-sortie
	Pré-réglage calculé (étranglement)	X											X						
	Pré-réglage réglé (étranglement)	X														X			
Dimensions	X					X			X			X			X				
Robinetterie (vannes d'arrêt, - d'équilibrage, - de réglage, - de vidange, - de purge, twinlocks, ...)	Genre	X	X	X			X			X									
	Marque	X	X										X			X			
	Type exact	X	X										X			X			
	Kvs	X	X										X			X			seulement pour vannes d'équilibrage et de réglage
Accès aux installations	Identification des surfaces dévolues à l'accessibilité des installations	X		X			X			X			X			X			
	Identification du chemin d'accès pour le remplacement éventuel des composants les plus grands	X		X			X			X			X			X			
Périphériques de réglage MCR	Numéro d'identification selon liste des points (E/S sortie automates)		X	X			X			X									
	Numéro du schéma électrique		X										X			X			

Annexe :

- Liste des plans Chauffage du _____
- Plans selon liste susmentionnée

Par leur signature, le mandataire et le contrôleur s'engagent sur la véracité et l'exhaustivité des informations ci-dessus.

 Le mandataire (timbre et signature)
 lieu, date

 Le contrôleur (timbre et signature)
 lieu, date