


Terminal MEE session : Nom : Date : NOTE / 20 :		<h1 style="text-align: center;">FICHE CONTRAT</h1> <h2 style="text-align: center;">TP Évaluation Formative</h2>	Séquence 2 Détermination des performances d'une installation frigorifique – Optimisation. Séance 2
---	--	---	--

DOSSIER : découverte professionnelle en Atelier Énergétique

Thème de la séance : Détermination des performances d'une installation frigorifique – Optimisation.

TACHES : Cette séquence participe à développer les tâches professionnelles suivantes : A1T3 : Analyser les risques relatifs aux opérations à réaliser A2T8 : Piloter l'installation avec un rendement énergétique global optimum. A1T2 : Analyser et exploiter les données techniques d'une installation	PRÉ-REQUIS : Les apprenants ont étudié : - Les éléments de sécurité pour intervenir sur les installations. - Les appareils de mesures de pression et de température . - Les éléments constitutifs des installations frigorifiques (compresseur, condenseur, détendeur, évaporateur, etc ...) - le diagramme enthalpique pour les gaz frigorifiques. Les notions de surchauffe , sous-refroidissement , COP et EER sont maîtrisées. Leurs calculs ont été abordés en cours.
--	--

Temps : 3 heures – Correction avec l'élève non incluse. 2 Parties.

Objectifs : À l'issue de la séquence, les apprenants seront capables **d'effectuer une campagne de mesures** sur une installation frigorifique en fonctionnement. Ils déterminent les paramètres importants : les paramètres de sécurité de l'installation : surchauffe et sous-refroidissement, ainsi que les paramètres de performance COP et EER (Partie 1). Ils peuvent **proposer un réglage afin d'optimiser l'efficacité énergétique** de l'installation (COP ou EER) tout en surveillant les paramètres de sécurité de l'installation (Partie 2).

COMPETENCES Les critères d'évaluation sont précisés dans les questions	On donne Conditions - Ressources	On demande Être capable de
C1 - Déterminer les conditions de l'opération dans son contexte C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation. C9 – Effectuer les réglages adaptés (ajustement des paramètres)	Une installation frigorifique. Des équipements réglementaires de mesure de pression et températures. Le logiciel « Cycle frigorifique » installé sur votre ordinateur ou sur l'ordinateur mis à disposition	Effectuer une campagne de mesures sur une installation frigorifique en fonctionnement. Optimiser son fonctionnement tout en garantissant sa sécurité en proposant un réglage alternatif.

Synthèse autour des compétences abordées

Avoir été capable de : Les critères d'évaluation sont précisés dans les questions	Maitrise non suffisante	Maitrise Fragile	Maitrise Satisfaisante	Très Bonne Maitrise
Avoir été capable de :				
C1 Déterminer les conditions de l'opération dans son contexte				
C 8 Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation.				
C 9 Effectuer les réglages adaptés (ajustement des paramètres)				
SAVOIRS ASSOCIÉS :	S4.2.3 - Les notions thermodynamiques			

Travail demandé :

Cette séance de Travaux Pratiques se décompose en 2 parties distinctes :

Partie 1 – Mesures sur système

On se propose de travailler sur une installation frigorifique afin de déterminer ses caractéristiques de fonctionnement :

- Contrôle des paramètres thermiques : Surchauffe et Sous-refroidissement pour la protection des équipements.
- Efficacité énergétique : COP et EER.

Partie 2

On proposera un réglage afin d'améliorer l'efficacité énergétique de l'équipement sur lequel vous avez effectué une campagne de mesures et des calculs.

A partir du logiciel de simulation proposé, vous proposerez des valeurs tout en restant dans les paramètres de sécurité de l'équipement (valeurs de surchauffe et sous-refroidissement acceptables).

Pour cela on utilisera l'application (fournie) « Cycle Frigorifique » installée sur l'ordinateur de la salle de TP.

PARTIE 1 – Campagne de mesures

On vous demande

1) **Analyser** les risques professionnels liés à votre intervention.

Aide : Les principales protections individuelles disponibles au lycée.



Identifier et reporter les risques professionnels afin d'assurer votre sécurité et celle des personnes **présentes** en chaufferie durant votre TP.

Indiquer les mesures de prévention adaptées aux risques professionnels repérés.

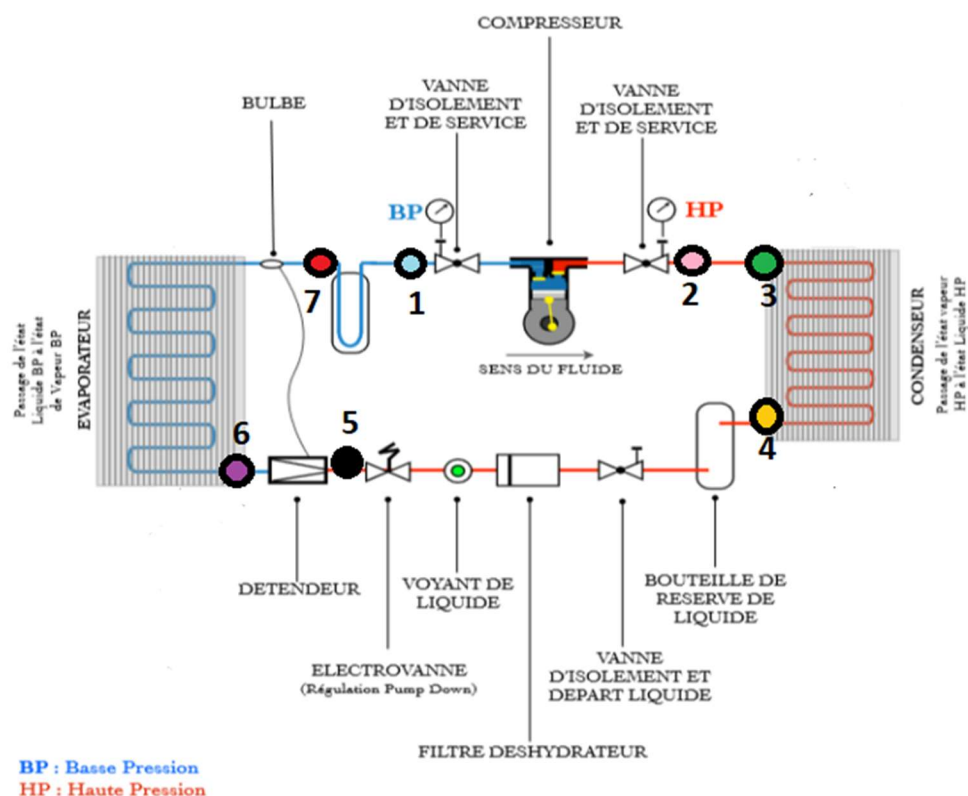
Préciser pour chaque mesure de prévention leurs caractères individuels (P.I) ou collectifs (P.C).

Identification du risque	Mesure de prévention adaptée	P.I ou P.C
Mécanique		
Électriques		
Lié à l'activité physique		
Chimique		
Lié à la charge mentale		
Biologique		
Lié aux poussières		
Incendie		
Différence de hauteur		
Lié au bruit		

--	--	--

CP1.3		C1 – Déterminer les conditions de l'opération dans son contexte						
Repérer les contraintes d'environnement de travail liées à l'intervention								
1	0	Les risques professionnels et environnementaux ne sont pas identifiés et les mesures de prévention sont adaptées	1	Les risques professionnels et environnementaux sont partiellement identifiés et les mesures de prévention sont adaptées	2	Les risques professionnels et environnementaux sont identifiés et les mesures de prévention sont adaptées	3	Les risques professionnels et environnementaux sont identifiés en totale autonomie et les mesures de prévention sont adaptées.

2) A partir du schéma de principe suivant, **repérer** sur votre installation les points représentés par les chiffres et les pastilles de couleur.



Repères	Points de mesure
1	Entrée Compresseur
2	Sortie Compresseur
3	Entrée Condenseur
4	Sortie Condenseur
5	Entrée Détendeur
6	Sortie Détendeur
7	Sortie Évaporateur

Faire valider par l'enseignant le choix de vos points de mesure sur l'installation avant de poursuivre vos activités :

		CP8.1	C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation					
			Identifier les points de mesures sur le réseau fluidique					
2	0	Les points de mesures identifiés ne sont pas conformes au besoin du contrôle	1	Les points de mesures sont partiellement identifiés au besoin du contrôle	2	Les points de mesures identifiés sont conformes au besoin du contrôle	3	Les points de mesures identifiés en autonomie complète sont conformes au besoin du contrôle.

- 3) **Effectuer** une campagne de mesure à l'aide des instruments de mesures mis à disposition.

Point de mesure	Pression (bar)	Température (°C)
Entrée Compresseur
Sortie Compresseur
Entrée Condenseur
Sortie Condenseur
Entrée Détendeur
Sortie Détendeur
Sortie Évaporateur

		CP8.2	C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation					
		Installer des appareils de mesures et de contrôle						
3	0	Les appareils ne sont pas installés en suivant les préconisations du fabricant et en respectant les normes en vigueur et les règles de l'art	1	Avec aide, les appareils sont installés en suivant les préconisations du fabricant et en respectant les normes en vigueur et les règles de l'art	2	Les appareils sont installés en suivant les préconisations du fabricant et en respectant les normes en vigueur et les règles de l'art	3	Les appareils sont installés en autonomie complète, en suivant les préconisations du fabricant et en respectant les normes en vigueur et les règles de l'art.

	CP8.3	C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation						
	Réaliser les mesures nécessaires pour valider le fonctionnement de l'installation							
3	0	La lecture n'est pas conforme à la grandeur mesurée	1	La lecture est partiellement conforme à la grandeur mesurée	2	La lecture est conforme à la grandeur mesurée	3	En autonomie complète, la lecture est conforme à la grandeur mesurée.

- 4) **Placer** les points de mesures sur le diagramme enthalpique mis à votre disposition en fin de TP

CP8.4		C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation						
Traiter les informations des mesures								
4	0	Les grandeurs mesurées ne sont pas consignées dans les supports d'enregistrement	1	Les grandeurs mesurées sont partiellement consignées dans les supports d'enregistrement	2	Les grandeurs mesurées sont consignées dans les supports d'enregistrement	3	Les grandeurs mesurées sont consignées en autonomie complète dans les supports d'enregistrement

- 5) **Compléter** le tableau de valeurs à partir des valeurs du diagramme et de vos relevés.

Point de mesure	Pression (bar)	Température (°C)	Enthalpie (kJ/kg)	Entropie (kJ/(kg·K))	Volume spécifique (m³/kg)	État*
1 Entrée Compresseur			h1=			
2 Sortie Compresseur			h2=			
3 Entrée Condenseur			h3=			
4 Sortie Condenseur			h4=			
5 Entrée Détendeur			h5=			
6 Sortie Détendeur			h6=			
7 Sortie Évaporateur			h7=			

* État : GAZ surchauffé - Liquide sous-refroidi - Bi-état (Précisez le titre en %)

5	CP8.4		C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation					
	Traiter les informations des mesures							
	0	Les valeurs ne sont pas adaptées aux unités attendues dans les supports d'enregistrement	1	Les valeurs sont partiellement adaptées aux unités attendues dans les supports d'enregistrement	2	Les valeurs sont adaptées aux unités attendues dans les supports d'enregistrement	3	Les valeurs sont adaptées aux unités attendues dans les supports d'enregistrement. Travail en totale autonomie.

- 6) **Déterminer** par le calcul le COP (efficacité en production de chaleur) ainsi que l'EER (efficacité en production de froid) à partir des valeurs relevées des enthalpies.

$$\text{COP} = \frac{h3 - h4}{h2 - h1}$$

$$\text{EER} = \frac{h7 - h6}{h2 - h1}$$

Votre calcul (Opérations à détailler) :

.....

.....

.....

		CP8.4	C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation					
		Traiter les informations des mesures						
6	0	Les calculs de puissance, d'énergie, de débit, de consommation... ne sont pas réalisés.	1	Les calculs de puissance, d'énergie, de débit, de consommation... sont partiellement réalisés	2	Les calculs de puissance, d'énergie, de débit, de consommation... sont réalisés	3	Les calculs de puissance, d'énergie, de débit, de consommation... sont réalisés en totale autonomie.

- 7) **Vérifier** les valeurs typiques de la surchauffe et du sous-refroidissement d'après les valeurs de tolérances inscrites ci-dessous.

Surchauffe fonctionnelle

Rappel : La surchauffe correspond à l'écart entre la température mesurée à la sortie de l'évaporateur et la température de saturation (lue à la même pression).

- Valeur cible : 5 °C
- Plage normale : 5 °C à 8 °C

Sous-refroidissement

Rappel : Le sous-refroidissement est la différence entre la température de condensation (saturation haute pression) et la température réelle du liquide à la sortie du condenseur.

- Valeur cible : 5 °C
- Plage normale : 3 °C à 8 °C

Votre analyse :

.....

.....

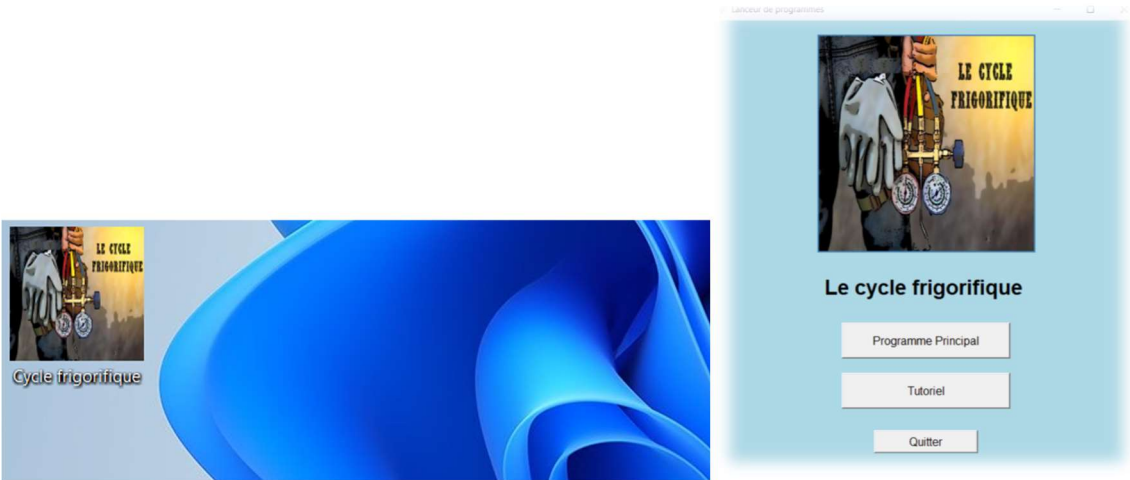
.....

.....

7	CP8.5		C8 – Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation					
	Comparer les grandeurs mesurées avec les grandeurs caractéristiques nominales attendues							
	0	L'interprétation de l'écart n'est pas caractérisée.	1	L'interprétation de l'écart est partiellement caractérisée.	2	L'interprétation de l'écart est caractérisée.	3	L'interprétation de l'écart est caractérisée en totale autonomie.

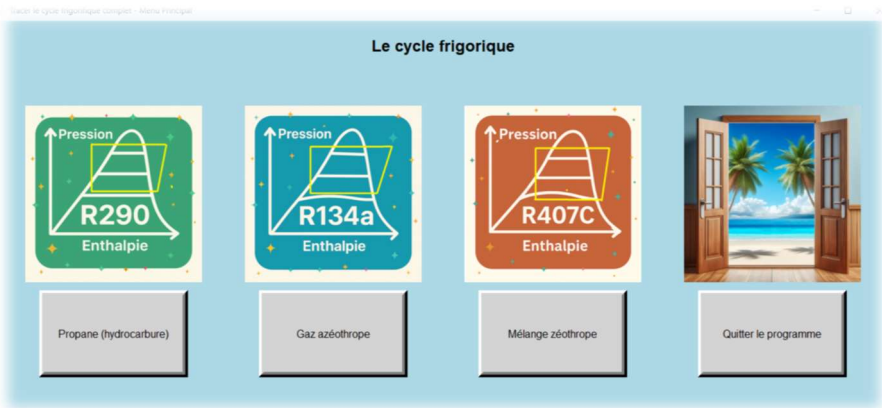
Parties 2 – Optimisation des réglages.

- 1) Organiser sa simulation.
 - 1.1) Lancer le programme que vous avez préalablement installé. Utiliser les moyens informatiques mis à votre disposition :



Nota : Vous pouvez utiliser le tutoriel mis à disposition (Onglet Tutoriel)

- 1.2) Choisir le gaz frigorifique présent dans notre installation.



- 1.3) Déterminer les réglages sur lesquels vous pouvez intervenir afin de corriger les éventuelles déviations constatées en question 7 Partie 1.

Vos propositions de réglages :

.....

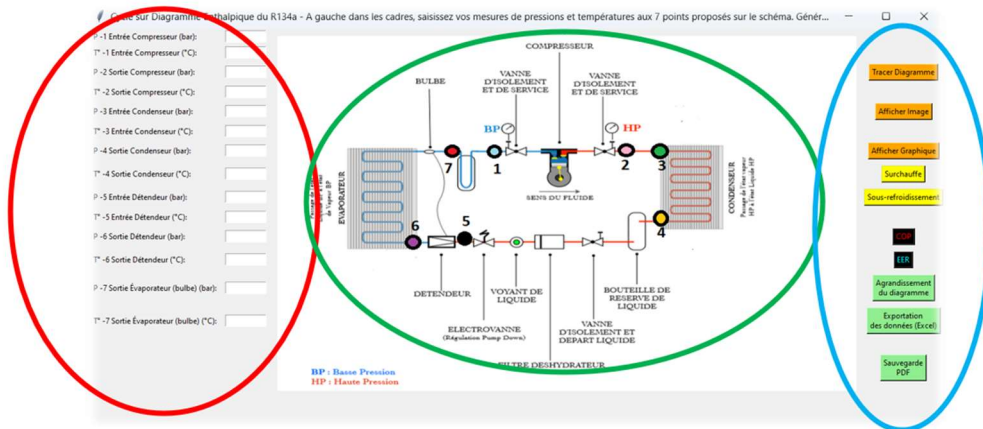
.....

.....

CP9.2		C9 - Effectuer les réglages adaptés				
		Déterminer les réglages nécessaires pour obtenir le fonctionnement attendu du système				
9	0	L'interprétation des écarts de mesures caractérisés ne permettent pas l'identification des réglages nécessaires pour valider le fonctionnement attendu du système.	1	L'interprétation des écarts de mesures caractérisés* permettent partiellement l'identification des réglages nécessaires pour valider le fonctionnement attendu du système.	2	L'interprétation des écarts de mesures caractérisés* permettent l'identification des réglages nécessaires pour valider le fonctionnement attendu du système.
					3	En totale autonomie, l'interprétation des écarts de mesures caractérisés* permettent l'identification des réglages nécessaires pour valider le fonctionnement attendu du système.

2) **Simuler** vos réglages avec vos nouveaux paramètres. Plusieurs simulations sont possibles afin de trouver la plus pertinente.

2.1) **Saisir** des valeurs nouvelles afin d'améliorer les paramètres COP et EER en proposant des valeurs pertinentes sans modifier les valeurs Haute Pression et Basse pression données par l'équipement (zone rouge).



**Saisie des valeurs
Pressions et
Températures**

**Repérage de 7 points
de mesures proposés.**

**Tableau de
commandes**















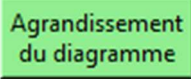



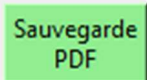

Attention : respecter les valeurs de références imposées.

Les valeurs typiques de la surchauffe et du sous-refroidissement sont rappelées à la question 7 Partie 1.

On veillera à ne pas dépasser les valeurs suggérées par les principaux constructeurs (protection des matériels et des huiles contre un vieillissement prématuré)

Fluide	Type d'huile (viscosité)	Refoulement max. recommandé (°C)	Température d'huile au carter (°C) (à appliquer en TP)
R-290	POE 68	120 – 125	60 – 80
R-407C	POE 68	135 – 145	70 – 95
R-134a	POE 32 / POE 46	155 – 165	75 – 110

2.2) A partir du panneau de commande, **relever** les nouvelles valeurs proposées pour votre réglage dans les cadres ombrés.

Boutons	Actions	Edition d'un message notification.
	Génère le cycle frigorifique basé sur les valeurs saisies.	
	Montre l'installation pour faciliter l'explication	
	Redessine le cycle frigorifique	
	Détermine la surchauffe de l'installation	 Oui Valeur relevée :
	Évalue le sous-refroidissement	 Oui Valeur relevée :
	Détermine l'efficacité en mode chauffage	 Oui Valeur relevée :
	Détermine l'efficacité en mode froid.	 Oui Valeur relevée :
	Imprimables et vierges pour un usage pédagogique	 Oui Action : Tracé du cycle frigorifique à renvoyer à votre enseignant.
	Sauvegarde les données en tableur	 Oui Action : fichier à renvoyer à votre enseignant
	Génère un rapport des mesures réalisées.	 Oui Action : fichier à renvoyer à votre enseignant

Le TP est à rendre sous la forme « papier ». Les fichiers générés par le logiciel sont à renvoyer à votre enseignant. Ils sont stockés dans le répertoire de travail du logiciel « Cycle frigorifique ».

CP9.3		C9 - Effectuer les réglages adaptés						
Ajuster les réglages des systèmes de régulation et de sécurité								
9	0	Les réglages ne permettent pas le fonctionnement attendu du système.	1	Les réglages permettent partiellement le fonctionnement attendu du système.	2	Les réglages permettent le fonctionnement attendu du système.	3	Les réglages effectués en totale autonomie permettent le fonctionnement attendu du système.

CP9.3		C9 - Effectuer les réglages adaptés						
Ajuster les réglages des systèmes de régulation et de sécurité								
9	0	Le réglage des sécurités n'est pas réalisé, ni justifié et précis.	1	Le réglage des sécurités est partiellement réalisé, justifié et précis.	2	Le réglage des sécurités est réalisé, justifié et précis.	3	En totale autonomie, le réglage des sécurités est réalisé, justifié et précis.

Synthèse de l'évaluation par compétences.			
	Questions	Compétences identifiées	Résultats (0 à 3)
Partie 1	1	C 1.3	
	2	C 8,1	
	3	C 8.2	
	3	C 8.3	
	4	C 8,4	
	5	C 8,4	
	6	C 8,4	
	7	C 8.5	
Partie 2	1	C 9.2	
	2	C 9.3	
Synthèse	Note sur 33		Note sur 20 :

Diagramme enthalpique R290

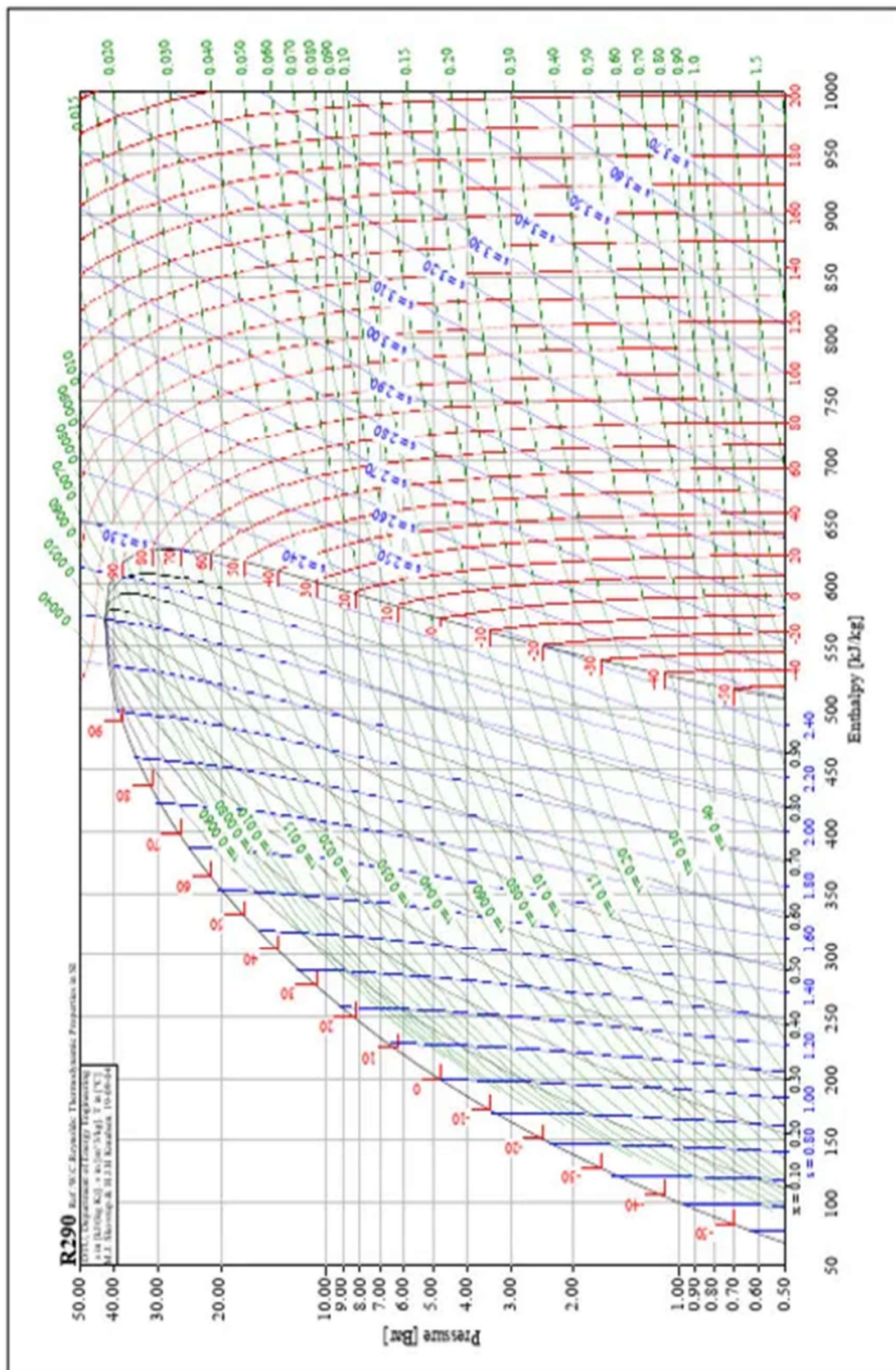


Diagramme R407C

Diagramme Enthalpique R-407C

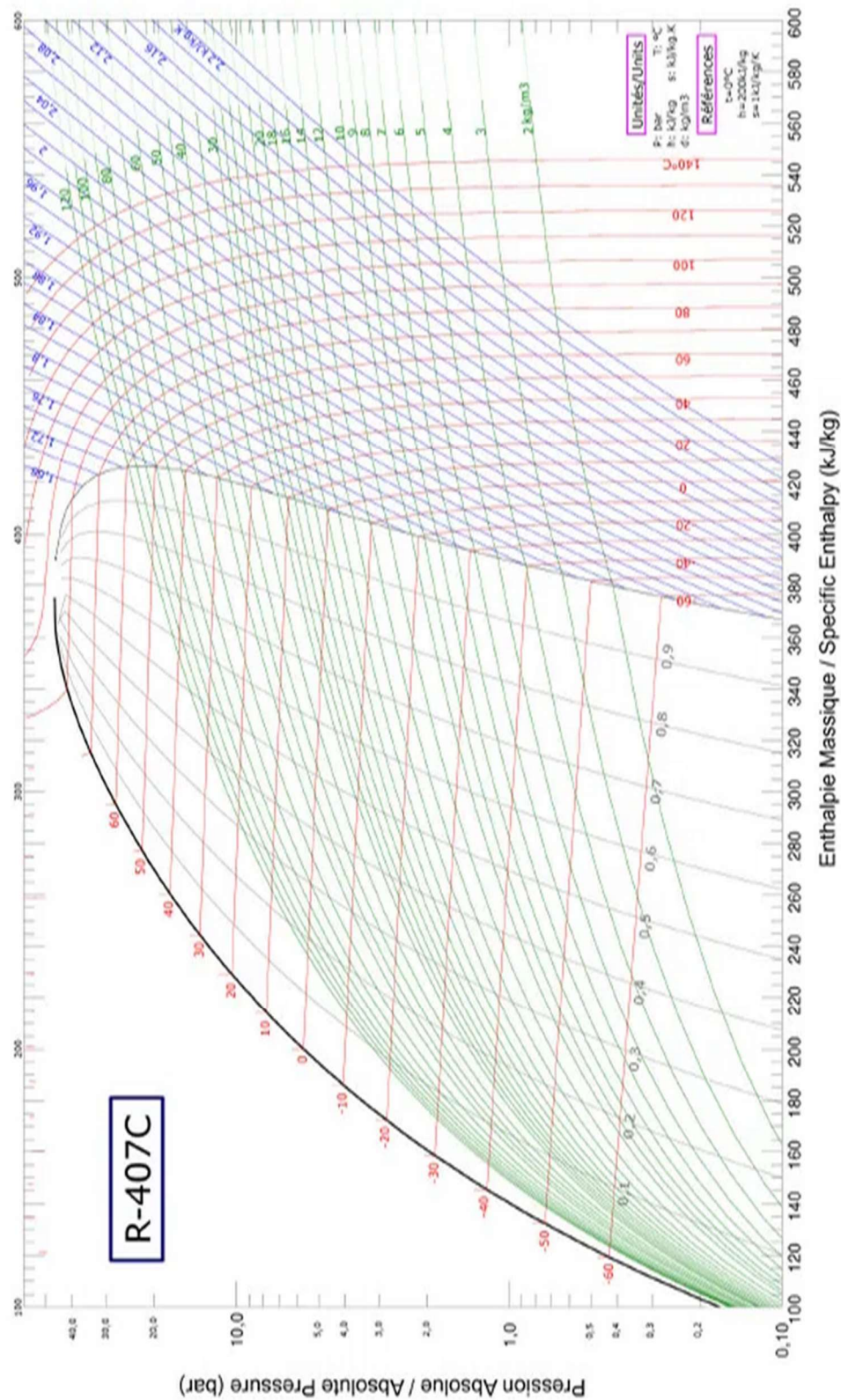
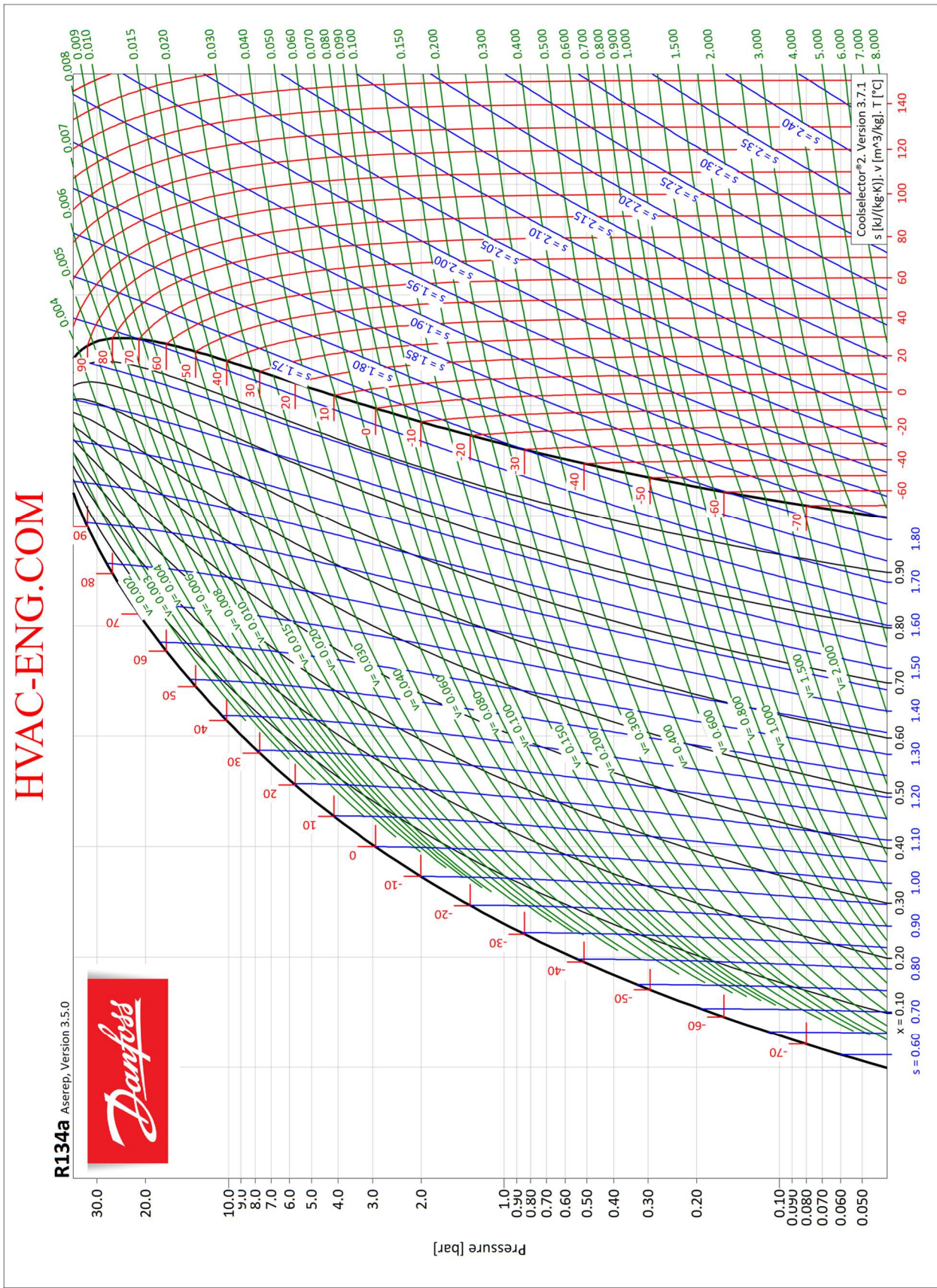


Diagramme r134a



Annexe : Références au diplôme (extraits).

C1	Déterminer les conditions de l'opération dans son contexte		
Savoirs associés	S1 : Environnement de travail S2 : Enjeux énergétiques et environnementaux S3 : Analyse et exploitation technique S6 : Méthodes et procédures d'intervention S7 : Qualité - sécurité		
Tâches associées	Données	Actions	Indicateurs d'évaluation
A1T1 : Prendre connaissance des dossiers relatifs aux opérations à réaliser A1T3 : Analyser les risques relatifs aux opérations à réaliser A1T5 : Prendre connaissance des tâches en fonction des habilitations, des certifications des équipiers et du planning des autres intervenants A4T1 : Rendre compte oralement à l'interne et à l'externe du déroulement de l'intervention	<ul style="list-style-type: none"> Dossier technique Documents normatifs Dossier santé et sécurité au travail, environnement, qualité (QHSE et ICPE) Contrat de maintenance Ordre d'intervention Consignes de l'entreprise Outils numériques spécifiques du métier Compétences internes et externes (bureau d'études, fournisseurs/distributeurs) * <p>*prestation de service, disponibilités des matériels, des équipements et des outillages...</p>	Collecter les données nécessaires à l'intervention	Les données techniques nécessaires à son intervention sont identifiées La collecte des informations nécessaires à l'intervention est complète et exploitable Les contraintes techniques et d'exécution sont identifiées
		Ordonner les données nécessaires à l'intervention	Le classement des données est exploitable et respecte les conditions d'intervention L'ordonnancement des données permet d'identifier les informations utiles à transmettre à l'interne et à l'externe
		Repérer les contraintes techniques liées à l'intervention	Les contraintes liées à l'efficacité énergétique sont identifiées
		Repérer les contraintes d'environnement de travail liées à l'intervention	Les contraintes d'environnement de travail sont recensées Les habilitations et certifications nécessaires à l'opération sont identifiées Les risques professionnels et environnementaux sont identifiés et les mesures de prévention sont adaptées
		Vérifier la planification de l'intervention	Les interactions avec les autres intervenants sont repérées Les contraintes de co-activités sont repérées

C8		Contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation	
Savoirs associés		S4 : Principes scientifiques et techniques S6 : Méthodes et procédures d'intervention S7 : Qualité - sécurité	
Tâches associées	Données	Actions	Indicateurs d'évaluation
<p>A1T1 : Prendre connaissance des dossiers relatifs aux opérations à réaliser</p> <p>A1T2 : Analyser et exploiter les données techniques d'une installation</p> <p>A1T3 : Analyser les risques relatifs aux opérations à réaliser</p> <p>A1T4 : Choisir les matériels, équipements et outillages nécessaires aux opérations à réaliser</p> <p>A1T5 : Prendre connaissance des tâches en fonction des habilitations, des certifications des équipiers et du planning des autres intervenants</p> <p>A2T7 : Réaliser la mise en service et/ou l'arrêt de l'installation</p> <p>A2T8 : Piloter l'installation avec un rendement énergétique global optimum dans le respect de l'environnement</p> <p>A2T9 : Réaliser les mesurages électriques</p> <p>A4T1 : Rendre compte oralement à l'interne et à l'externe du déroulement de l'intervention</p> <p>A4T2 : Renseigner les documents techniques et réglementaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dossier technique Dossier des supports d'enregistrement et de communication Outillage nécessaire à la manipulation des fluides frigorigènes Outillage, matériels, consommables Outils numériques spécifiques du métier Équipements de protection collectifs et individuels 	<p>Identifier les points de mesures sur l'installation électrique et/ou le réseau fluide</p>	<p>Les procédés de mesurages identifiés respectent les normes en vigueur et les règles de l'art</p> <p>Les points de mesures identifiés sont conformes au besoin du contrôle</p>
		<p>Installer des appareils de mesures et de contrôle</p>	<p>Les appareils sont installés en suivant les préconisations du fabricant et en respectant les normes en vigueur et les règles de l'art</p> <p>Les protocoles de communication sont paramétrés</p> <p>La sécurité des personnes et des biens est assurée</p>
		<p>Réaliser les mesures nécessaires pour valider le fonctionnement de l'installation</p>	<p>Les appareils sont utilisés en suivant les préconisations du fabricant et en respectant les normes en vigueur et les règles de l'art</p> <p>La lecture est conforme à la grandeur mesurée</p> <p>La sécurité des personnes et des biens est assurée</p>
		<p>Traiter les informations des mesures</p>	<p>Les grandeurs mesurées sont consignées dans les supports d'enregistrement</p> <p>Les valeurs sont adaptées aux unités attendues dans les supports d'enregistrement</p> <p>Les calculs de puissance, d'énergie, de débit, de consommation... sont réalisés</p>
		<p>Comparer les grandeurs mesurées avec les grandeurs caractéristiques nominales attendues</p>	<p>L'interprétation de l'écart est caractérisée</p>

C9	Effectuer les réglages adaptés		
Savoirs associés	S4 : Principes scientifiques et techniques S6 : Méthodes et procédures d'intervention S7 : Qualité - sécurité		
Tâches associées	Données	Actions	Indicateurs d'évaluation
<p>A1T1 : Prendre connaissance des dossiers relatifs aux opérations à réaliser</p> <p>A1T2 : Analyser et exploiter les données techniques d'une installation</p> <p>A1T3 : Analyser les risques relatifs aux opérations à réaliser</p> <p>A1T4 : Choisir les matériels, équipements et outillages nécessaires aux opérations à réaliser</p> <p>A1T5 : Prendre connaissance des tâches en fonction des habilitations, des certifications des équipiers et du planning des autres intervenants</p> <p>A2T7 : Réaliser la mise en service et/ou l'arrêt de l'installation</p> <p>A2T8 : Piloter l'installation avec un rendement énergétique global optimum dans le respect de l'environnement</p> <p>A2T9 : Réaliser les mesurages électriques</p> <p>A4T1 : Rendre compte oralement à l'interne et à l'externe du déroulement de l'intervention</p> <p>A4T2 : Renseigner les documents techniques et réglementaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dossier technique • Dossier des supports d'enregistrement et de communication • Outillage nécessaire à la manipulation des fluides frigorigènes • Outillage, matériels, consommables • Outils numériques spécifiques du métier • Équipements de protection collectifs et individuels 	<p>Compléter la charge du réseau fluidique et des réseaux de fluides frigorigènes</p>	<p>La charge est réalisée en respectant les normes en vigueur</p> <p>La valeur du sous refroidissement est correcte suivant les valeurs définies par la norme</p>
		<p>Déterminer les réglages nécessaires pour obtenir le fonctionnement attendu du système</p>	<p>L'interprétation des écarts de mesures caractérisés* permettent l'identification des réglages nécessaires pour valider le fonctionnement attendu du système</p> <p><i>*cf C8 : contrôler les grandeurs caractéristiques de l'installation</i></p>
		<p>Ajuster les réglages des systèmes de régulation et de sécurité</p>	<p>Les réglages permettent le fonctionnement attendu du système</p> <p>Le réglage des sécurités est réalisé, justifié et précis</p>
		<p>Appliquer les règles de sécurité</p>	<p>Toutes les règles de sécurité des personnes et des biens sont appliquées</p> <p>Les règles sur la manipulation des fluides, et les différentes prises de mesures sont respectées</p>