

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

**Session 2016**

### U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures– Coefficient : 2

#### Matériel autorisé

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (Cirulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 27 pages numérotées de la façon suivante :

- Dossier de présentation : DP1 à DP4
- Questionnaire : Q1 à Q8
- Documents réponses : DR1 à DR7
- Documents techniques : DT1 à DT10

*Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué sur le sujet, sur les documents réponses prévus à cet effet.*

*Tous les documents réponses sont à remettre en un seul exemplaire en fin d'épreuve et à insérer dans une copie Education Nationale.*

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES	
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)			
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N° 16MS16		Page 1

# **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

## **MAINTENANCE DES SYSTÈMES**

- **systèmes énergétiques et fluidiques**
- **systèmes éoliens**
- **systèmes de production**

**Session 2016**

### **U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle**

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

## **DOSSIER DE PRÉSENTATION**

Ce dossier contient les documents DP1 à DP4.

<b>CODE ÉPREUVE :</b> MY41AFS		<b>EXAMEN</b> <b>BREVET DE TECHNICIEN</b> <b>SUPÉRIEUR</b>	<b>SPÉCIALITÉ :</b> MAINTENANCE DES SYSTÈMES
<b>SESSION :</b> <b>2016</b>	<b>SUJET</b>	<b>ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET</b> <b>STRUCTURELLE (3 options)</b>	
<b>Durée : 2h</b>	<b>Coefficient : 2</b>		<b>SUJET N° 16MS16</b> <b>Page 2</b>

Présentation du support de l'étude

Le support de notre étude est une ligne de production de gâteaux tranchés de 250g ou 300g, située dans l'entreprise « LANGEPRO ».

Les gâteaux tranchés sont produits pour la grande distribution avec un débit horaire pouvant atteindre 1080kg/h pour les gâteaux de 250g et 1178kg/h pour les gâteaux de 300g.

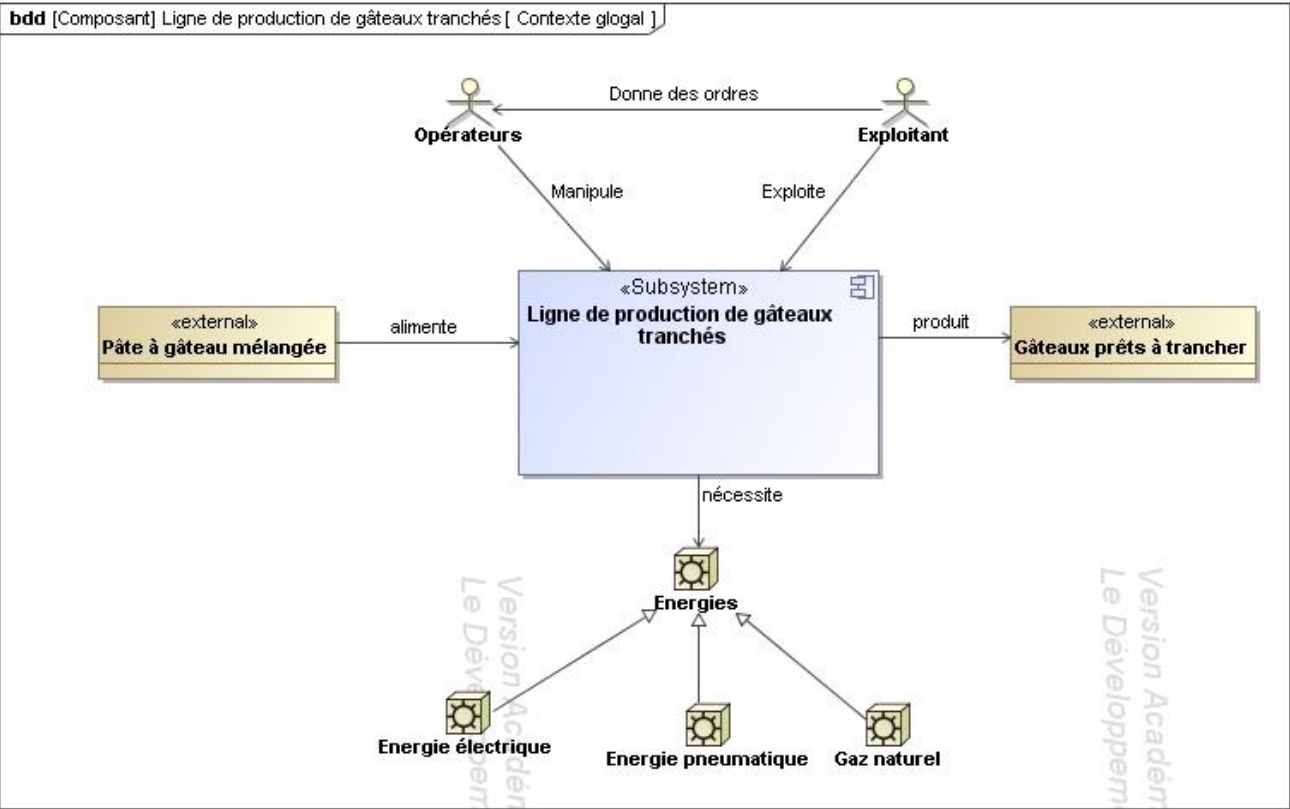
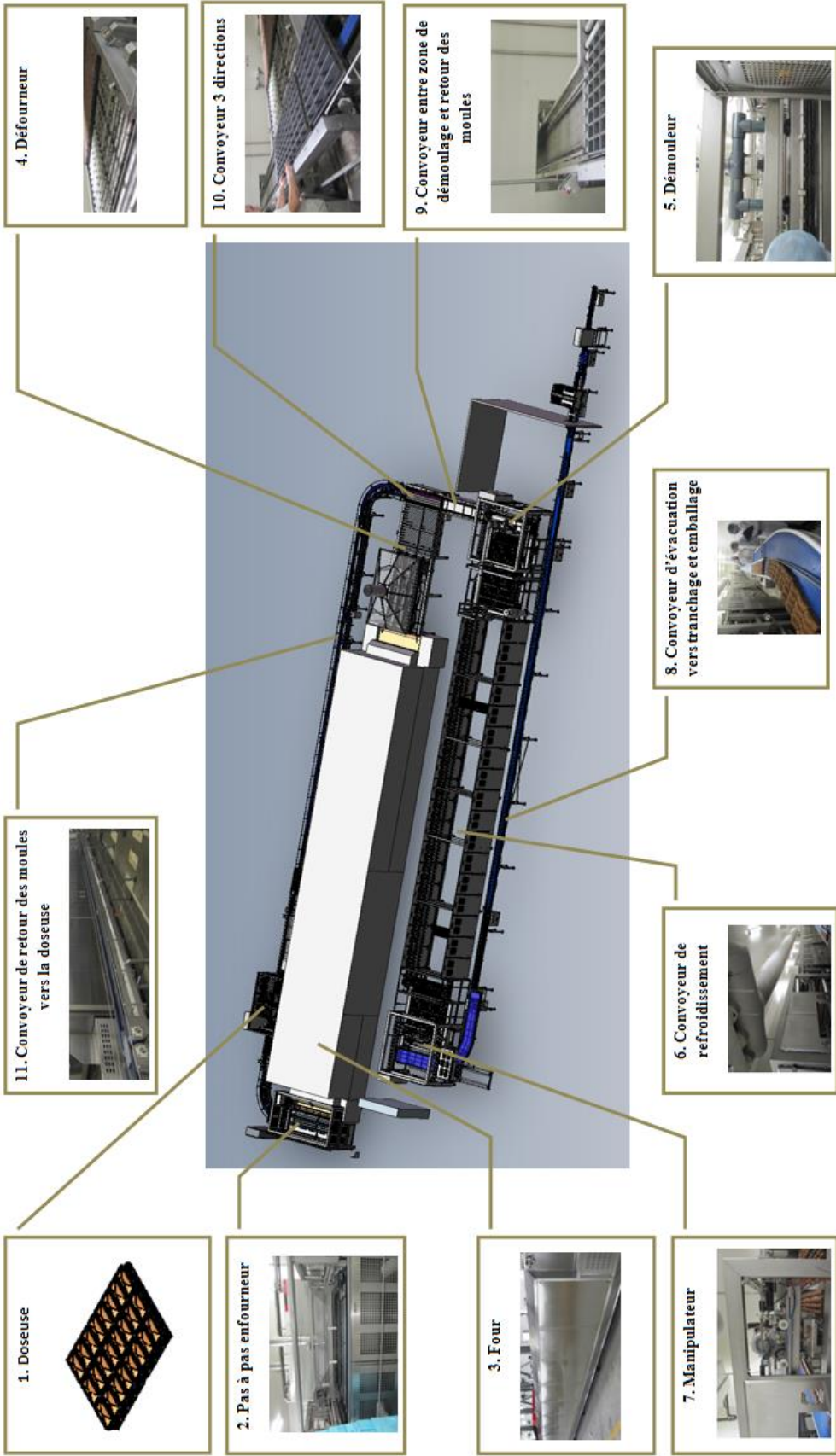


Schéma de la ligne de production de gâteaux tranchés



## Problématique de l'étude

### Mise en situation :

#### Tâche (3.1) : Proposer ou définir des axes d'amélioration.

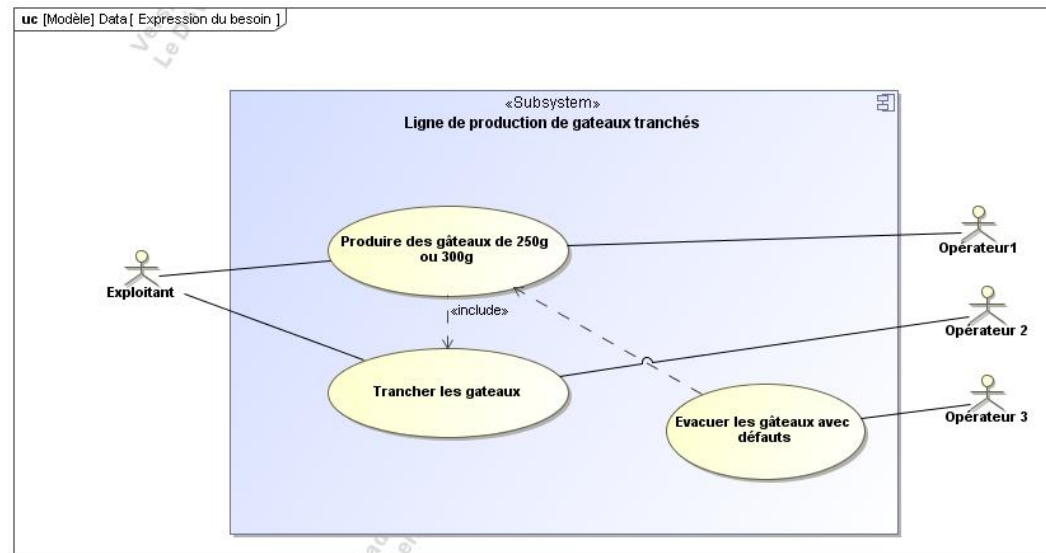
Vous faites partie de l'équipe maintenance de l'entreprise. On vous demande ici de réaliser une étude afin de proposer des axes d'amélioration pour le système de production.

La production de gâteaux tranchés impose un refroidissement de ceux-ci avant le tranchage. Les gâteaux sont refroidis dans une enceinte réfrigérée en étant transportés par un convoyeur de même longueur que le four. Les gâteaux y font plusieurs passages pour y rester environ 3 fois le temps de cuisson.

Deux raisons à cette nécessité de refroidissement :

- Les gâteaux sortent du four à une température d'environ 100°C et doivent être refroidis à une température d'environ 20°C pour être tranchés sans être détériorés esthétiquement.
- L'emballage des gâteaux tranchés se fait sur un produit refroidi pour éviter toute création de condensation dans l'emballage créant une altération prématurée du produit.

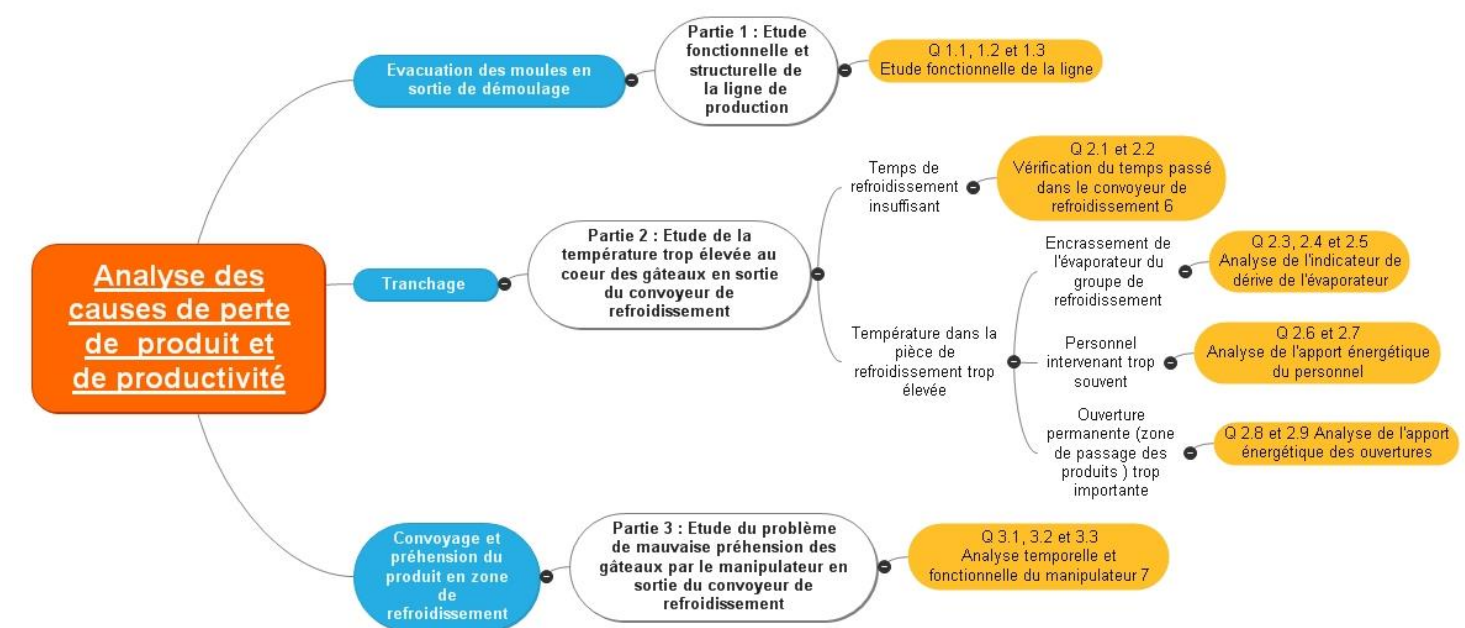
### Problématique :



Les cas « Trancher les gâteaux » et « Evacuer les gâteaux avec défauts » posent des problèmes. En effet, on enregistre beaucoup de pertes de produits.

On se propose de réaliser une analyse fonctionnelle et structurelle afin d'identifier les causes des pertes de produit et de productivité sur la ligne de production de gâteaux tranchés.

L'analyse des flux a mis en évidence trois zones posant problème sur la ligne de production. La carte mentale ci-dessous présente les points étudiés dans les différentes parties du sujet.



La partie 4 du sujet traitée dans la question 4.1 vous permettra de faire une synthèse des études menées pour identifier les solutions retenues pour l'optimisation de la productivité.

### Compétences abordées :

C22 Analyser l'organisation fonctionnelle, structurelle et temporelle.

# **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

## **MAINTENANCE DES SYSTÈMES**

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

**Session 2016**

### **U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle**

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

## **QUESTIONNAIRE**

Ce dossier contient les documents Q1 à Q8.

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)	
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N° 16MS16 Page 5

Q1 – Questionnaire

1	Étude fonctionnelle et structurelle de la ligne de production	
		Durée conseillée : 40 min

Cette analyse a pour but de vous aider dans la compréhension du fonctionnement de la ligne de production.

Q.1-1	Documents à consulter : DP1 à DP4 et DT1a,DT1b et DT2	Répondre sur DR1
-------	---	------------------

À partir notamment du Diagramme de Définition des Blocs (bdd) de la ligne de production de gâteaux tranchés sur DT2 et de la description du process sur DT1a et DT1b, compléter le diagramme des exigences d'utilisation de la ligne de production de gâteaux tranchés sur DR 1 en y indiquant les noms des parties de la ligne grâce aux relations « satisfy » des exigences de ce diagramme. Suivre l'exemple donné pour l'exigence « doser la pâte ».

Q.1-2	Documents à consulter : DP1 à DP4 et DT1a, DT1b et DT2	Répondre sur DR2
-------	--	------------------

Compléter le diagramme de bloc interne « ibd » de la ligne de production de gâteaux tranchés sur DR2.

Pour ce faire, surligner sur ce diagramme :

- En rouge le flux d'alimentation en énergie électrique.
- En bleu le flux d'alimentation en énergie pneumatique.
- En vert le flux de la matière d'œuvre tout au long du process comprenant la pâte, les gâteaux et les plaques moules dans leurs différents états.

Suivre l'exemple du flux en gaz naturel représenté par un trait noir en gras.

Q2 - Questionnaire

Q.1-3	Documents à consulter : DP1 à DP4 et DT1a,DT1b et DT2	Répondre sur DR2
-------	---	------------------

Compléter le diagramme de bloc interne « ibd » de la ligne de production de gâteaux tranchés sur DR2 en indiquant sur le flux de matière d'œuvre les abréviations donnant l'état de la matière d'œuvre à chaque étape. Utiliser la description du process sur DT1a et DT1b.

Les abréviations à utiliser sont les suivantes et sont rappelées sur DR2 :

- GAD : Gâteaux avec défauts
- GD : Gâteaux démoulés
- GPAT : Gâteaux prêts à trancher
- GR : Gâteaux refroidis
- GSCVT : Gâteaux sur convoyeur vers tranchage
- PAGM : Pâte à gâteau mélangée
- PM+GDVD : Plaques moules + gâteaux dirigées vers démouleur
- PMAGC : Plaques moules avec gâteaux cuits
- PMAGSDF : Plaques moules avec gâteaux sorties du four
- PMEGEPD : Plaques moules et gâteaux en position démoulage
- PMPAE : Plaques moules prêtes à enfourner
- PMRDP : Plaques moules remplies de pâte
- PMVCAD : Plaques moules vides convoyées après démouleur
- PMVDVCD : Plaques moules vides dirigées vers convoyeur doseuse
- PMVPPR : Plaques moules vides prêtes pour remplissage
- PMVSD : Plaques moules vides sortie démouleur

Remarque : Les informations « Pâte à gâteau mélangée, Gâteaux avec défauts et Gâteaux prêts à trancher » sont déjà indiquées en toutes lettres et en abrégé sur DR2.



### Q3 – Questionnaire

2	<b>Etude du problème de la température trop élevée au cœur des gâteaux en sortie du convoyeur de refroidissement</b>	
		Durée conseillée : 50 min

La première piste à analyser serait le non respect du temps de refroidissement des gâteaux imposé par le process.

<b>Q.2-1</b>	Documents à consulter : <b>DT 3 et DT4</b>	Répondre sur <b>feuille de copie</b>
--------------	--	--------------------------------------

En utilisant le document **DT4**, **calculer** la longueur du circuit effectué par les **gâteaux sur les balancelles** dans le convoyeur de refroidissement.

En sachant que la vitesse de convoyage dans cette zone est de 0,007m/s, **calculer** le temps passé par les gâteaux dans la zone de refroidissement.

<b>Q.2-2</b>	Document à consulter : <b>DT1a et DT1b</b>	Répondre sur <b>feuille de copie</b>
--------------	--	--------------------------------------

**Vérifier** que le temps de refroidissement des gâteaux est conforme à l'information donnée à l'étape 7 du process sur **DT1b**. Utilisez le temps de cuisson donné à l'étape 3 sur **DT1a**.

La deuxième piste à analyser serait un mauvais fonctionnement de la source de froid dans la pièce du convoyeur de refroidissement. L'élément incriminé pourrait être l'état de l'évaporateur.

<b>Q.2-3</b>	Documents à consulter : <b>DT5 et DT6</b>	Répondre sur <b>DR3</b>
--------------	---	-------------------------

**Compléter** le diagramme de bloc interne de la production de froid sur **DR3** en vous aidant des explications données dans **DT5** et **DT6**.

Pour ce faire, **surligner** sur ce diagramme :

- En **bleu** le flux basse pression **BP**.
- En **rouge** le flux haute pression **HP**.

### Q4 - Questionnaire

<b>Q.2-4</b>	Documents à consulter : <b>DT3 et DT7</b>	Répondre sur <b>DR4</b>
--------------	---	-------------------------

Sur le document **DT3** et **DT7** sont représentés 2 points de mesure  $T_e$  : « température de l'air à l'entrée de l'évaporateur » et  $T_s$  : « température de l'air en sortie de l'évaporateur ». Dans les documents constructeurs l'air est aussi noté « médium ».

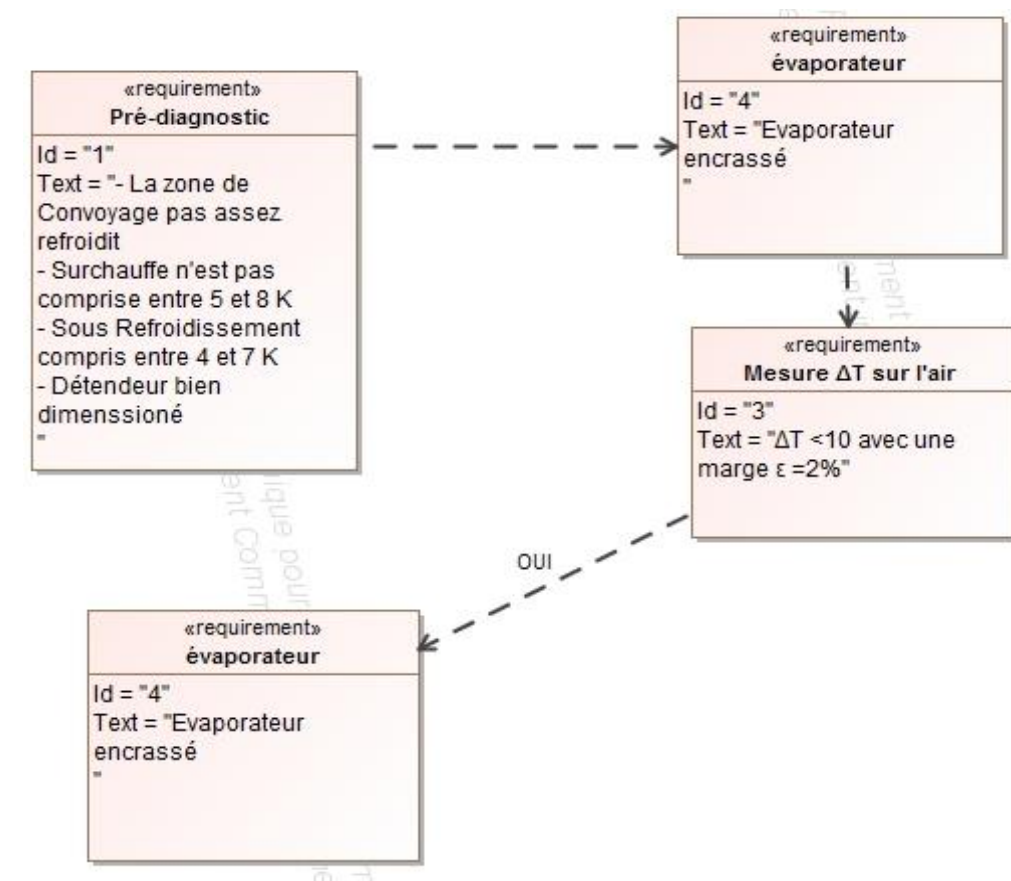
À l'aide de ces deux mesures on obtient  $\Delta T = T_e - T_s$ .

Ce  $\Delta T$  est un indicateur de maintenance sur l'évaporateur.

Le  $\Delta T$  préconisé par le constructeur est  $\Delta T = 10 \text{ K}$

(On rappelle qu'un écart de  $10 \text{ K} = 10^\circ\text{C}$ ).

Après un pré-diagnostic effectué par un technicien frigoriste d'une société extérieure, plusieurs causes de dysfonctionnement ont été écartées. Le schéma ci-dessous nous indique la cause restante en rapport avec la valeur du  $\Delta T$  mesuré.



À l'aide du document technique **DT7** **compléter** le document réponse **DR4** en y indiquant les valeurs des  $\Delta T$  mesurés du mois d'avril 2013.

À l'aide des éléments énoncés ci-dessus **compléter** le document réponse **DR4** en complétant la ligne du tableau non conforme NC/conforme C par rapport au  $\Delta T$  constructeur pour le mois d'avril 2013.

Q5 – Questionnaire

Q.2-5		Répondre sur <b>feuille de copie</b>
-------	--	--------------------------------------

Le passage d’une non-conformité NC à une conformité C correspond à une intervention corrective du technicien de maintenance sur l’évaporateur.

**Proposer** une périodicité de maintenance préventive à mettre en place au regard de vos résultats.

*La troisième piste à analyser serait d’incriminer la présence fréquente des techniciens et opérateurs pour intervenir sur la ligne pour évacuer les gâteaux avec défauts et les replacer sur le convoyeur d’évacuation vers le tranchage. Vous allez analyser les apports calorifiques générés par la présence du personnel dans la zone de refroidissement.*

Q.2-6		Répondre sur <b>DR5</b>
-------	--	-------------------------

- Sachant que l’apport de chaleur du personnel correspond à 244W compléter la colonne (1) de **DR5** nous donnant par mois l’apport du personnel en kWh.
- **Compléter** la colonne (3) de **DR5** donnant le nombre d’heures mensuelles de production sachant le temps de production par jour est de 7 heures.
- Sachant que la puissance unitaire de l’évaporateur pour une heure de fonctionnement est de 58kW **compléter** la colonne (4) de **DR5** donnant la quantité de chaleur extraite par l’évaporateur en kWh.
- **Cumuler** vos résultats sur la période de mars à juillet 2013 et **remplir** les cases (5) et (6).

Q.2-7		Répondre sur <b>feuille de copie</b>
-------	--	--------------------------------------

**Justifier** que l’apport total du personnel sur la période est négligeable par rapport à la quantité de chaleur extraite par l’évaporateur.

Q6 - Questionnaire

*La quatrième piste à analyser serait d’incriminer les ouvertures de la zone de refroidissement sur le reste du bâtiment intérieur présentées sur **DT8**. Ces ouvertures génèrent un apport calorifique qui sera exprimée par une puissance apportée dans la zone de refroidissement en kW.*

Q.2-8	Document à consulter : <b>DT8</b>	Répondre sur <b>DR6</b>
-------	-----------------------------------	-------------------------

**Vérifier** en complétant le tableau **Tb1** de **DR6** que la surface totale des ouvertures (OA+ OB+ OC) est de 5,74 m<sup>2</sup>.

En utilisant le document **DT8**, **compléter** le tableau **Tb2**.

**Compléter** les éléments manquants du tableau **Tb3** pour **vérifier** que le débit massique qm est de 0,264 kg.s<sup>-1</sup>.

**Compléter** le tableau **Tb4** en **calculant A0** la puissance apportée par les ouvertures en kW.

Q.2-9		Répondre sur <b>feuille de copie</b>
-------	--	--------------------------------------

On rappelle que la puissance unitaire de l’évaporateur est de 58kW.

**Justifier** que l’apport des ouvertures a une importance non négligeable par rapport à la puissance unitaire de l’évaporateur.



Q7 – Questionnaire

3	Etude du problème de mauvaise préhension des gâteaux par le manipulateur en sortie de convoyeur de refroidissement	
		Durée conseillée : 20 min

Il s'avère qu'en sortie de convoyeur de refroidissement, le manipulateur 7 détaillé au travers de **DT9a et DT9b** n'arrive pas à aspirer des rangs complets de gâteaux refroidis situés sur les balancelles. En effet, la non aspiration d'un seul gâteau sur la rampe génère la non préhension d'un rang complet. Ce phénomène peut être dû à des défauts de surface sur les gâteaux démoulés ou le mauvais positionnement de ces gâteaux sur la balancelle.

Ce deuxième cas de figure s'avère être récurrent sur la chaîne.

Vous allez tout d'abord analyser le cycle de déplacement d'un rang de gâteaux de la balancelle en sortie du convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation.

Ce convoyeur d'évacuation emmène les gâteaux vers le tranchage.

Puis on pourra proposer une solution pour remédier à la mauvaise préhension d'un rang de gâteaux.

Q.3-1	Documents à consulter : <b>DT9a, DT9b, DT10a et DT10b</b>	Répondre sur <b>DR7</b>
-------	---	-------------------------

**Analyser** les documents **DT9a et DT9b** ainsi que le détail du cycle de déplacement des gâteaux du convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation fourni au travers des documents **DT10a et DT10b**.

À l'aide de ces informations, **compléter** sur **DR7** les deux cases grisées (1) et (2) du tableau donnant le détail du déplacement du rang 1 de gâteaux situé sur le convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation.

Q.3-2	Document à consulter : <b>DT10a et DT10b</b>	Répondre sur <b>DR7</b>
-------	--	-------------------------

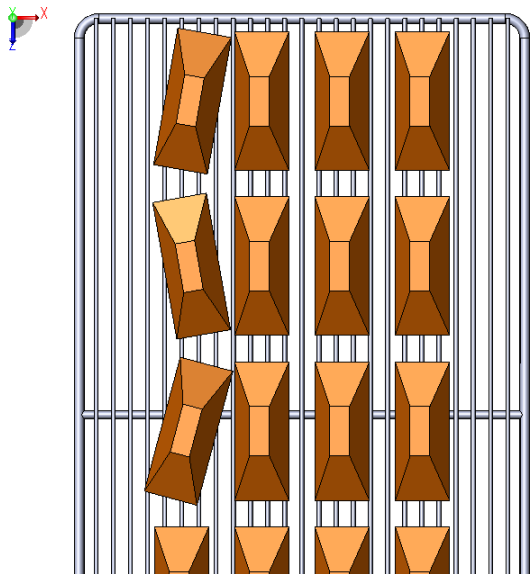
**Analyser DT10a et DT10b** ainsi que le tableau donnant le détail du déplacement du rang 1 de gâteaux situé sur le convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation complété à la question **3-1** sur **DR7**.

A l'aide de ces informations, **terminer** le diagramme de Gantt des actions correspondantes au détail du déplacement du rang 1 de gâteaux situé sur le convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation sur **DR7**.

Q8 - Questionnaire

Q.3-3	Documents à consulter : <b>DT9a, DT9b, DT10a et DT10b</b>	Répondre sur <b>feuille de copie</b>
-------	---	--------------------------------------

Un problème sur le circuit intérieur des balancelles dans le convoyeur de refroidissement fait que parfois les gâteaux se présentent de travers comme représentés sur la figure ci-dessous.



Sur quelle action du cycle de déplacement du rang de gâteaux peut-on agir et de quelle manière pour prendre tous les gâteaux avec les ventouses ? **Rédiger** votre réponse.

4	<b>Synthèse des études menées</b>	
		Durée conseillée : 10 min

Q.4-1	Document à consulter : <b>le travail mené tout au long du sujet et DP4</b>	Répondre sur <b>feuille de copie</b>
-------	--	--------------------------------------

À partir des différentes études menées dans le sujet, **effectuer** la liste de l'ensemble des interventions pertinentes à effectuer pour corriger les dysfonctionnements de la chaîne.

## BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

### MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

**Session 2016**

#### **U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle**

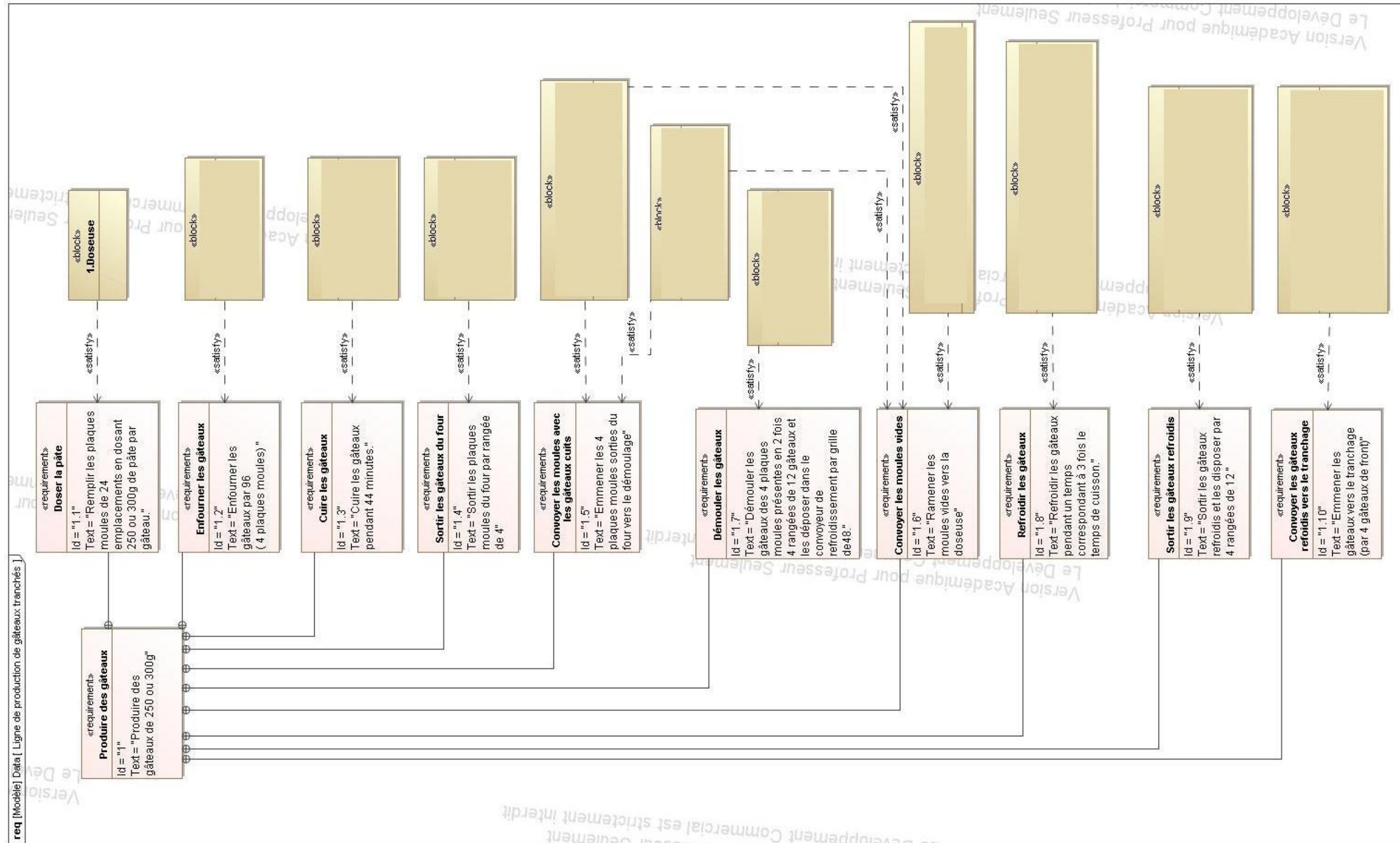
Durée : 2 heures – Coefficient : 2

### DOCUMENTS RÉPONSES

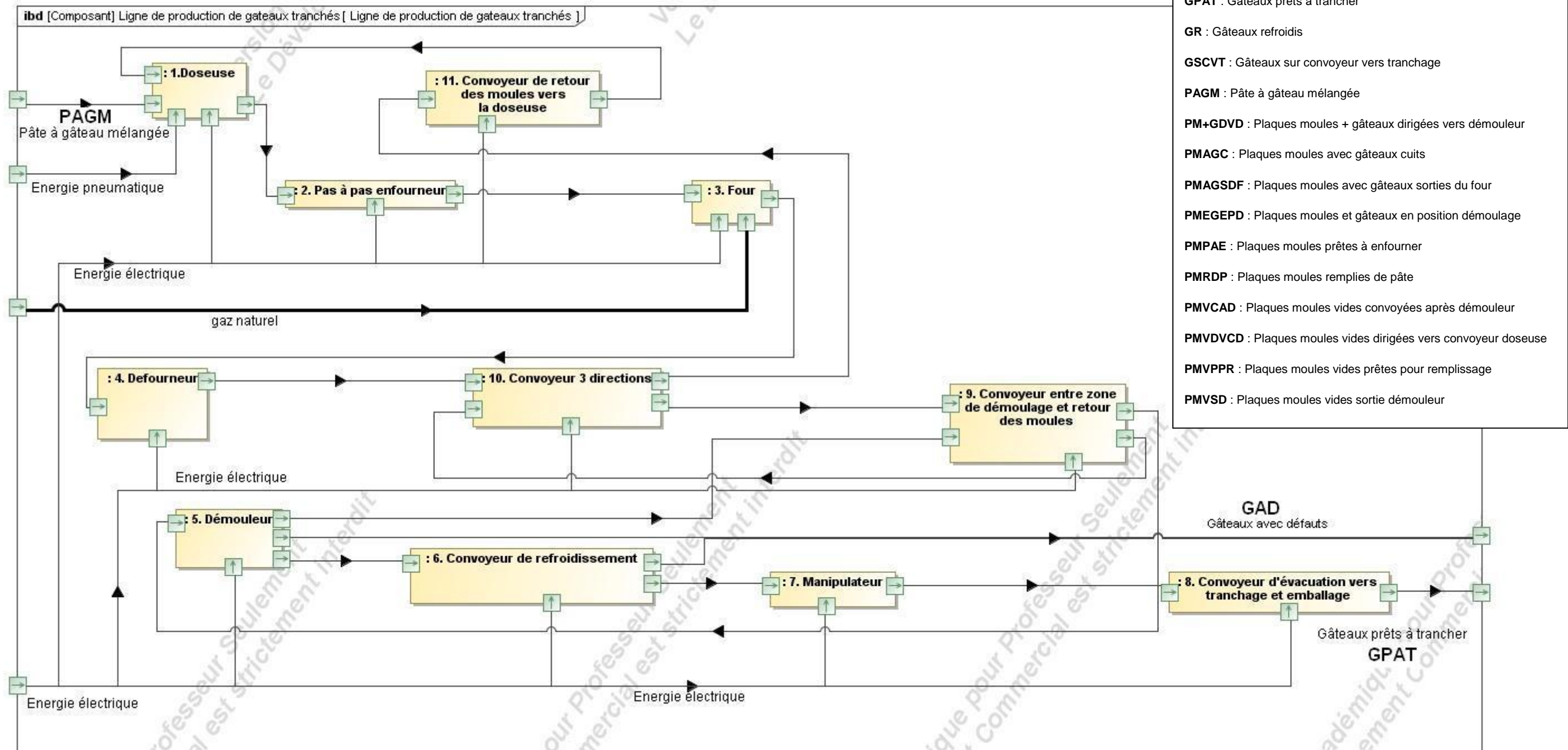
Ce dossier contient les documents DR1 à DR7.

CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)		
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N° 16MS16	Page 10

Q 1.1

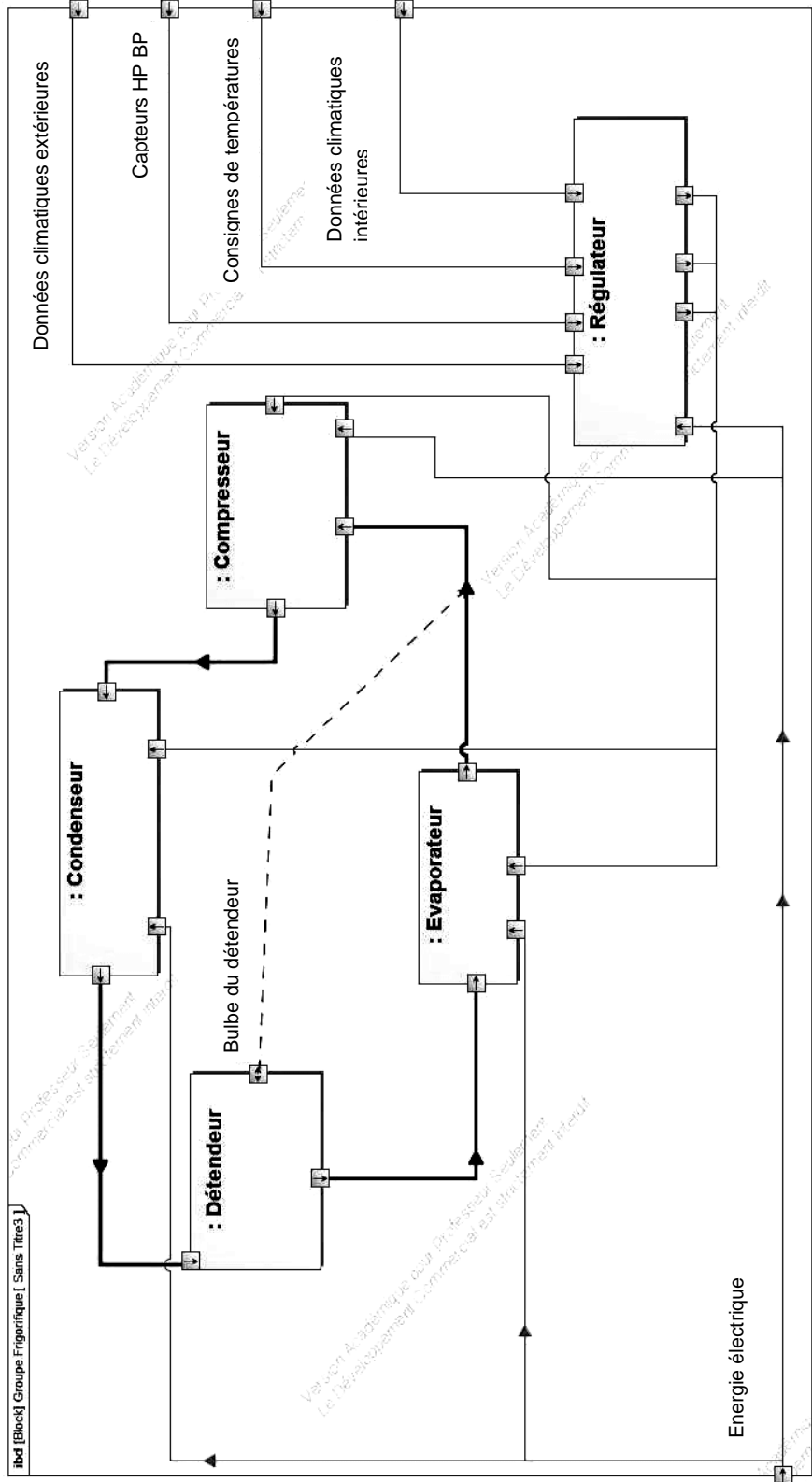


## Q 1.2 et 1.3





Q 2.3 ibd du groupe frigorifique



Rouge : Haute Pression (HP)  
Bleu : Basse Pression (BP )

Q 2.4

Tableau de conformité de l'écart de température du médium ( Air )

$\Delta T \text{ mesuré} \geq \Delta T \text{ constructeur}$  ----- Conforme au process ( C )  
 $\Delta T \text{ mesuré} < \Delta T \text{ constructeur}$  ----- Non Conforme au process ( NC )

Exemple:  
Le 4 mars 2013, le  $\Delta T$  mesuré est de 11. On est bien  $\geq \Delta T$  constructeur => C  
Le 28 mars 2013, le  $\Delta T$  mesuré est de 9. On est bien  $< \Delta T$  constructeur => NC

																														Jours de travail	
mars-13		4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30							20			
Δ T constructeur		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10									
Δ T mesuré		11	10	10	10	10	10	11	12	10	10	12	12	12	12	12	10	10	9	10	9										
NC / C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	NC	C	NC										
avr-13		1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30			20					
Δ T constructeur		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10								
Δ T mesuré																															
NC / C																															
mai-13		1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31	17						
Δ T constructeur		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							
Δ T mesuré			8	14	14	14			13	12	12	11	11	11	11	8	9	9	10	10	11	11	14	14							
NC / C			NC	C	C	C			C	C	C	C	C	C	C	NC	NC	NC	C	C	C	C	C	C							
juin-13		3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28					20					
Δ T constructeur		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10										
Δ T mesuré		11	9	9	11	10	10	9	9	11	10	10	9	9	11	11	10	10	9	9	9										
NC / C		C	NC	NC	C	C	C	NC	NC	C	C	C	NC	NC	C	C	C	C	NC	NC	NC										
juil-13		1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31	20						
Δ T constructeur		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							
Δ T mesuré		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	9	10	9	10	10	10	9	9	9							
NC / C		NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	C	NC	C	NC	C	C	C	NC	NC	NC							

Jours sans mesure

Q 2.6

Intervention dans la zone de refroidissement						
Mois	Temps d'intervention (h)	Nombre d'intervenants moyen	Apport personnel mensuel ( kWh )  (1)	Jours de Production Mensuel  (2)	Heures de Production mensuelle  (h)  (3)	Quantité de chaleur extraite par l'évaporateur ( kWh )  (4)
mars 2013	16	1	3,904	20	140	8120
avril 2013	45	1,2		20		
mai 2013	40	1,2		17		
juin 2013	36	1		20		
juillet 2013	63	1		20		
			(5)			(6)

Notice de remplissage du tableau : Intervention dans la zone de refroidissement

(1) Apport personnel mensuel en ( kWh )= (Nombre d'intervenants moyen x Temps d'intervention x Apport personnel )/1000 . Avec l'apport personnel = 244 W

(3) Heures de production mensuelle en (h) = Jours de production x 7 h

(4) Quantité de chaleur extraite par l'évaporateur ( kWh )= Puissance unitaire évaporateur x Heures de production mensuelle. Avec la puissance unitaire de l'évaporateur = 58kW



Q 2.8

Détermination de la puissance apportée par ouverture

Tb1. Surface totale des ouvertures					
	Nombre	Largeur	Hauteur	Surface	
		mm	mm	m²	
Ouverture entrée convoyage (OA)	1				
Ouverture sortie convoyage (OB)	1				
Porte Arrière (OC)	1				
Total en m²					m²

Tb2. Conditions du bilan thermique				
	Température	Humidité relative ( Hr)	Enthalpie	$\Delta H = h_2 - h_1$
	°C	%	$\text{kJ.kg}^{-1}$	$\text{kJ.kg}^{-1}$
Zone de refroidissement			$h_1 = 33$	
Intérieur du bâtiment			$h_2 = 78$	

Tb3. Débit massique de l'air						
	Vitesse	Vitesse	Surface	Débit volumique	Masse volumique de l'air	Débit massique
Symbole	v	V	S	qv	$\rho$ (air)	qm
Unité	$\text{km.h}^{-1}$	$\text{m.s}^{-1}$	m²	$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	$\text{kg.m}^{-3}$	$\text{kg.s}^{-1}$
Valeur	0,144		5.74		1,15	

Tb4. Détermination de la puissance apportée des ouvertures			
	Débit massique	Variation d'enthalpie	Puissance apportée par les ouvertures
Symbole	qm	$\Delta H = h_2 - h_1$	Ao
Unité	$\text{kg.s}^{-1}$	$\text{kJ.kg}^{-1}$	kW
Valeur			

Données :

$Ao = qm \times \Delta H$

- Ao en kW
- qm en  $\text{kg.s}^{-1}$
- $\Delta H$  en  $\text{kJ.kg}^{-1}$

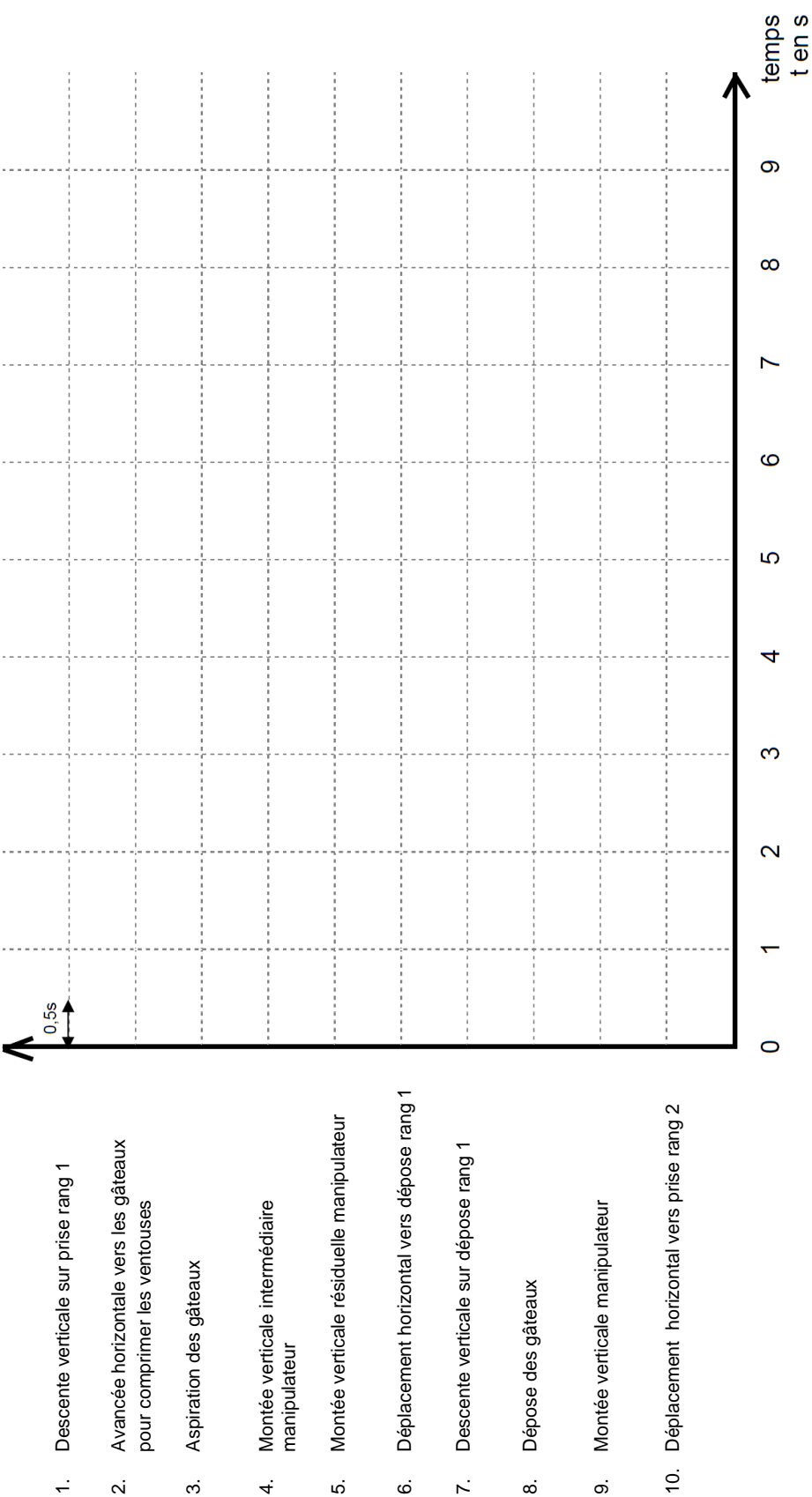
Q 3.1

Tableau donnant le détail du déplacement du rang 1 de gâteaux situé sur le convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation.

	Action	Levage : Déplacement vertical translation sur y		Déplacement longitudinal translation sur x		Groupe d'aspiration	Suppression du vide pour relâcher les gâteaux
		Course	Durée	Course	Durée	Durée	Durée
Rang1	1. Descente verticale sur prise rang 1	- 80mm	0,5s				
	2. Avancée horizontale vers les gâteaux pour compresser les ventouses			+ 40mm	1,5s		
	3. Aspiration des gâteaux					(1)	
	4. Montée verticale intermédiaire manipulateur	+ 30mm	0,4s				
	5. Montée verticale résiduelle manipulateur	+ 50mm	0,6s				
	6. Déplacement horizontal vers dépose rang 1			- 900mm	2,5s		
	7. Descente verticale sur dépose rang 1	- 80mm	0,5s				
	8. Dépose des gâteaux						0,5s
	9. Montée verticale manipulateur	+ 80 mm	0,5s				
	10. Déplacement horizontal vers prise rang 2			(2)	2,8s		

Q 3.2

Diagramme de Gantt des actions correspondantes au détail du déplacement du rang 1 de gâteaux situé sur le convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation



# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## MAINTENANCE DES SYSTÈMES

- systèmes énergétiques et fluidiques
- systèmes éoliens
- systèmes de production

**Session 2016**

### U 41 : Analyse fonctionnelle et structurelle

Durée : 2 heures – Coefficient : 2

## DOCUMENTS TECHNIQUES



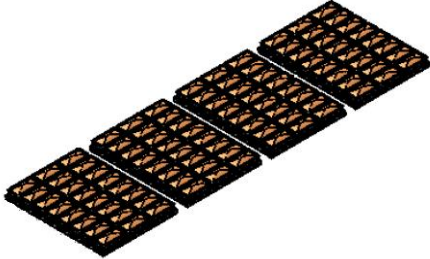

Ce dossier contient les documents DT1 à DT10.



CODE ÉPREUVE : MY41AFS		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
SESSION : 2016	SUJET	ÉPREUVE : U41 ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE (3 options)		
Durée : 2h	Coefficient : 2		SUJET N° 16MS16	Page 17

DT1a Présentation du process




La ligne de production de gâteaux tranchés produit des gâteaux de 250g ou 300g

La réalisation de ces gâteaux tranchés passe par plusieurs étapes. Pour la compréhension du process, vous devez consulter en parallèle le schéma de la ligne de production sur le document DP2 du dossier de présentation.

Étape 1		La pâte à gâteaux mélangée est dosée par 250g ou 300g dans des plaques moules de 24 gâteaux (8x3) par la « <b>doseuse n°1</b> ».
Étape 2	 	Les plaques moules de 24 gâteaux sont rassemblées par largeur de 4 avant d'être enfournées par le « <b>pas à pas enfourneur n°2</b> ».
Étape 3		Les gâteaux sont cuits pendant 44 minutes dans le « <b>four n°3</b> » à gaz ayant une capacité de 120 plaques moules de 24 gâteaux soit 2880 gâteaux. Le débit horaire du four est de 1080kg/heure pour les gâteaux de 250g et de 1178kg/heure pour les gâteaux de 300g.

Étape 4		Les plaques moules de 24 gâteaux cuits sont sorties du four par rangées de 4 par le « <b>défourneur n°4</b> ».
Étape 5		Les 4 plaques moules de 24 gâteaux cuits sont emmenées vers le « <b>démouleur n°5</b> » par le « <b>convoyeurs 3 directions n°10</b> » et le « <b>convoyeur entre zone démoulage et retour des moules n°9</b> ».

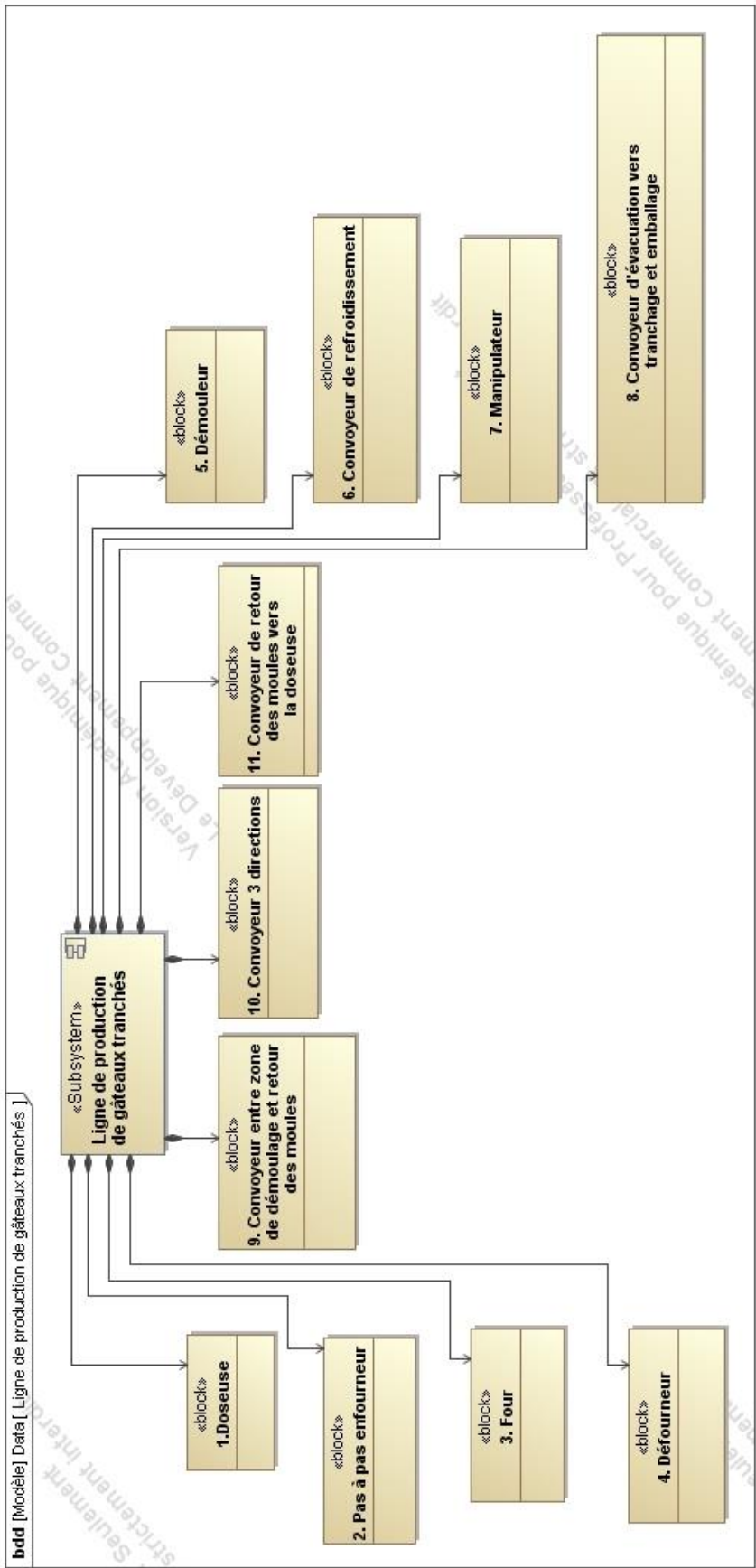
DT1b Présentation du process		
Étape 6		<p>Les 96 gâteaux sont démoulés des 4 plaques moules en deux fois 48 (4 rangées de 12 gâteaux) pour être déposées sur 2 grilles appelées balancelles par le « <b>démouleur n°5</b> ». Chaque grille balancelle contient donc 48 gâteaux. Le démoulage s'effectue par aspiration des gâteaux.</p> <p>Ci-dessous la représentation d'une grille balancelle contenant 48 gâteaux.</p> 
		<p>Les 4 plaques moules vides sont ensuite convoyées du « <b>démouleur n°5</b> » vers la « <b>doseuse n°1</b> » en repassant dans l'autre sens par le « <b>convoyeur entre zone de démoulage et retour des moules n°9</b> » puis par le « <b>convoyeur 3 directions n°10</b> » et enfin par le « <b>convoyeur de retour des moules vers la doseuse n°11</b> ».</p>

Étape 7		<p>Les grilles balancelles portant les 48 gâteaux passent ensuite dans le « <b>convoyeur de refroidissement n°6</b> » pour que les gâteaux y soient refroidis pour pouvoir être tranchés. Le temps de refroidissement doit être au moins égal à 3 fois le temps de cuisson.</p>
Étape 8		<p>Les 48 gâteaux se trouvant sur une balancelle en sortie de « <b>convoyeur de refroidissement n°6</b> » sont déplacés sur le « <b>convoyeur d'évacuation vers tranchage et emballage n°8</b> ». Ce transfert s'effectue par rang de 12 gâteaux à l'aide de la rampe d'aspiration située sur le « <b>manipulateur n°7</b> ».</p>
Étape 9		<p>Les 4 rangées de 12 gâteaux ainsi transférés sur le « <b>convoyeur d'évacuation vers tranchage et emballage n°8</b> » sont ensuite dirigées vers la zone de tranchage et d'emballage.</p>

La zone de tranchage et d'emballage n'est pas détaillée dans cette présentation.

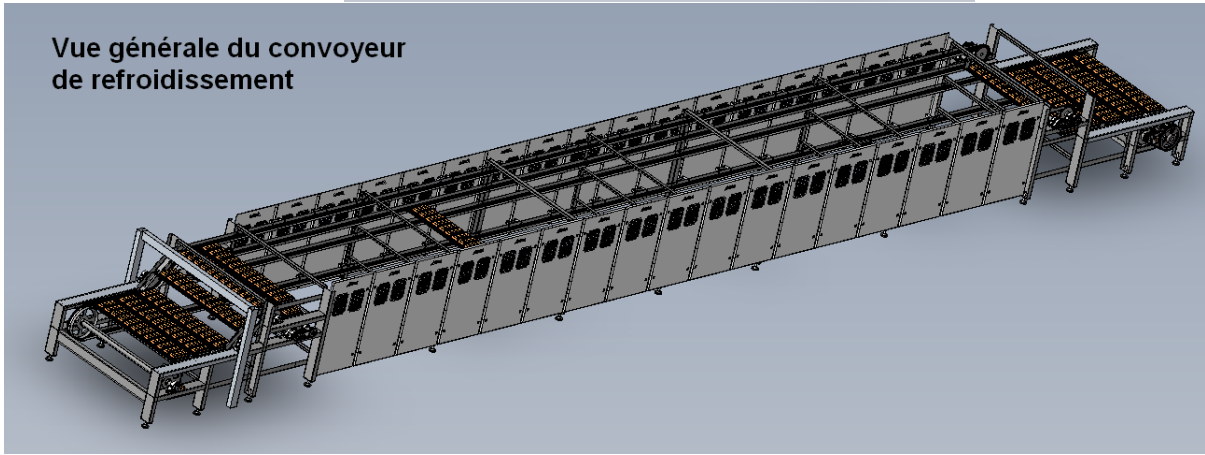
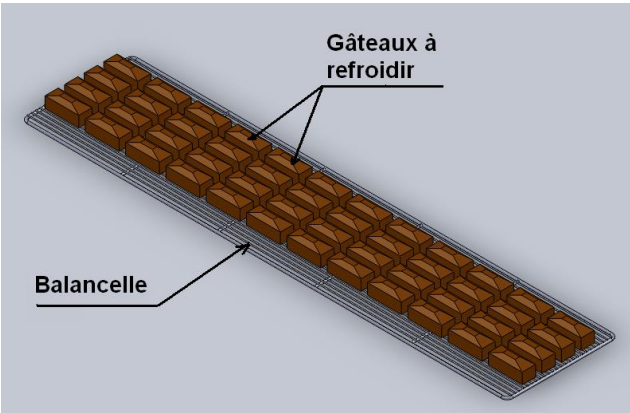


DT2 Diagramme bdd de la ligne de production de gâteaux tranchés

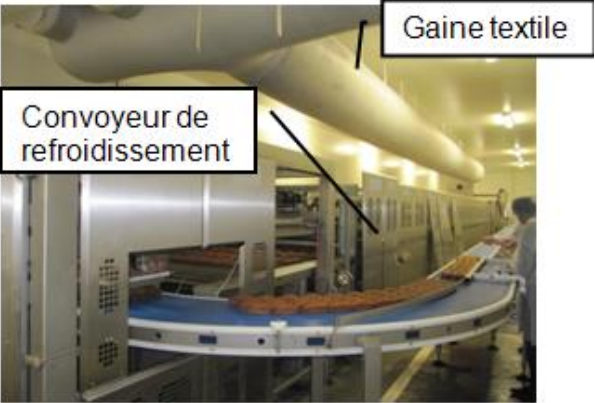
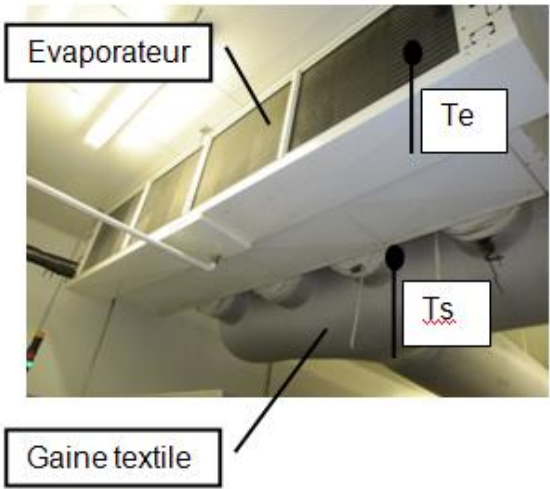


DT3 Présentation de la zone de refroidissement des gâteaux

Comme vu dans le document DT1, les gâteaux disposés sur des grilles appelées balancelles circulent dans le convoyeur de refroidissement.



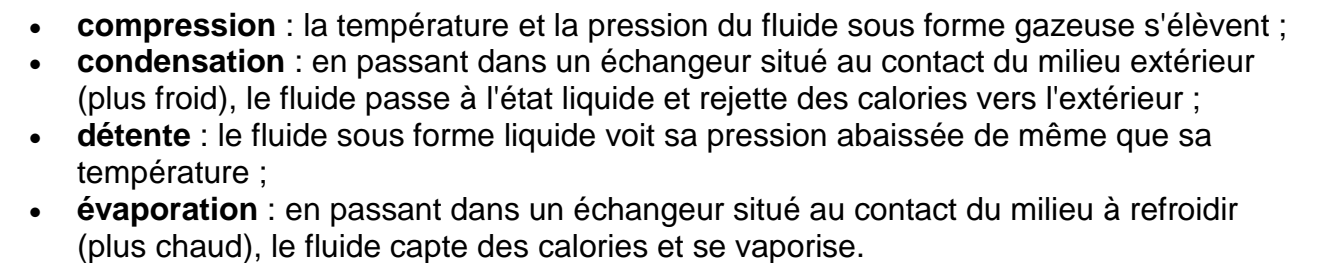
La pièce dans laquelle se trouve le convoyeur est refroidie par un groupe frigorifique dont l'évaporateur est monté au plafond. Il diffuse l'air frais par l'intermédiaire d'une gaine textile montée sur celui-ci et dont la longueur correspond au convoyeur de refroidissement. L'air frais peut ainsi arriver directement sur le dessus du convoyeur et atteindre les gâteaux à refroidir.




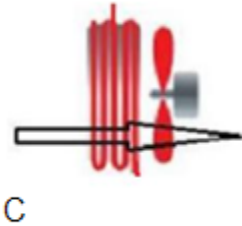



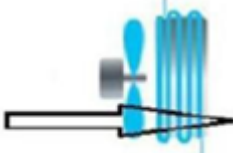
Plan view diagram of a conveyor system layout. The diagram shows a long conveyor belt with several sections and turns. Key dimensions and labels include:

- Dimensions:** 18450, 17950, 743.3, 1500, Rayon = 344.2, Rayon = 124, 20000, 22550.
- Labels:**
  - Côté table d'entrée du convoyeur de refroidissement (Left side)
  - Côté table de sortie du convoyeur de refroidissement (Right side)
  - 1ère balancelle équipée de gâteaux à refroidir (Top left section)
  - 1ère balancelle vide sur le trajet retour (Bottom right section)
  - Dernière balancelle avec gâteaux prêts à sortir du convoyeur (Bottom left section)
- Legend:**
  - Sens de circulation des balancelles (Direction of circulation of the conveyors)
  - Curved arrow: Direction of circulation
  - Straight arrow: Direction of circulation



DT6 Tableau descriptif des éléments de l’installation frigorifique

Désignation	Représentation	Fonction	Rôle
Compresseur		Comprimer le fluide frigorigène de la basse pression (BP) à la haute pression (HP)	<p>Elément moteur d'une machine thermodynamique à compression qui assure deux fonctions.</p> <p>La première est la compression à l'état de gaz du fluide frigorigène de la basse à la haute pression.</p> <p>La seconde correspond à la mise en circulation du fluide frigorigène dans le circuit frigorifique.</p>
Condenseur		Évacuer l'énergie vers l'extérieur	<p>Le condenseur est un échangeur thermique.</p> <p>À la sortie du condenseur, le fluide frigorigène s'est refroidi, conserve sa pression, mais change d'état.</p> <p>Comme son nom l'indique, le condenseur va faire passer le fluide frigorigène de l'état gazeux à l'état liquide, c'est le phénomène de condensation.</p> <p>Un condenseur se présente la plupart du temps sous forme d'un échangeur muni d'une multitude d'ailettes destinées à augmenter la surface d'échange thermique.</p> <p>Le condenseur est la partie qui évacue de la chaleur à l'extérieur.</p> <p>Dans le caisson extérieur est intégré l'échangeur condenseur avec son ventilateur et le groupe compresseur.</p>

Désignation	Représentation	Fonction	Rôle
Détendeur et son bulbe		Détendre le fluide frigorigène de la haute pression (HP) à la basse pression (BP)	<p>Le détendeur est un élément passif du circuit frigorifique mais essentiel pour réaliser le cycle de compression/détente permettant de transférer l'énergie de l'évaporateur au condenseur.</p> <p>C'est lui qui assure le changement d'état du fluide, de l'état liquide à l'état gazeux en abaissant brusquement la pression à l'entrée de l'évaporateur.</p> <p>Le bulbe doit être positionné en fin d'évaporateur pour assurer une alimentation en fluide en fonction des apports externes et maintenir une surchauffe (SR) correcte.</p>
Évaporateur		Capter l'énergie de l'intérieur	<p>L'évaporateur est l'échangeur du circuit frigorifique qui va céder du froid au profit de l'air dans le cas d'un circuit à détente directe.</p> <p>En amont de l'évaporateur le détendeur du circuit frigorifique permet de décompresser le fluide frigorigène. Au cours du passage dans l'évaporateur, le fluide frigorigène passe de l'état liquide à l'état gazeux, c'est le phénomène d'évaporation qui produit ainsi du froid.</p> <p>Ce changement d'état produit un brusque refroidissement du fluide qui va se réchauffer tout au long du passage dans l'évaporateur, captant la chaleur du milieu dans lequel il est (fluide caloporteur, ou air).</p> <p>Comme le condenseur, l'évaporateur se présente la plupart du temps sous forme d'une batterie échangeur munie d'ailettes destinées à augmenter la surface d'échange thermique afin de diffuser avec le meilleur rendement l'énergie frigorifique.</p>

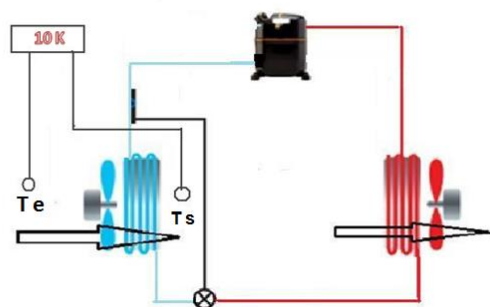
DT7 Tableau des ΔT médium mesurés dans la zone de convoyage

ΔT médium

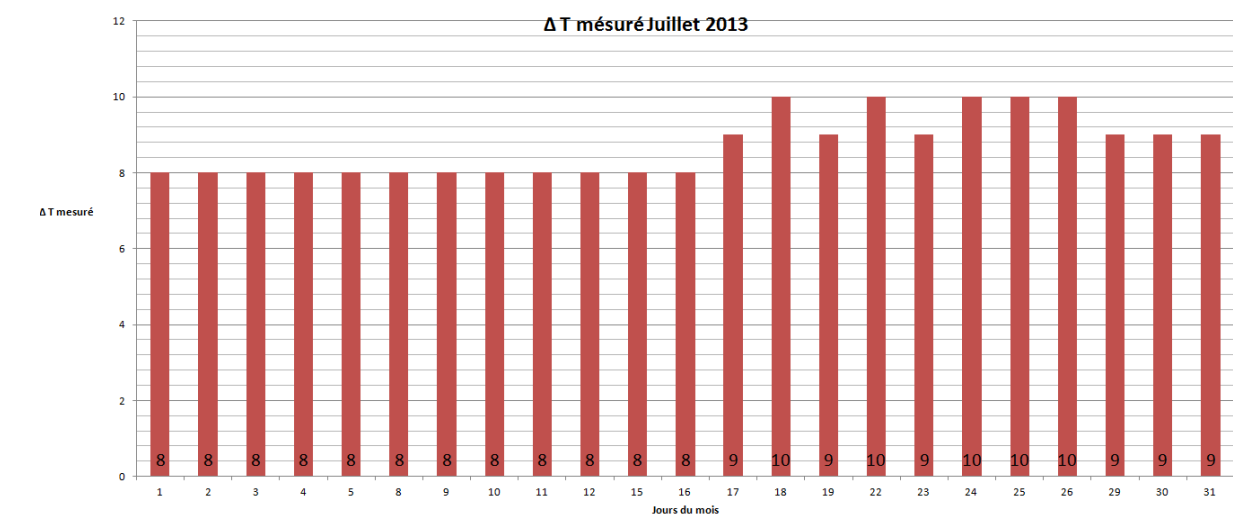
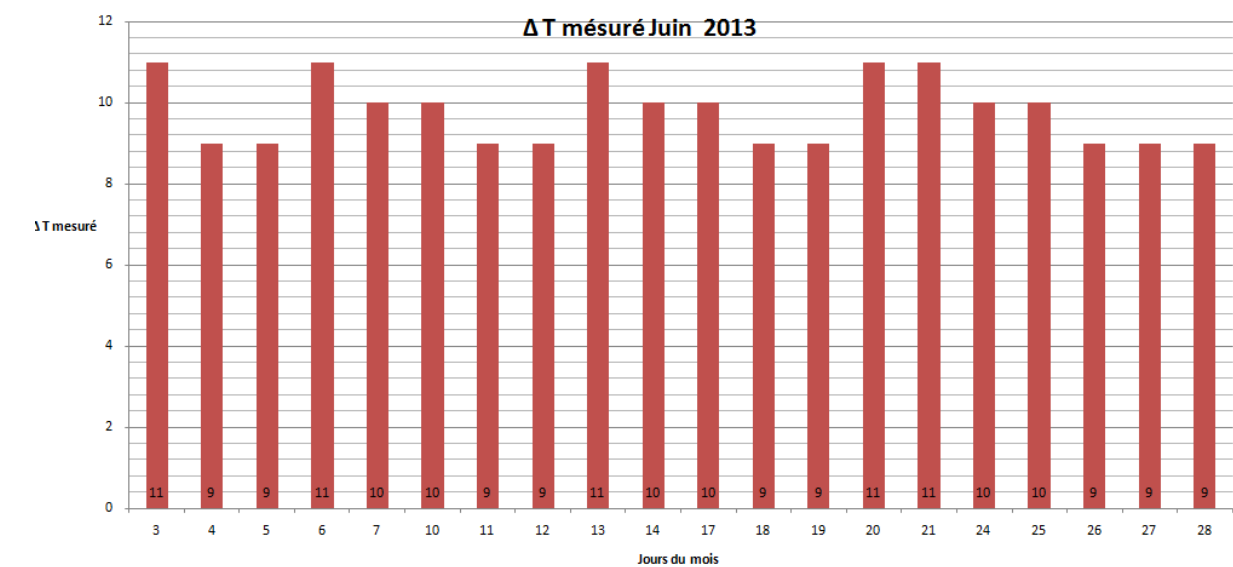
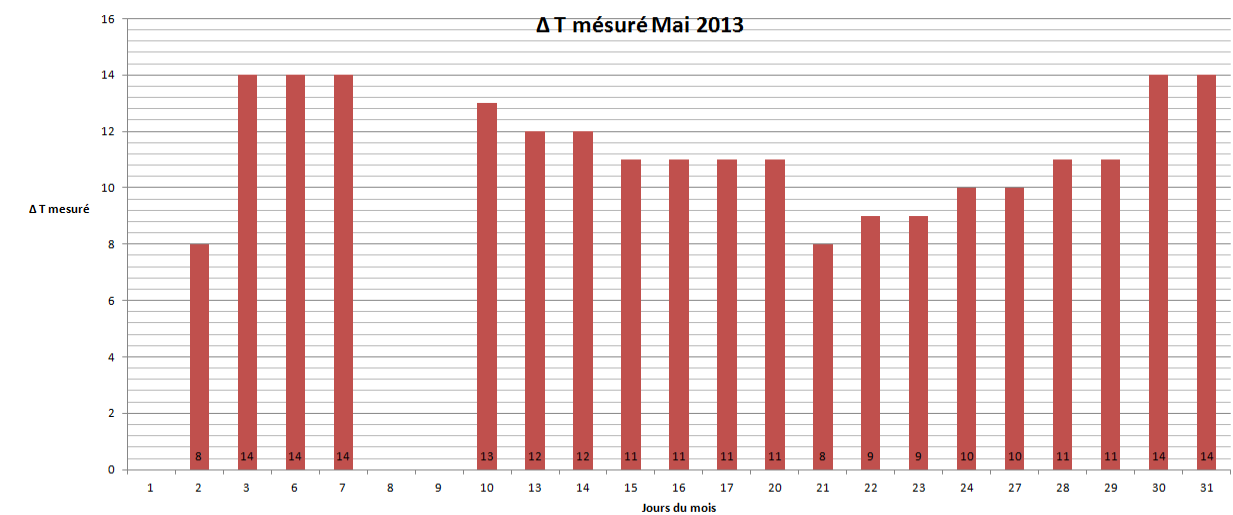
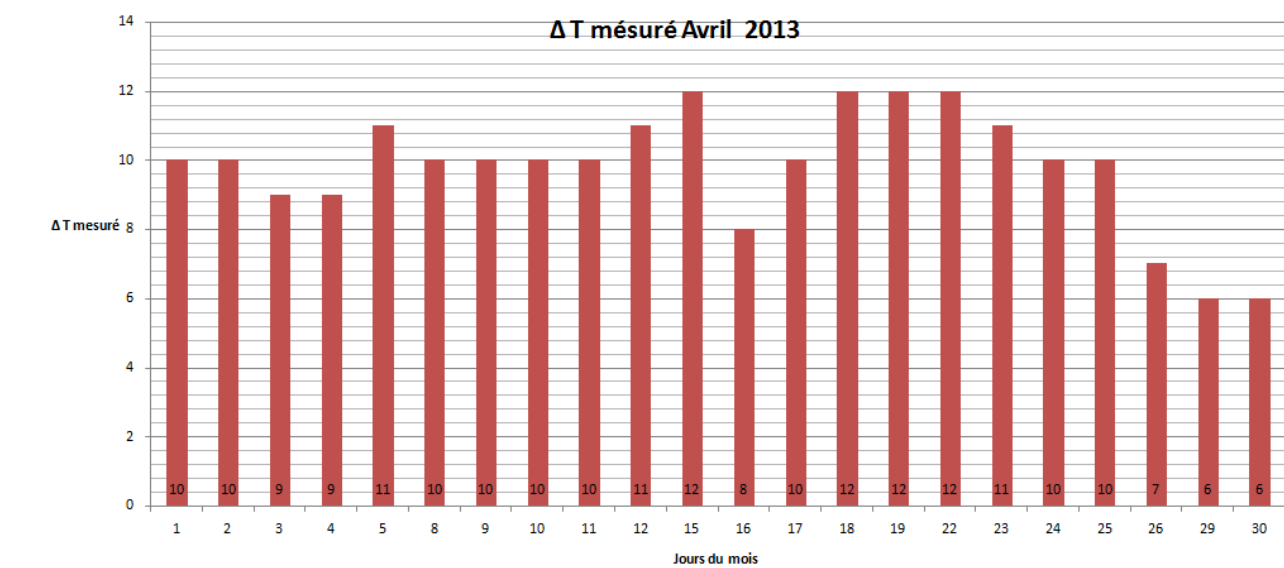
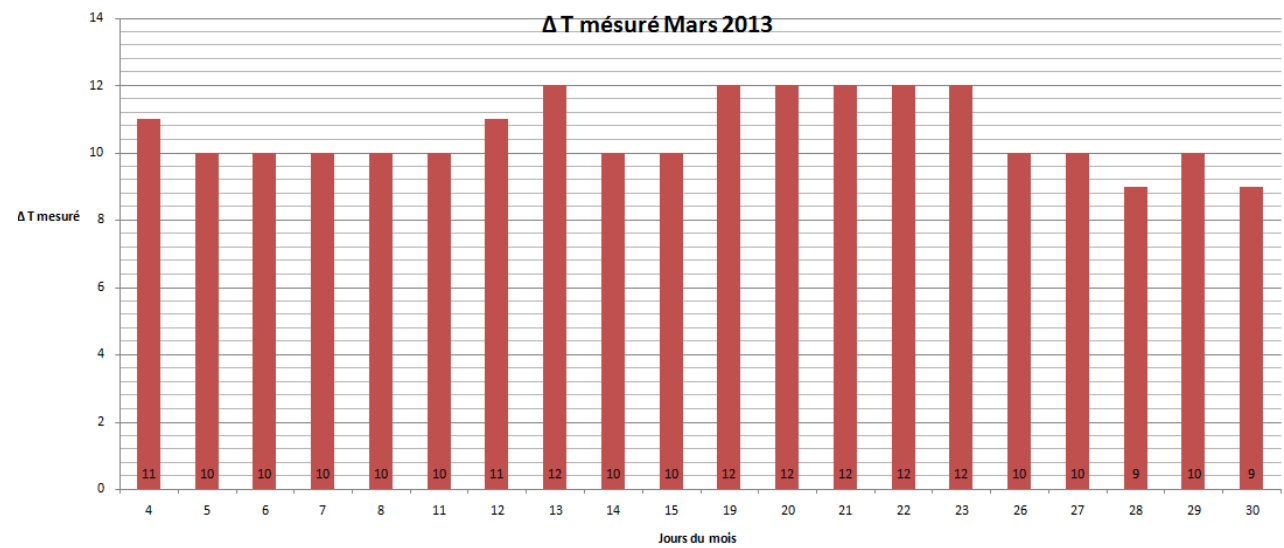
Mesure effectuée sur l'air, de part et d'autre de l'évaporateur.

$\Delta T \text{ médium} = \text{Température entrée de l'air (Te)} - \text{Température sortie de l'air (Ts)}$

ΔT médium donnée en K (1K = 273.15°C)

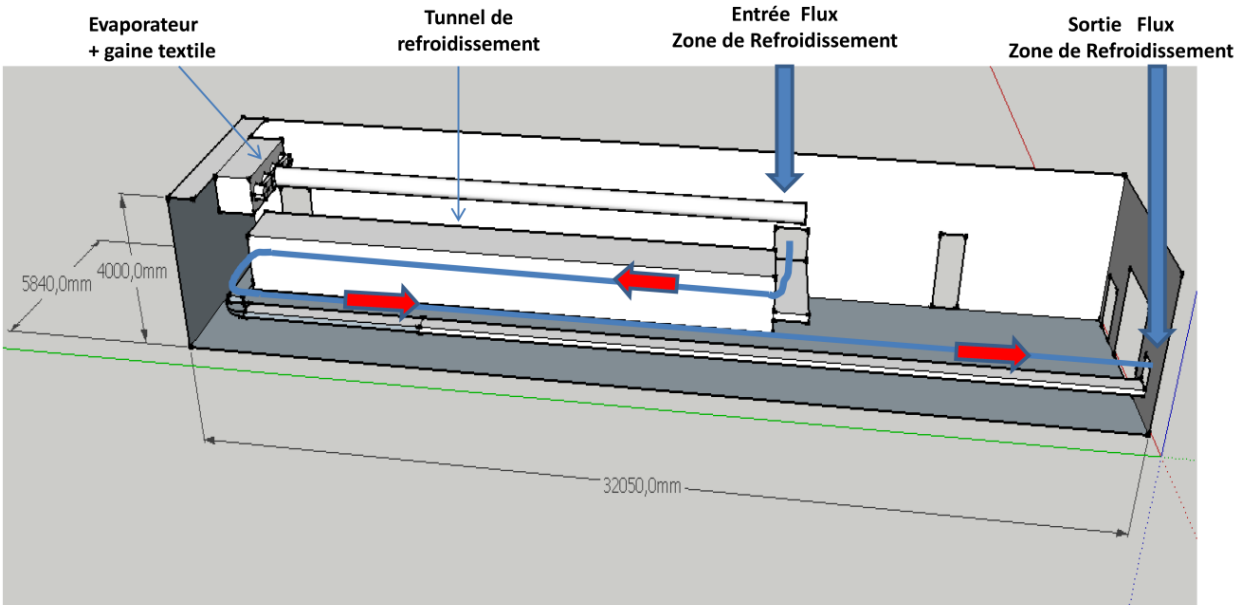


Les valeurs des mois de Mars, Mai, Juin et Juillet 2013 seront prises pour exemple sur le document réponse DR 5.



DT8 Plans de la zone de refroidissement

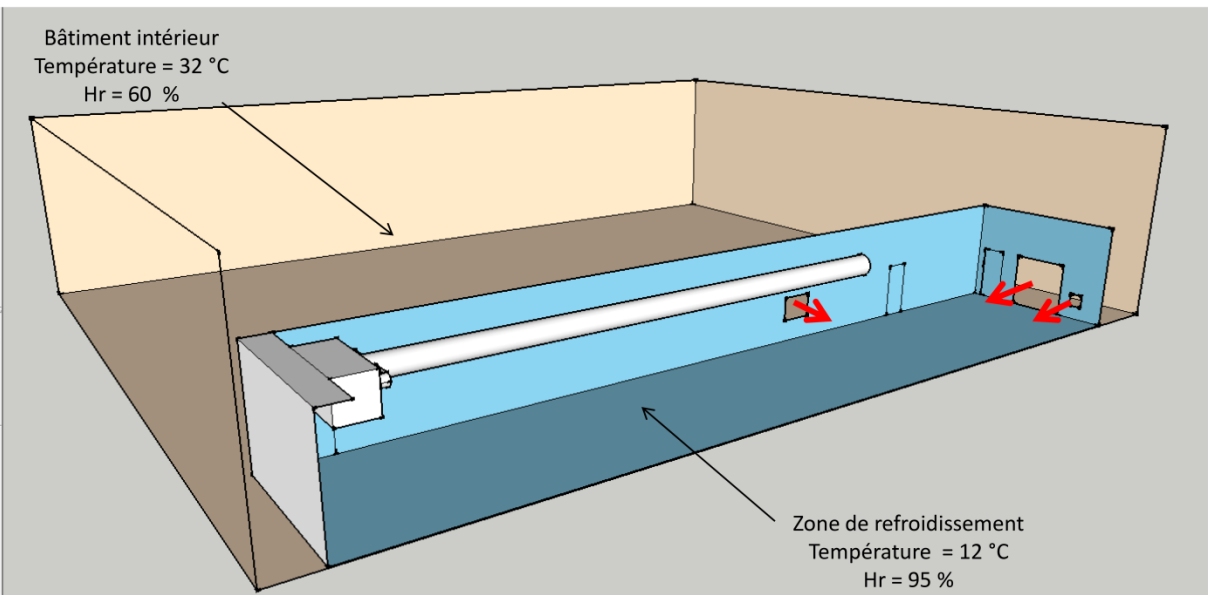
Zone de refroidissement



➡ Flux de petits gâteaux dans la zone de refroidissement

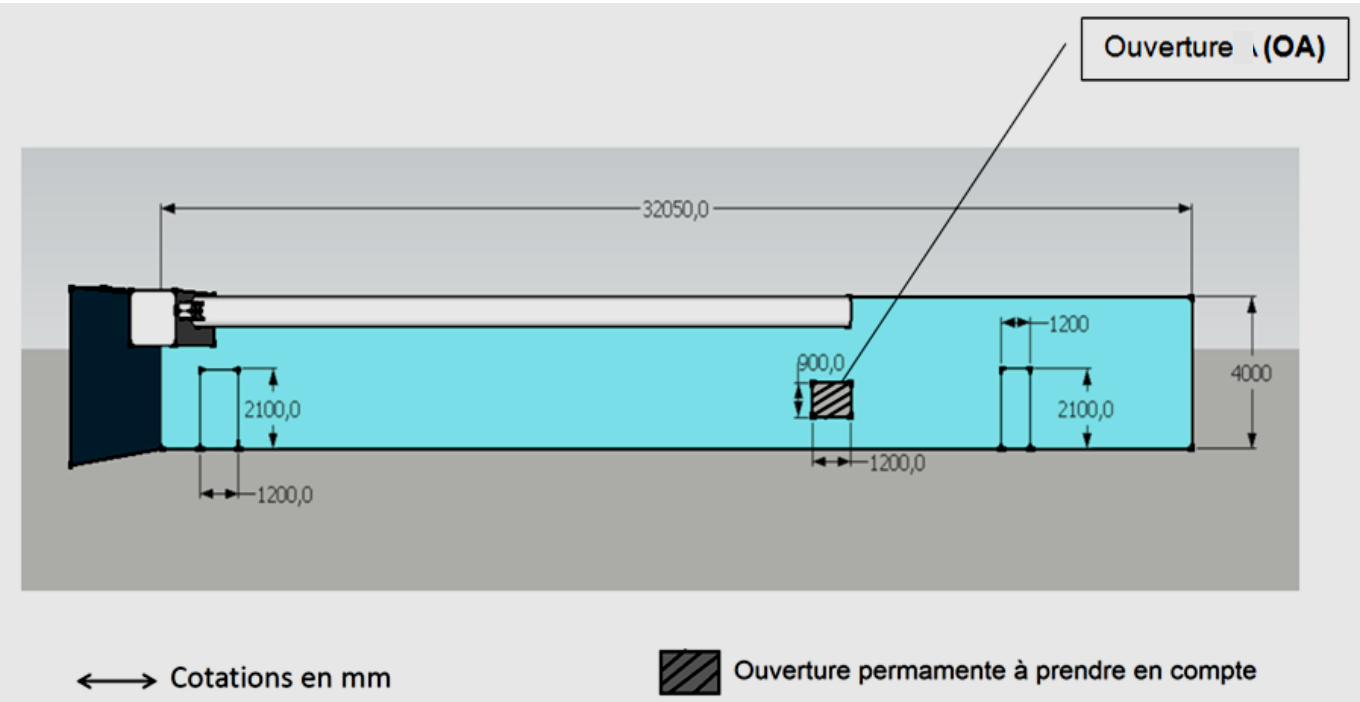
Les côtes indiquées sur le dessin sont en mm.

Zone de refroidissement sans la ligne de convoyage

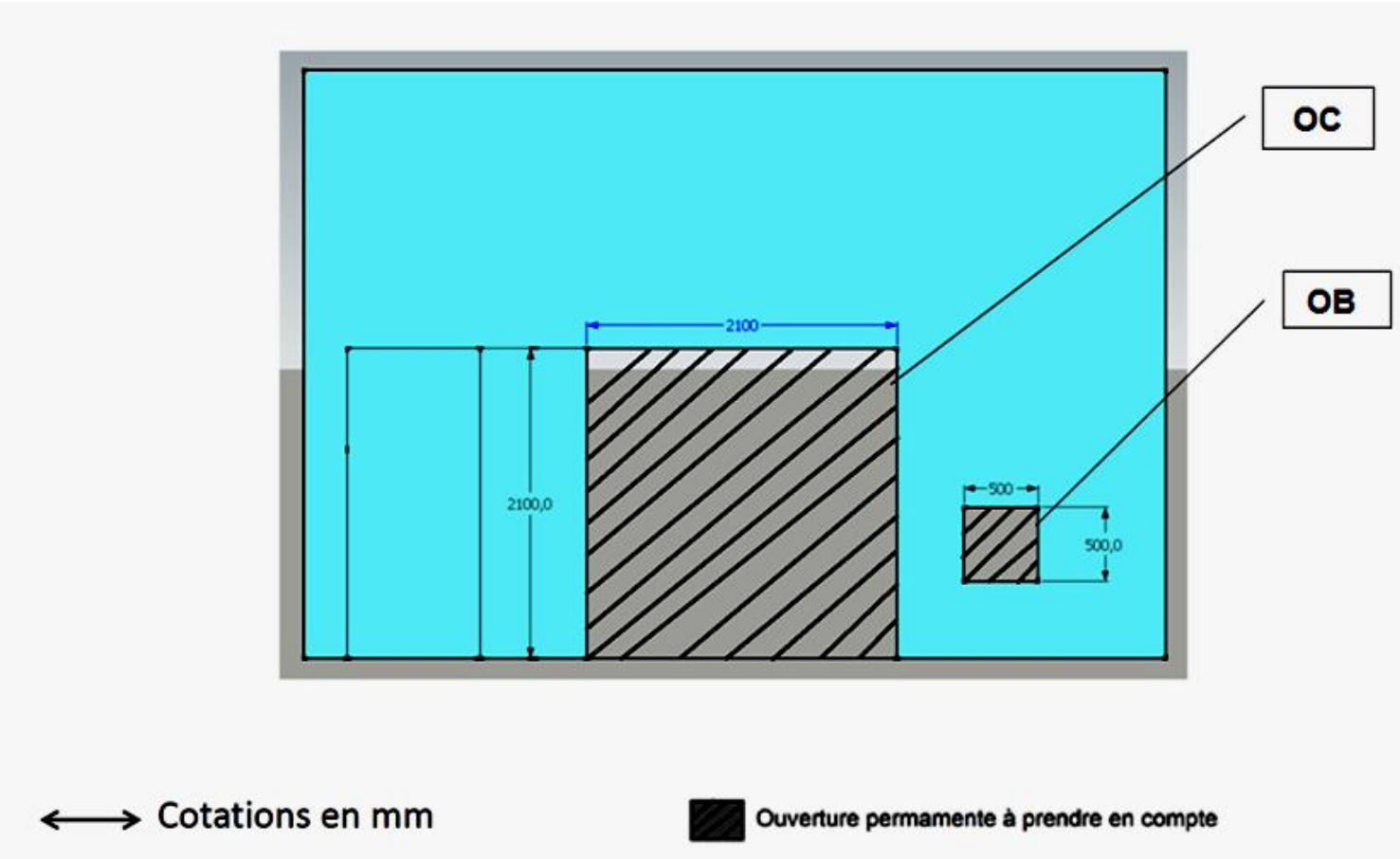


➡ Flux de chaleur provenant des ouvertures

Zone de refroidissement sans la ligne de convoyage en vue de face



Zone de refroidissement sans la ligne de convoyage en vue de droite

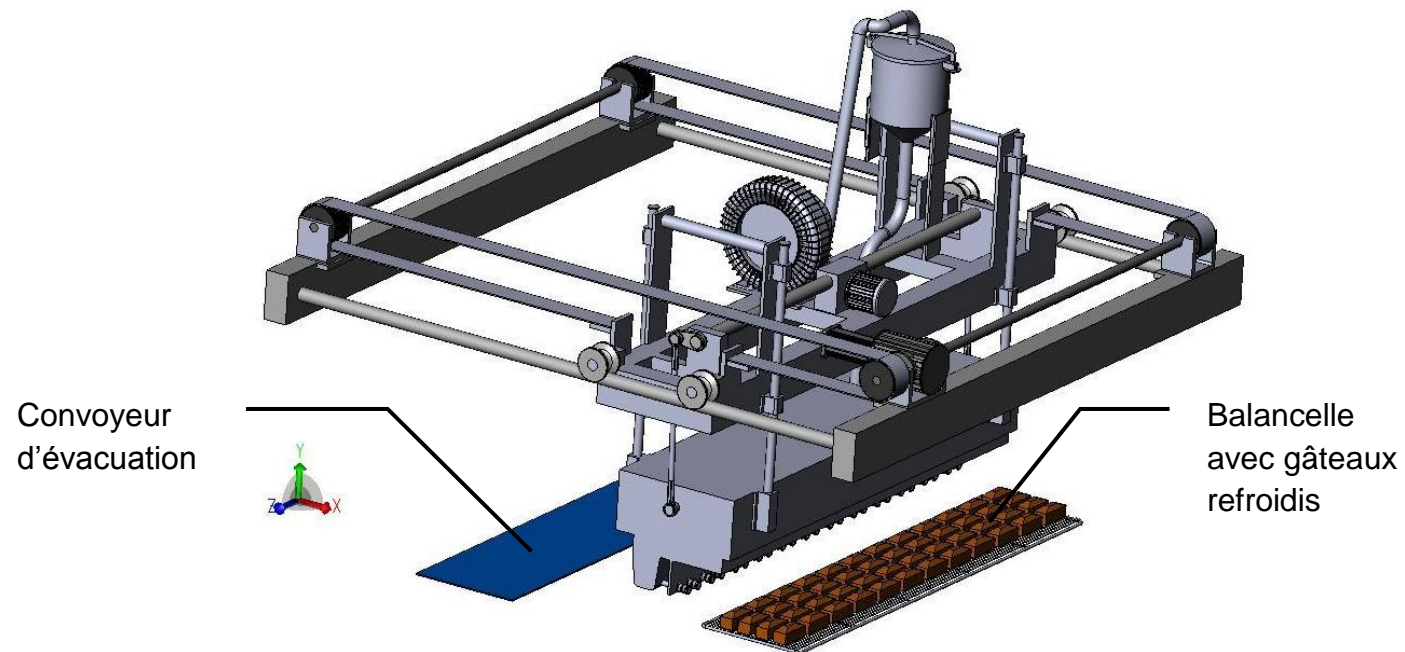




### DT9a Présentation et différentes vues du manipulateur 7

#### Vue 3D du manipulateur 7

Le manipulateur 7 permettant de déplacer les gâteaux situés sur les balancelles en sortie de convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation est représenté en 3 D ci-dessous. Il utilise un procédé d'aspiration par le vide des gâteaux à l'aide de ventouses à contact alimentaire.



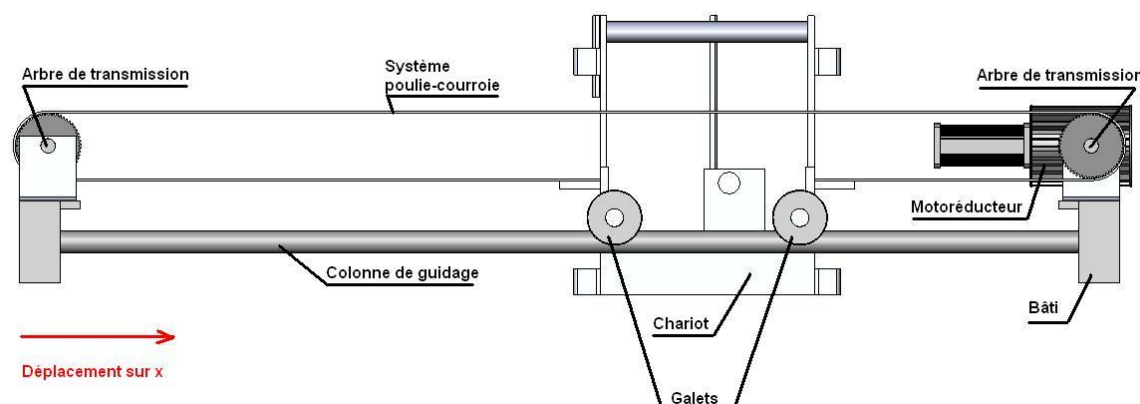
#### Chaîne cinématique permettant le déplacement du chariot du manipulateur sur x

Les autres pièces du manipulateur ont été cachées.

La chaîne cinématique est la suivante :

**Motoréducteur → arbres de transmission → Système poulie-courroie → Chariot.**

Ce chariot est guidé en translation par 4 galets sur deux colonnes de guidage du bâti.



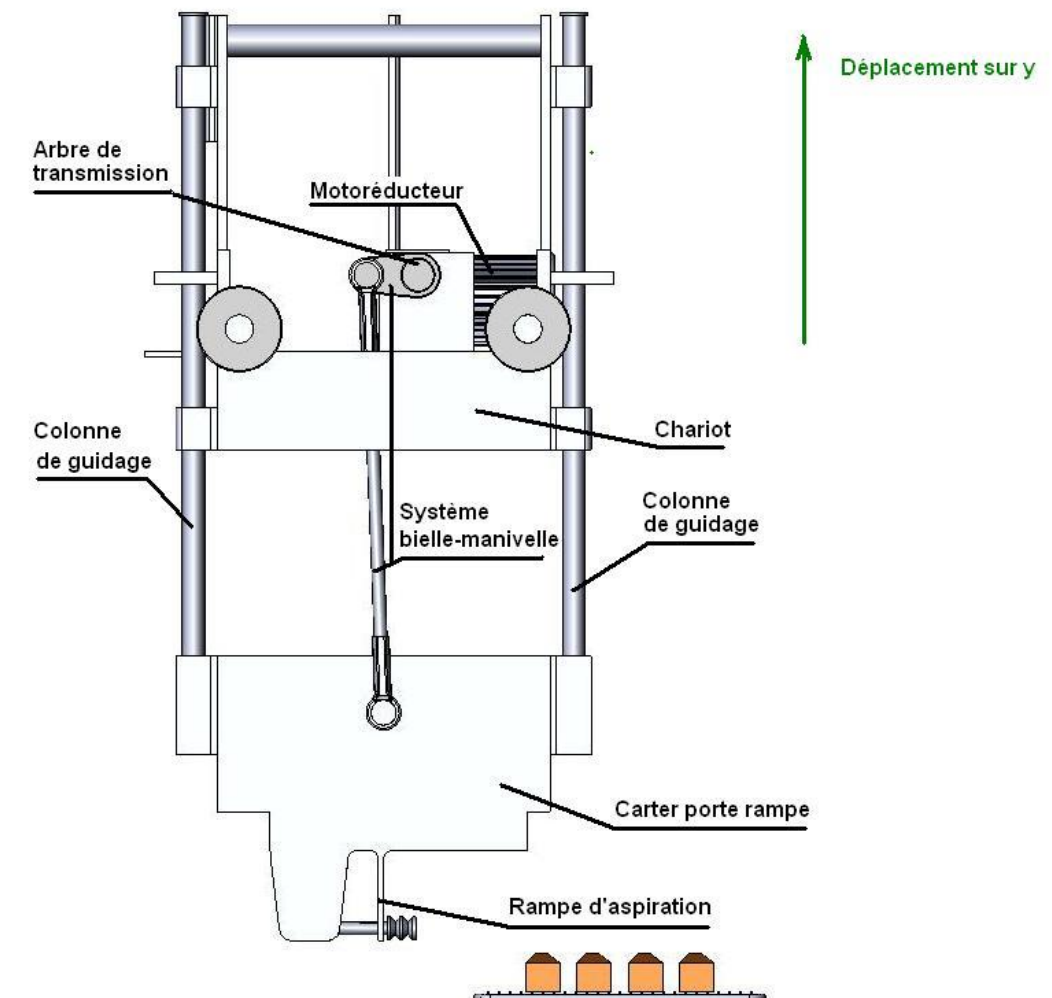
#### Chaîne cinématique permettant le déplacement sur y de la rampe d'aspiration

Les autres pièces du manipulateur ont été cachées.

La chaîne cinématique est la suivante :

**Motoréducteur → arbre de transmission → Système bielle-manivelle → Carter porte rampe → Rampe d'aspiration.**

Le carter porte rampe est guidé en translation par rapport au chariot par 4 colonnes de guidage.

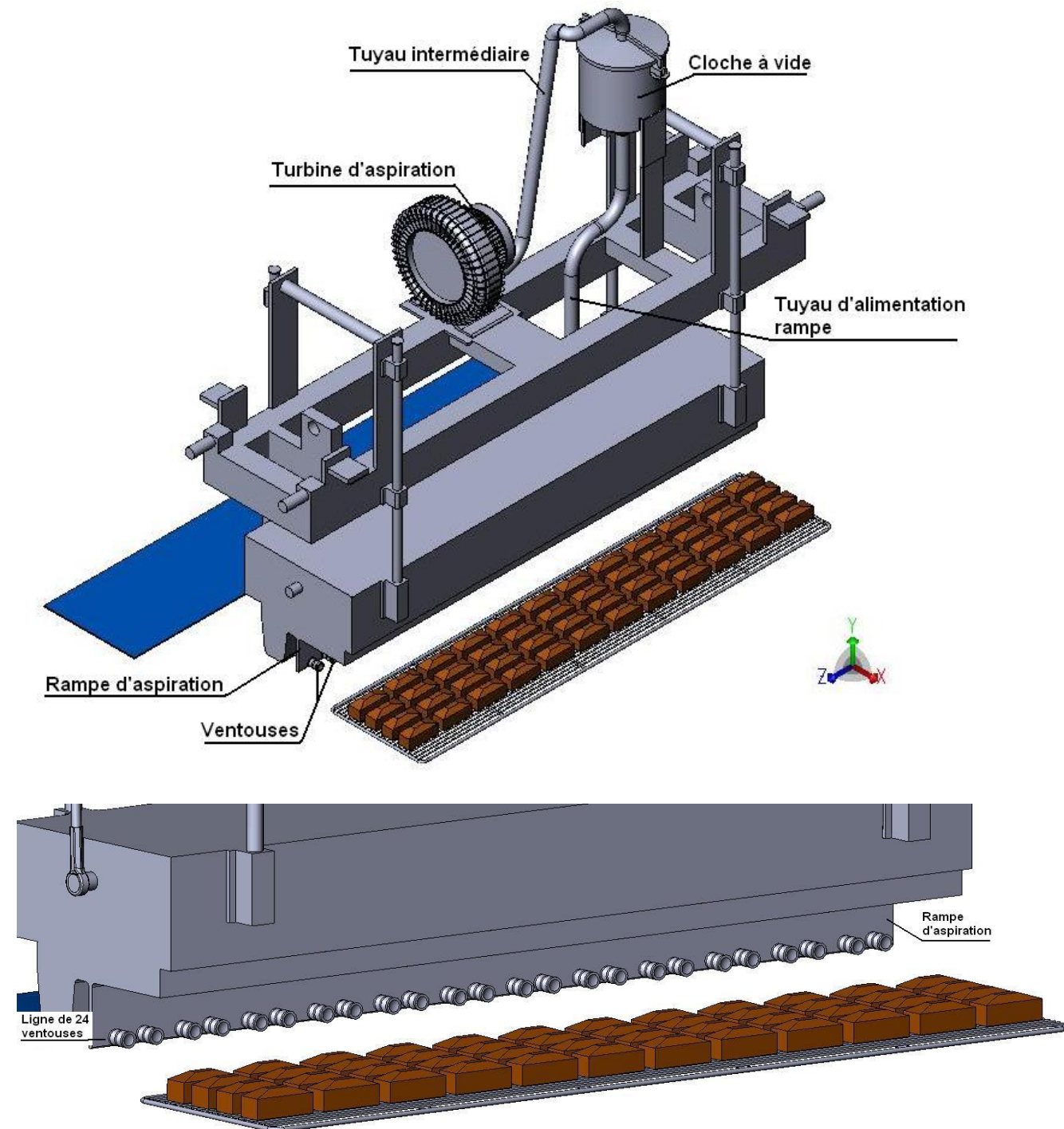


## DT9b Présentation et différentes vues du manipulateur 7

Chaîne permettant l'aspiration des gâteaux

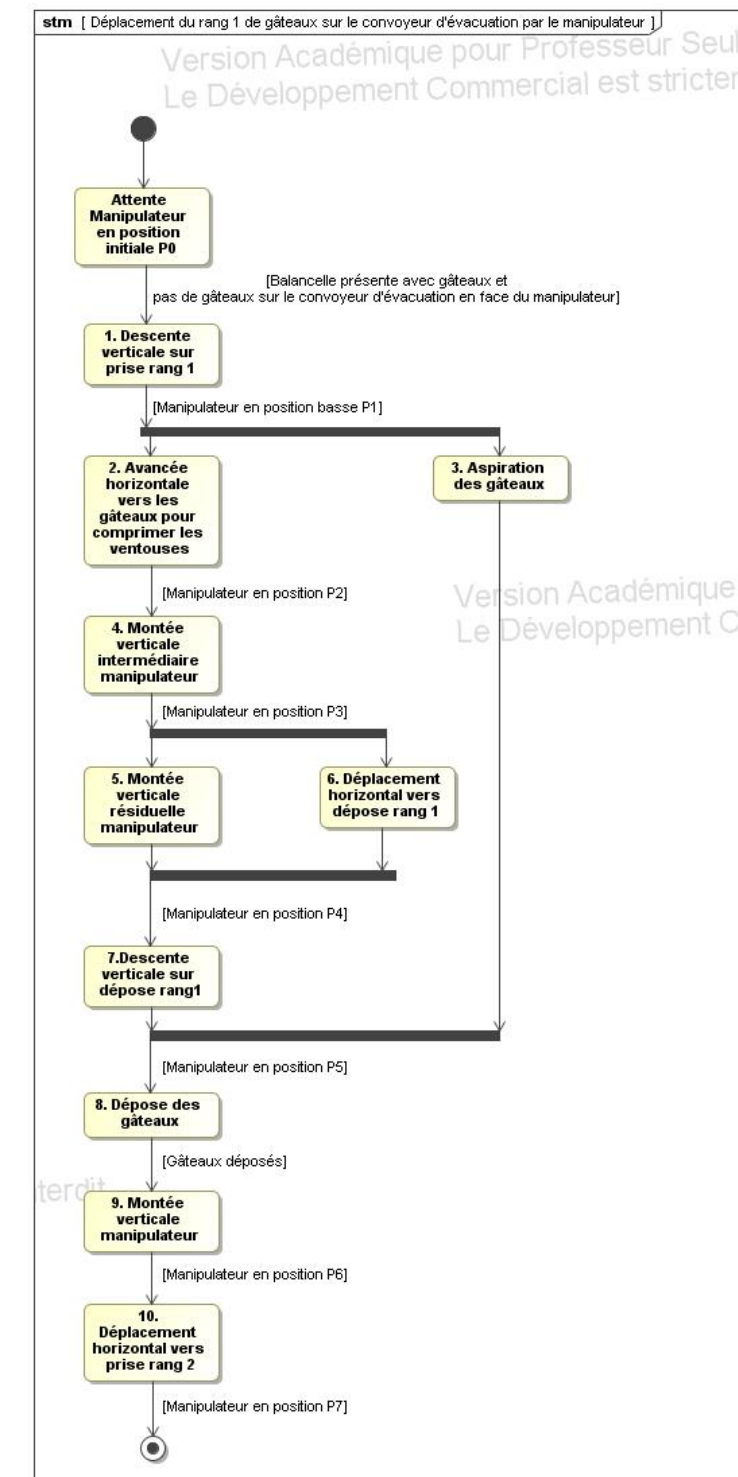
Cette chaîne est composée des éléments suivants :

**Turbine d'aspiration → tuyau intermédiaire → cloche à vide → tuyau d'alimentation rampe → Rampe d'aspiration → ligne de 24 ventouses (2 par gâteau).**



## DT 10a Détail du cycle de déplacement des gâteaux du convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation

Le schéma de la page suivante représente le cycle de déplacement du rang 1 de gâteaux de la balancelle en sortie de convoyeur de refroidissement vers le convoyeur d'évacuation. Ce cycle est décrit de manière temporelle par le diagramme état transition « stm » ci-dessous.





Déplacement sur y positif

Déplacement sur x négatif

Déplacement sur x positif

Déplacement sur y négatif

Convoyeur d'évacuation

Rang 1 de gâteaux sur convoyeur d'évacuation

Balancelle + 4 rangs de gâteaux refroidis

Rang 1 Rang 2 Rang 3 Rang 4

81mm

Points de mesure :  $P_0, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}$

Combinaisons : 5+6, 10