



# PLANS ET DEVIS DE SYSTÈMES DE SÉCHAGE D'AIL

Projets réalisés en Chaudière-Appalaches

Yves Bédard, ing., MAPAQ

Collaboration de Jocelyn Marceau, ing. (retraité)

# PLAN DE LA PRÉSENTATION



## Présentation de quatre (4) séchoirs réalisés en Chaudière-Appalaches et en Montérégie\* (2018-2020)

- Potager France Marcoux (1 500 kg) – bulbes d’ail avec les fanes
- L’Artisan d’ail (500 à 1000 kg) – bulbes d’ail seulement
- Potager Therrien (500 à 1000 kg) – bulbes d’ail avec les fanes
- Ferme Ail Ail Ail\* (8 500 à 13 500 kg) – bulbes d’ail avec les fanes

\* Modification d’un séchoir existant.

# POTAGER FRANCE MARCOUX

**Projet PADAAR (1 500 kg avec les fanes) initié par :**

- Jocelyn Marceau, ing., M. Sc., MAPAQ
- Jenny Leblanc, agronome, MAPAQ

## **Objectifs du projet :**

- Construire un séchoir pour l'ail adapté des plans types (C. Vigneault, ing., Ph. D., et Jocelyn Marceau, ing., M. Sc.).
- Mettre en pratique les recommandations de conditionnement de l'ail formulées (C. Vigneault).
- Évaluer les bénéfices obtenus grâce au conditionnement et au séchage de l'ail selon les recommandations.

# POTAGER FRANCE MARCOUX

**Projet PADAAR (1 500 kg avec les fanes) initié par :**

- Jocelyn Marceau, ing., M. Sc., MAPAQ
- Jenny Leblanc, agronome, MAPAQ

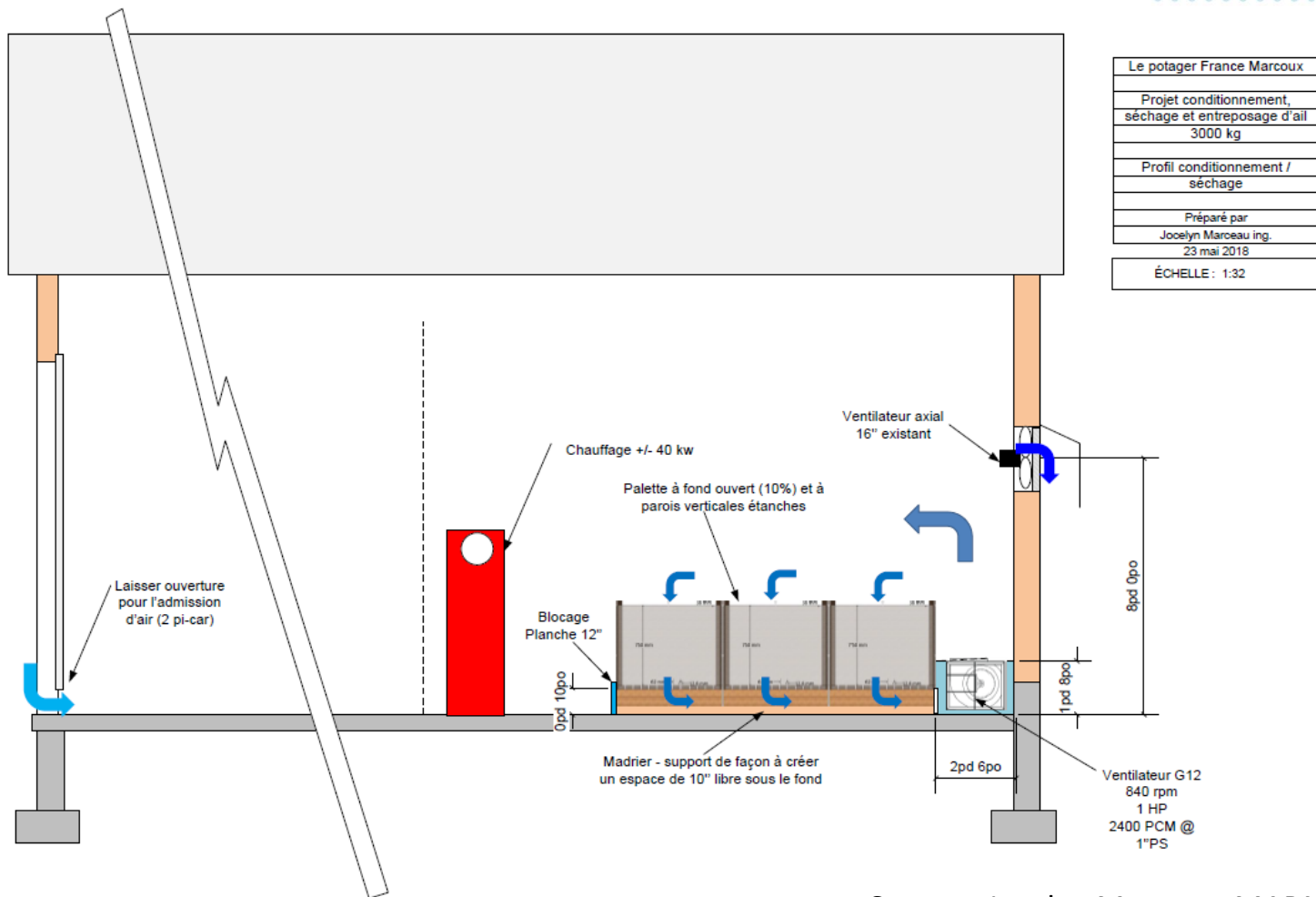
## **Objectifs du projet :**

- Construire un séchoir pour l'ail adapté des plans types (C. Vigneault, ing., Ph. D., et Jocelyn Marceau, ing., M. Sc.).
- Mettre en pratique les recommandations de conditionnement de l'ail formulées (C. Vigneault).
- Évaluer les bénéfices obtenus grâce au conditionnement et au séchage de l'ail selon les recommandations.



Source : Jocelyn Marceau, MAPAQ

# Garage existant de 18 m sur 12 m

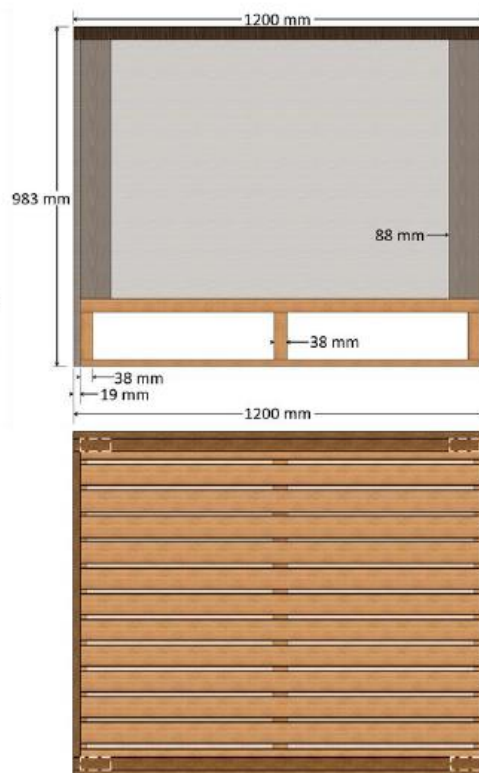
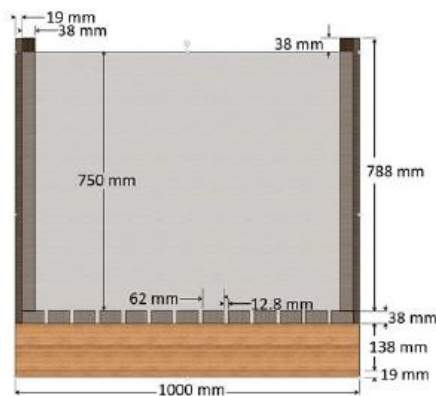


Source : Jocelyn Marceau, MAPAQ



Source: Jenny Leblanc, MAPAQ

# Plans de Palox



Le potager France Marcoux
Projet conditionnement, séchage et entreposage d'ail
Palette pour l'ail
Préparé par Jocelyn Marceau ing. 25 mai 2018

Source : Jocelyn Marceau, MAPAQ



# Le séchoir

## Critères de conception:

- Ail frais avec fanes @ 578 kg/m<sup>3</sup> et 65 % d'eau
- Masse d'ail à sécher par palox : 573 kg
- Température de consigne en conditionnement avec chaleur : 37 °C
- Q<sub>s</sub> : 800 CFM (378 l/sec)
- Vitesse d'air verticale: 1 pied/sec (0,3 m/sec)

## Sélection des composantes à notre disposition:

- Ventilateurs usagés (2 x G9, 1 x G12)
- Moteurs de ¾ à 1 H.P.
- Construction du séchoir avec des matériaux économiques
- Utilisation des équipements de ventilation et de chauffage en place
- Achat d'un contrôleur Varifan ECS-2M
- Mise en place de sondes de mesure (Hobo et Dwyer)

# Kijiji, LesPAC et autres



60,00 \$

Plusieurs blowers 115 v fournaise ventilation ventilateur

Longueuil/Rive Sud | hier



60,00 \$

Plusieurs blowers 220 / 240 v fournaise ventilation ventilateur


Longueuil/Rive Sud | hier

e+fournaise&geographicAreaId=17567&latitude=45.516136&longitude=-73

Chaudière-Appalaches / St-Benoît-Labre (230 km) Parue depuis 34 jours

Type : Offre de particulier

Moteur et ventilateur pour chauffage ou air climatisé Neuf, sans le contrôle.  
Détails du moteur : • Cle : US Motors •  
Modèle : M055PWDRR-0738...




8 photos

Ventilateur de fournaise 50 \$

Chaudière-Appalaches / St-Benoît-Labre (230 km) Parue depuis 65 jours

Type : Offre de particulier

Fan (cage d'écureuil) de fournaise  
Ouverture 15½" de large x 13½" de profond; Hors-tout 15½" de large x 20" de haut et 23" de profond.




5 photos

Ventilateur pour fournaise à air chaud 45 \$

Chaudière-Appalaches / St-Damien-de-Buckland (262 km) Parue depuis 45 jours

Type : Offre de particulier

Ventilateur pour fournaise à air chaud à l'huile avec moteur. Très bonne condition.

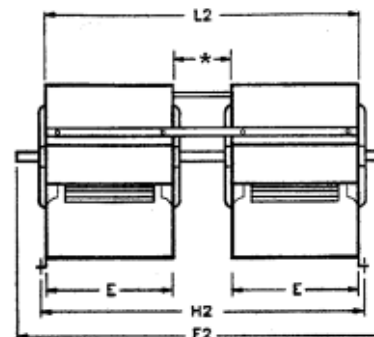
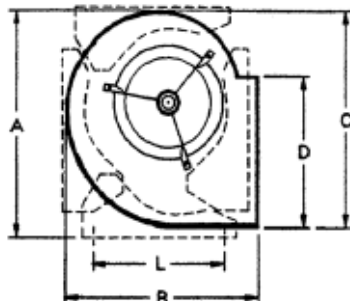
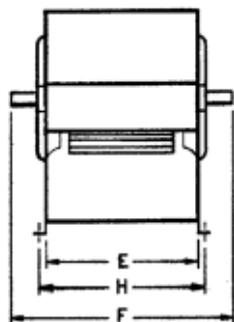


3 photos

## "G" SERIES DOUBLE INLET BELT DRIVE BLOWERS



Source : Jenny Leblanc, MAPAQ



"G" SERIES TWIN UNITS

\* Spacing will determine "L2" and "F2" dimensions

Exemple: Ventilateurs disponibles G9 et G12

DIMENSIONS (inches)

MODEL	A	B	C	D	E	F	H	L	SHAFT DIAMETER	WHEEL DIAMETER	WHEEL WIDTH	WT. (LBS.)
G7-5	14-5/16	12-5/16	12-11/16	8-1/4	6-7/8	11-1/2	7-7/8	9-5/8	3/4	8-1/16	4-15/16	15
G7	14-5/16	12-5/16	12-11/16	8-1/4	9-3/16	14-3/16	10-3/16	9-5/8	3/4	8-1/16	7-3/16	17
G9-7	16-15/16	15-1/16	15-9/16	10-1/4	9-3/16	14-3/16	10-3/16	11-3/4	3/4	10-1/4	7-3/16	21
G9	16-15/16	15-1/16	15-9/16	10-1/4	11-13/16	16-5/16	12-13/16	11-3/4	3/4	10-1/4	9-9/16	23
G10-8	19	16-3/4	17-3/8	11-3/8	10-1/2	15	11-1/2	13-3/8	3/4	11-1/8	8-1/16	25
G10	19	16-3/4	17-3/8	11-3/8	13-1/8	17-5/8	14-1/8	13-3/8	3/4	11-9/16	10-13/16	28
G12-9	22-1/8	19-1/2	20-5/8	13-7/16	12-1/4	17-1/4	13-1/4	16-1/8	3/4	12-7/8	9-9/16	32
G12	22-1/8	19-1/2	20-5/8	13-7/16	15-5/8	20-1/2	16-5/8	16-1/8	3/4 or 1	12-7/8	12-13/16	38
# G15-10	25-3/4	22-11/16	24-1/4	15-7/8	14-11/16	22	15-11/16	19-1/2	1	15-1/2	10-13/16	52
G15	25-3/4	22-11/16	24-1/4	15-7/8	18-5/8	25	19-5/8	19-1/2	1	15-1/2	15-1/16	62
G18-13	30-1/2	27	29	18-7/8	17-3/8	23-7/8	18-3/8	24	1	18-1/2	15-1/16	67
G18	30-1/2	27	29	18-7/8	21-7/8	30-1/8	22-7/8	24	1	18-1/2	18-1/2	99

REFER TO PAGES 9 TO 12 FOR PERFORMANCE DATA.

# NOTE: MODEL G15-10 WAS PREVIOUSLY DESIGNATED MODEL G15-12.

FOR COMPLETE ENGINEERING AND APPLICATION DETAILS, REQUEST DELHI'S "OEM" APPLICATION GUIDELINES MANUAL

# Exemple pour moteurs disponibles de ¾ HP

ΔP d'environ 20 mm H<sub>2</sub>O, débit visé de 2 400 CFM/ventilateur



Source : Jenny Leblanc, MAPAQ

Model <b>G9, 809 &amp; 909</b>		SHAFT DIAMETER										MAXIMUM BHP					
		G9		809		909		3/4"		3/4"		3/4"		3		3	
CFM	OUTLET VELOCITY	1/8" SP		1/4" SP		1/2" SP		3/4" SP		1" SP		1-1/2" SP		2" SP		2-1/2" SP	
	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
750	891	392	0.04	531	0.06	780	0.13	965	0.21	1112	0.28	1347	0.45	1541	0.63	1709	0.83
875	1040	410	0.05	537	0.08	757	0.14	960	0.23	1115	0.32	1359	0.49	1557	0.70	1728	0.91
1000	1189	438	0.07	547	0.10	749	0.16	943	0.25	1109	0.36	1365	0.55	1568	0.75	1743	0.99
1125	1337	471	0.10	562	0.12	754	0.19	918	0.27	1094	0.39	1364	0.61	1575	0.83	1754	1.06
1250	1486	506	0.13	583	0.16	760	0.23	918	0.31	1067	0.40	1357	0.67	1576	0.91	1761	1.15
1375	1635	543	0.16	611	0.19	770	0.27	923	0.35	1059	0.45	1341	0.71	1572	0.99	1763	1.26
1500	1783	581	0.21	642	0.24	783	0.32	929	0.41	1062	0.50	1315	0.74	1561	1.05	1759	1.35
1625	1932	621	0.26	675	0.29	799	0.37	938	0.47	1067	0.56	1298	0.78	1542	1.10	1750	1.44
1750	2081	661	0.32	710	0.35	821	0.43	950	0.53	1074	0.64	1298	0.86	1514	1.14	1735	1.51
1875	2229	702	0.39	746	0.42	848	0.50	984	0.60	1083	0.72	1302	0.95	1498	1.21	1712	1.57
2000	2378	744	0.46	784	0.50	877	0.58	980	0.68	1094	0.80	1308	1.04	1499	1.31	1680	1.60
2125	2527	785	0.55	823	0.59	908	0.67	1002	0.77	1108	0.90	1315	1.16	1502	1.42	1675	1.71
2250	2675	828	0.64	863	0.70	941	0.77	1028	0.88	1124	1.00	1323	1.27	1507	1.54	1676	1.85
2375	2824	870	0.75	902	0.81	976	0.89	1056	0.99	1142	1.11	1333	1.40	1513	1.68	1679	1.99
2500	2973	912	0.87	943	0.93	1011	1.01	1087	1.12	1166	1.24	1346	1.53	1521	1.84	1684	2.13
2625	3121	955	1.00	984	1.07	1048	1.15	1118	1.26	1193	1.38	1360	1.67	1530	2.00	1690	2.31
2750	3270	998	1.14	1025	1.21	1085	1.30	1152	1.42	1221	1.54	1376	1.83	1540	2.16	1698	2.50
2875	3419	1041	1.30	1067	1.37	1124	1.48	1186	1.58	1252	1.71	1393	1.99	1553	2.34	1706	2.69
3000	3567	1084	1.47	1109	1.54	1162	1.67	1221	1.76	1283	1.90	1416	2.18	1567	2.53	1716	2.90

FOR COMPLETE CFM & SP RANGE AVAILABLE  
REFER TO PERFORMANCE CURVES IN DELHI'S "OEM" APPLICATIONS GUIDELINES MANUAL

TWIN BLOWERS HAVE DOUBLE THE CFM FOR THE SAME RPM & SP AND REQUIRE DOUBLE THE BHP. CHECK FACTORY FOR MAX. BHP ON TWIN UNITS.

# Exemple pour moteurs disponibles de ¾ HP

CFM visés	1 600	à 3/4 po P.S.	charte G-9			Soit environ 800 CFM par palox
Selon moteur utilisé et BHP :		2000	CFM	980	RPM	
Largeur	D	10,25	0,85416667	pi		
Longueur	E	11,81	0,98416667	pi		
Aire	E x D		0,84064236	pi <sup>2</sup>		
RPM initial moteur:		1725				
Rapport Pm/Pe recherché :		0,56811594		Pm	2 7/8 "	2,875
Rapport Pm/Pe réel :		0,4893617		Pe	5 7/8 "	5,875
Débit ventilateur :		1722,75293	CFM	861,4 CFM	Par palox (2)	
Vitesse ventilateur :		844,148936	RPM			

# Construction du séchoir



# Capacité de chauffage disponible



Source : Jenny Leblanc, MAPAQ

## Fournaise de 40 kW (136 500 BTU/hr)

- Puissance évaluée en fonction de la masse de produit à conditionner, de la température initiale et de la température finale désirée.

$$Q_{\text{air}} = 84\,405 @ 106\,718 \text{ KJ}$$

$$P = 5,86 @ 7,41 \text{ kW}$$

- Ne tient pas compte de l'inertie thermique du bâtiment (murs, plafond et plancher), de son isolation et des changements d'air non prévus.
- Montée en température visée de 4 heures, mais réalisée en environ 5 heures.

# Contrôle de la ventilation et du chauffage



Contrôleur ECS-2M; 2 paliers (ventilation et chauffage)



# Contrôle de la ventilation et du chauffage

ECS-2MV

2 PALIERS: 1 PALIER DE VENTILATION VARIABLE 10 A NOMINAL (15 A MAX.) 1 ARRÊT/DÉPART VENTILATION/CHAUFFAGE (10 A MAX.) 1 SONDÉ (2004-1K) DE 1 PIED INCLUSE.

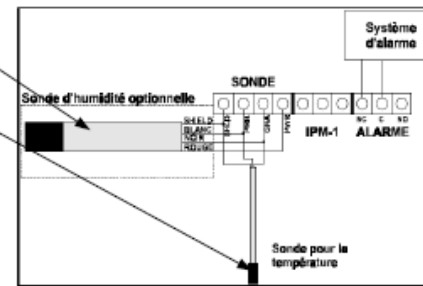
\$ 479.79

+Sonde HR 440\$

+ sonde Temp avec 30' câble 30\$



Fig. 4  
Sondes et connexion de l'alarme



## CONDITIONNEMENT:

- Chauffage ON: Si T < 37°C, couplé à relai
- Ventilation ON: par intermittence programmée ex.: 10% de 6 min
- Ventilation ON: si T (37..40) ..taux 30 à 100%
- Déshumidificateur ON si T < 37°C

## SÉCHAGE:

- Chauffage Optionnel: Si T < 19°C, couplé à relai
- Ventilation ON: si HR > 65%
- Ventilation ON: par intermittence programmée ex.: 10% de 6 min
- Ventilation ON: si T (21....25) ..taux 30 à 100%
- Déshumidificateur ON si T < 27°C

Le potager France Marcoux
Projet conditionnement et séchage d'ail 3000 kg
Contrôleurs
Préparé par Joelynn Marceau ing. 25 mai 2018

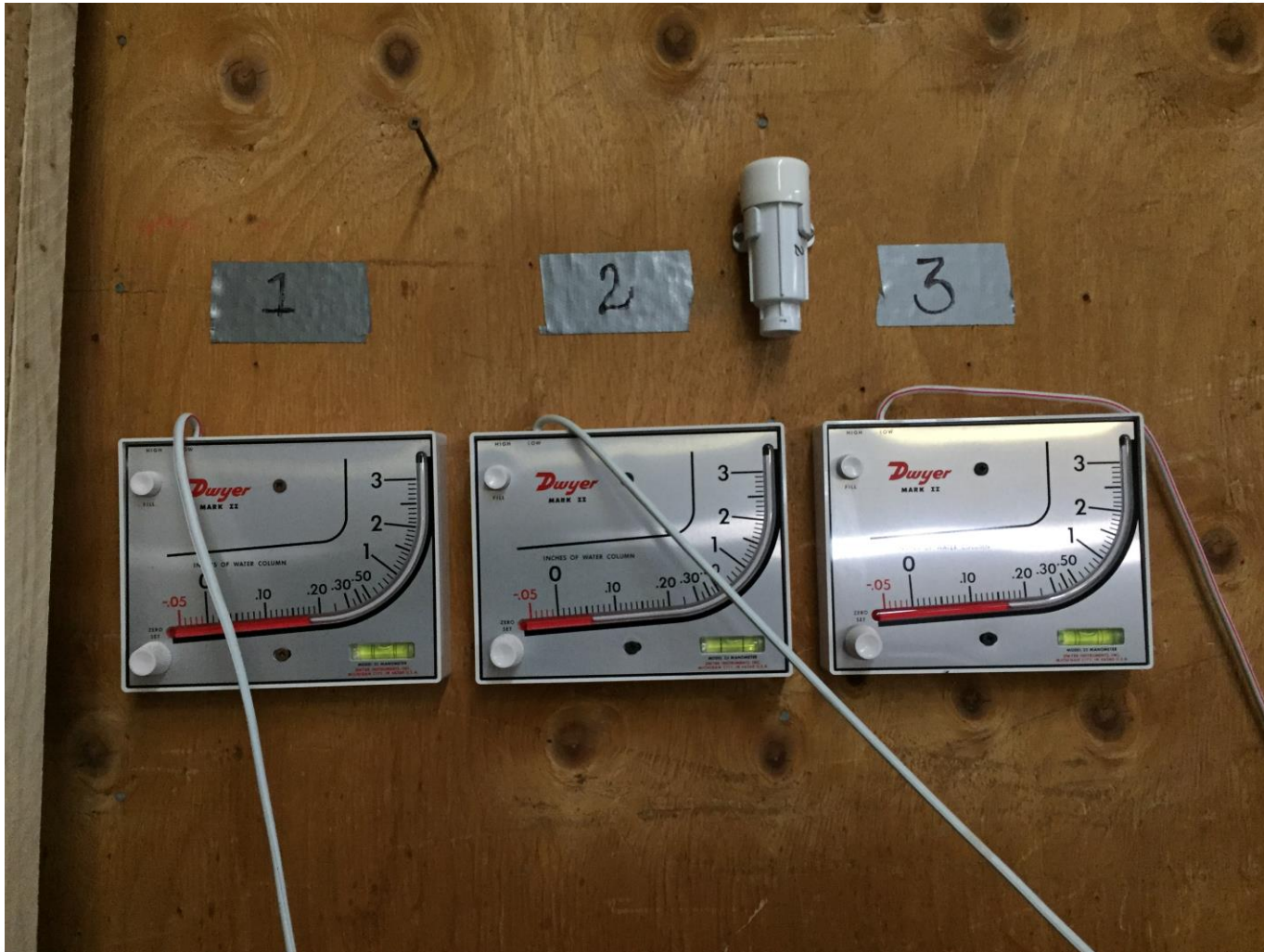
# Manomètres



P. S.  $\frac{3}{4}$  à 1 pouce

Source: Jenny Leblanc, MAPAQ

# Manomètres



Source: Jenny Leblanc, MAPAQ

# Autres instruments de mesure



a)



b)



c)

a) Onset HOBO UX100-011

b) Onset HOBO U23-001 Pro V2 utilisé pour la mesure ponctuelle des températures et de l'humidité relative

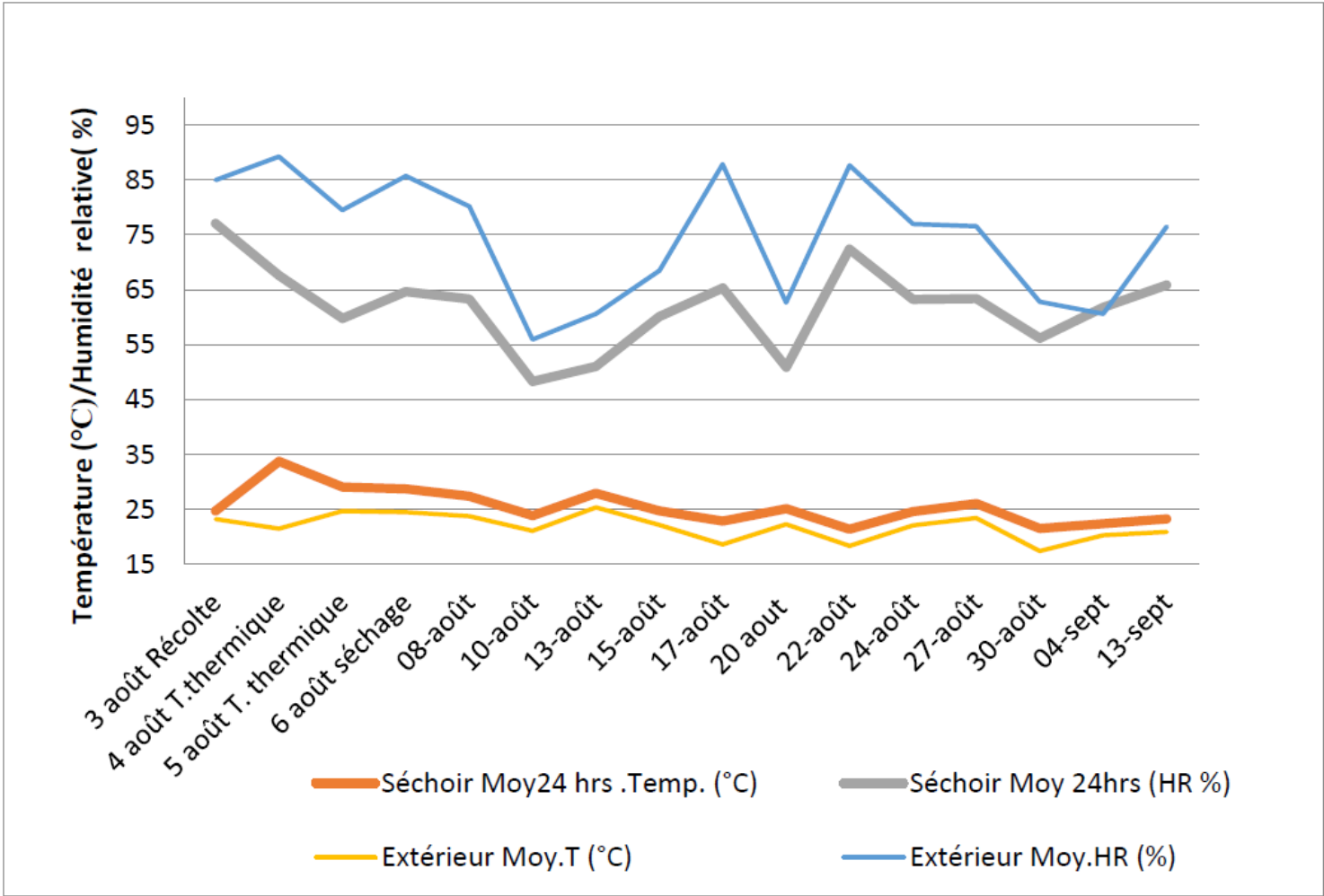
c) Appareil de mesure ponctuel de température de marque Barnant



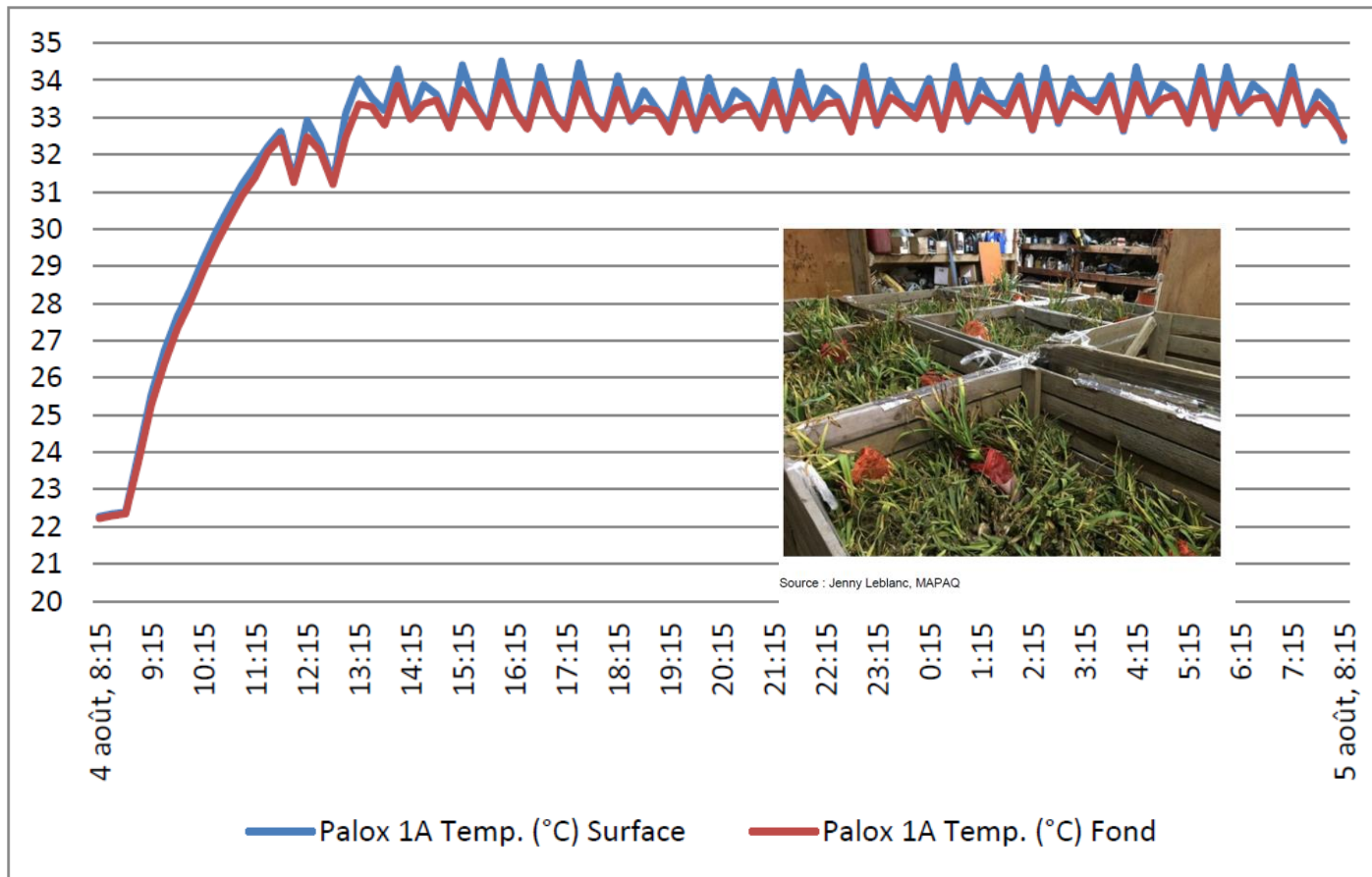


Source: Jenny Leblanc, MAPAQ

**Graphique 1. Températures et humidité relative de l'air observées à l'extérieur et à l'intérieur du garage durant le projet.**

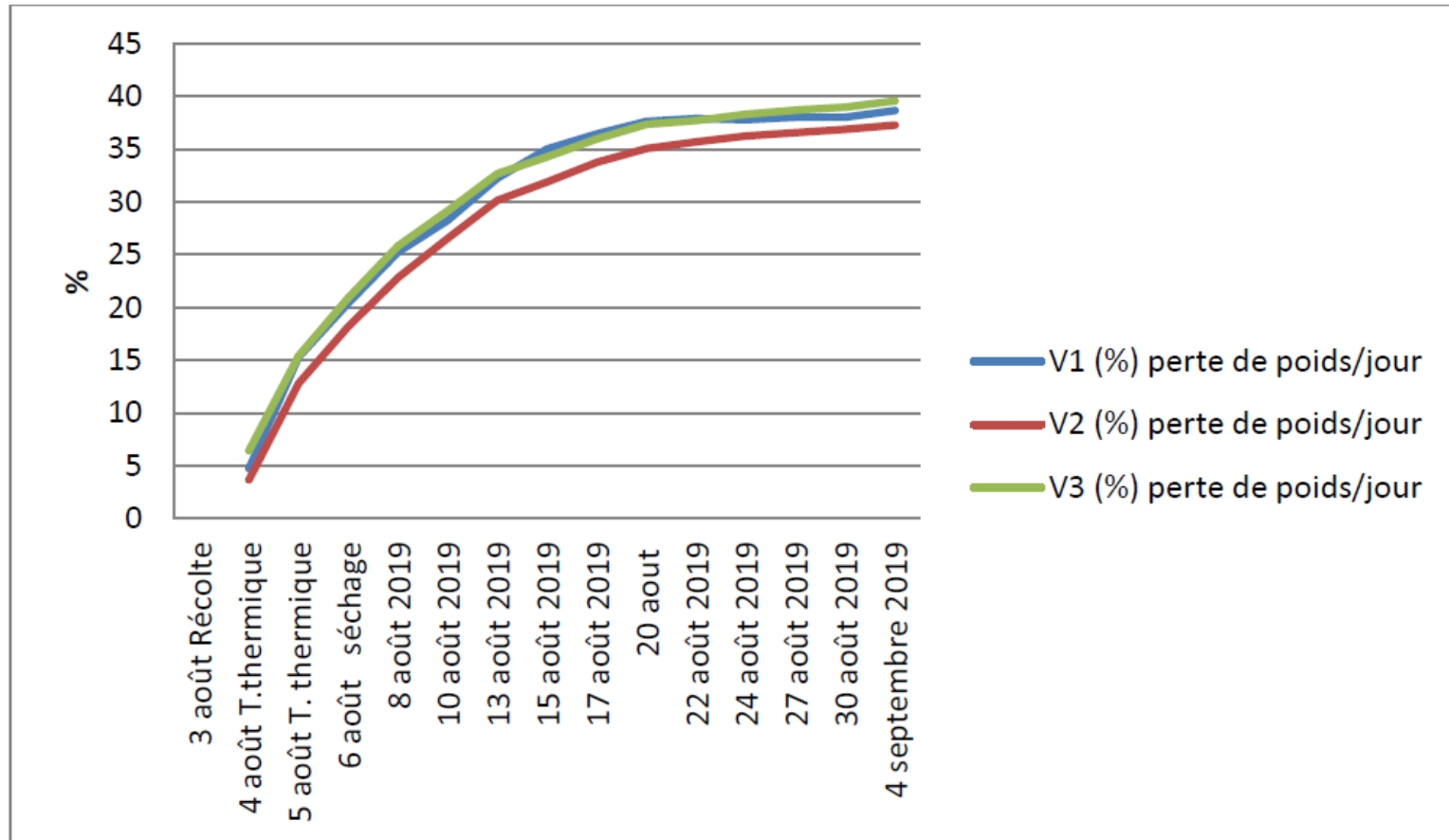


**Graphique 2. Évolution de la température entre le dessus et le fond du palox durant le traitement thermique.**





**Graphique 3. Moyenne cumulative (%) de perte de poids dans les 3 unités de ventilation pour la période de conditionnement.**





**Tableau 3. Moyennes et durées des conditions climatiques dans le séchoir lors des 3 phases de conditionnement**

<b>Phase de Conditionnement</b>	<b>Température (°C)</b>	<b>Humidité relative (%)</b>	<b>Durée</b>
<b>Traitement thermique</b>	34 °C 30 °C et +	70 %	18 h 31 h
<b>Séchage</b>	24 °C	65 %	17 jours
<b>Entreposage</b>	22 °C	65 %	2 mois



## Points à surveiller

- **S'assurer de la bonne compréhension et du suivi des intervenants**
  - Placer l'ail uniformément
  - Éviter les points de fuite dans les paloxs
  - Bonne connaissance des équipements de contrôle  
(consignes, choix de courbe du ventilateur, minuterie, etc.)
- **Départ des équipements de chauffage pouvant aller d'un à deux jours pour combattre l'inertie thermique du bâtiment.**

# Plans et devis de construction (à discuter)



## Éléments de conception:

- Système de séchoir de type ouvert
- Palox de 1 m sur 1,2 m (bon compromis pour les petits et moyens producteurs)
- Palox étanche sur le pourtour et prévoir des ouvertures au fond uniformes et minimales de 11 %/palox
- Limitation des vitesses d'air dans le plénum (-) à 2,5 m/sec.

# Plans et devis de construction (à discuter)



## Éléments de conception:

- Utilisation de ventilateurs hélicoïdaux et à cage d'écureuil en prenant soins de vérifier les courbes des ventilateurs fournies par les manufacturiers (débits vs P. S.).
- Possibilité de palox en série et en parallèle et choix du ventilateur et des éléments de chauffage en conséquence
- À considérer: chambre de conditionnement/séchage en système ouvert avec volume minimal (impacts sur le plan \$ et du conditionnement).

# L'ARTISAN D'AIL/POTAGER THERRIEN

## Caractéristiques de conception du séchoir

- **Installation dans une section d'un petit hangar (2,44 m x 4,88 m x 2,14 m).**
  - Séchage de 500 @ 1500 kg d'ail
    - Palox de 1,2 m x 1 m x 0,9 m (0,75 m hauteur de séchage)
    - Ouverture uniforme de 11 % du plancher du palox
    - Plénum négatif de 0,5 m<sup>2</sup> (4,8 pi<sup>2</sup>) prévu pour 3 paloxs.

$$Q_{\text{ail}} = 35,6 \text{ KJ}$$

$$P = 2,5 \text{ kW}$$

- **Ventilateur G 9 et moteur de 1/3 de HP (800 CFM ciblés)**

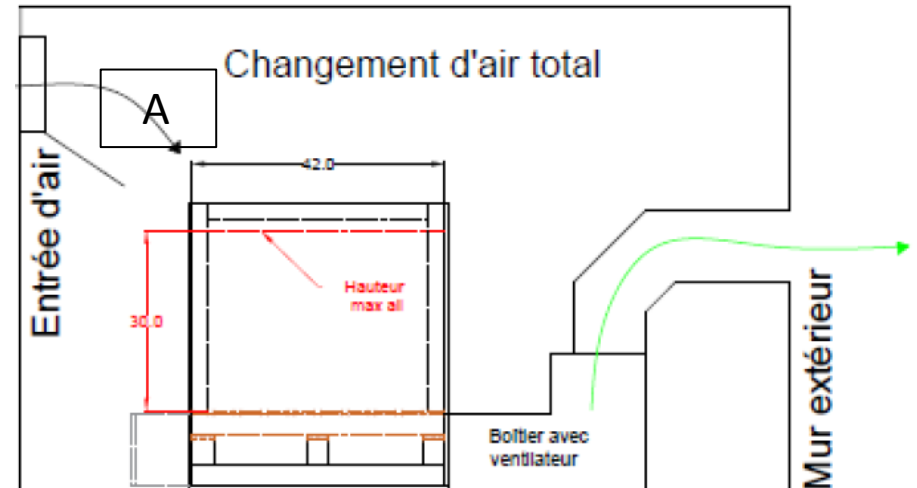
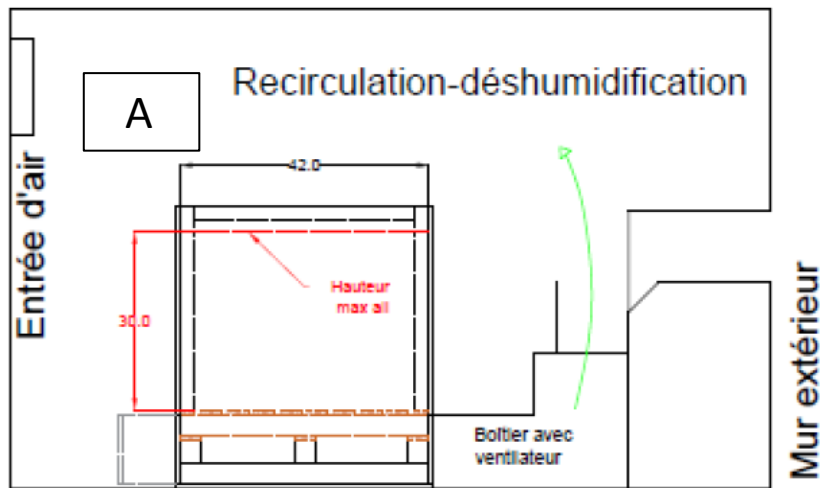
# Caractéristique de conception du séchoir (suites et fin):

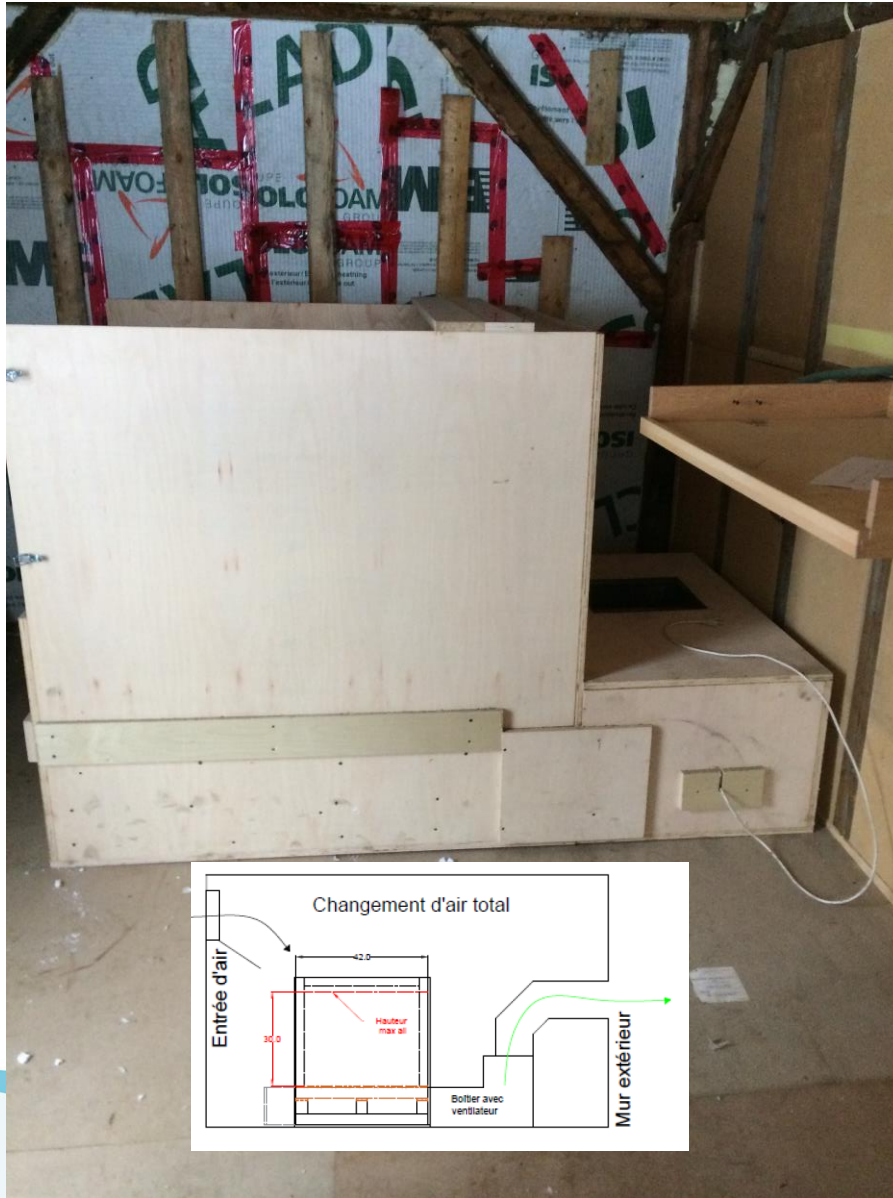
- **Conditionnement à la chaleur de 24 heures**
  - Température externe de 20 °C @ 50 % H. R.
  - Température de conditionnement désirée: 37 °C
  - Unité de chauffage de 4 800 Watts (4,8 kJ/sec ou 16 400 BTU/hr).
- **Possibilité d'ajouter 2 palox supplémentaires (en série) dans le séchoir (ventilateur, poulies et chauffage à revisiter)**



# L'Artisan d'ail /Potager Therrien

- 500 kg @ 3 000 kg sans les fanes





130 gr /bulbe  
Environ 3900 bulbes/palox



A.C. MOTOR  
MOTEUR C.A.

EMERSON  
MOTOR DIVISION  
ST. LOUIS, MO. U.S.A.

MOD S455NXT E-4294 CAT 841CV  
HP 1/3 RPM 1725 SF 135  
V 115 HZ 60 PH 1 CODE N  
A 5.3 SFA 6.2 AMB 40 °C  
REGIME-RATING CONT. CL. B

E22922

LR2459

MFG. NO. L93 7



TO REVERSE ROTATION  
INTERCHANGE RED AND  
BLACK LEADS

POUR CHANGER LE SENS DE  
ROTATION INTERCHANGÉZ LES  
CONDUCTEURS ROUGE ET NOIR

THERMALLY PROTECTED

PROTECTION THERMIQUE INHÉRENTE

SERVICE CONTINUER CHAQUE ANNÉE  
SERVICE INTERMITTENT-HUILER À TOUS LES 2 ANS  
SERVICE OCCASIONNEL-HUILER LES 5 ANS  
NE PAS SURLUBRIFIER

ECROU  
POUR  
RACCORD

CONTINUOUS DUTY-RE-OIL EVERY YEAR  
INTERMITTENT DUTY-RE-OIL EVERY 2 YEARS  
OCCASIONAL DUTY-RE-OIL EVERY 5 YEARS  
DO NOT OIL

FAUT RE-OIL  
WITH CONDUIT  
ATTENTION

**WARNING:** MOTOR MUST BE PROPERLY GROUNDED AND COVERED.  
MOTOR EN DOIT ÊTRE BIEN MIS À LA TERRE ET LA COUVERTE.  
**AVERTISSEMENT:** ASSURER-VOUS QUE LE MOTEUR LES BRAS DE OMBRE  
ADÉQUATEMENT MIS À LA TERRE ET LE COUVERTE ET BRAS OMBRE ÊTRE BIEN  
COUVERTS.

# FERME AIL AIL AIL (MONT ST-GRÉGOIRE)

65 000 @ 100 000 bulbes d'ail avec fanes



# Caractéristiques du séchoir existant



- **Installation dans un garage de 12 m x 12 m x 3,66 m**
  - Séchage suspendu dans une section de 6,1 m x 6,1 m x 3,66 m
- **4 ventilateurs extracteurs variables de 400 mm (total de près de 10 000 CFM)**
- **Porte de garage utilisée comme admission d'air frais**

## Caractéristiques du séchoir existant (suites et fin)

- **Conditionnement fait au champs**
- **« Poêle » à granules de 40 000 BTU/hr**

**Problématique des premières années d'exploitation** : déclassement de 75 % de la production causé par un mauvais séchage





# Modifications suggérées



- Confinement du séchage en fermant la partie utilisée comme séchoir et utiliser 2 des 4 ventilateurs à vitesse variable en place (5 000 CFM)
- Ajout d'ouvertures continues au plafond et aux murs du séchoir
- Ajout de ventilateurs circulateurs de manière à brasser l'air et tenter d'uniformiser les propriétés de l'air
- Optimisation du séchoir en modifiant la manière de suspendre l'ail

# Modifications suggérées (suites et fin)



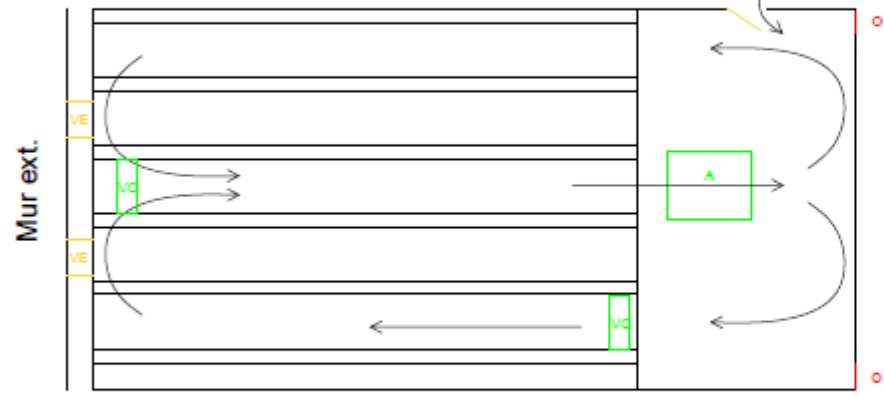
## Conditionnement à la chaleur durant 24 heures

- Température externe et ambiante: 20 °C @ 50 % H. R.
- Température de conditionnement désirée: 37 °C pouvant avoisiner les 100 % H. R.
- Unité de chauffage de 50 000 Watts (170 607 BTU/hr), montée de 8 heures
- Programmation du contrôleur par intermittence pour 10 % de 6 min, avec deux ventilateurs (5 000 CFM) et ajuster au besoin.

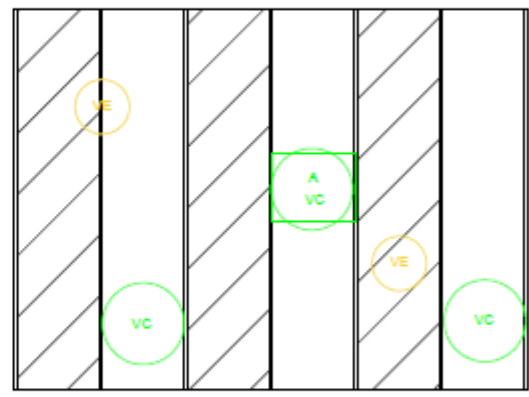



## Gestion période de conditionnement (24 hr)

Vue de côté



Vue de face



- VC Ventilateur circulateur
- VE Ventilateur extracteur
- A Aérotherme 50 kW
- O Ouvertures continues
-  Section all suspendu en latte

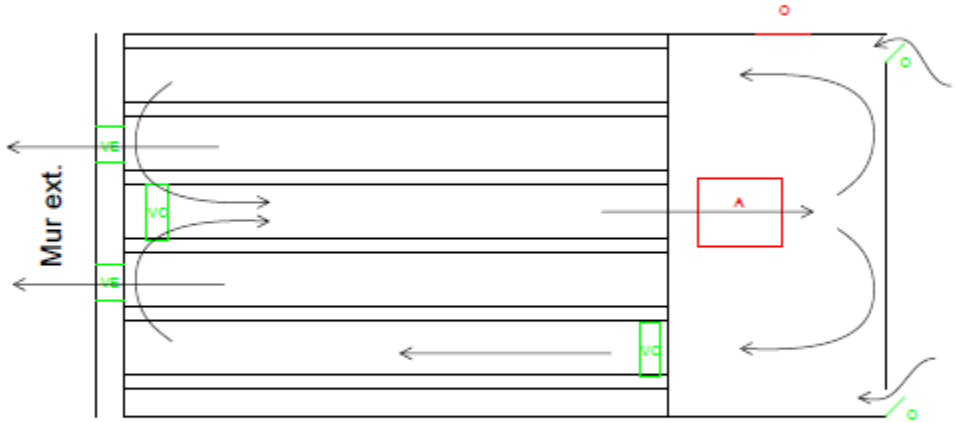


- Mode fonctionnel
- Mode arrêt ou fermé
- Mode intermittent

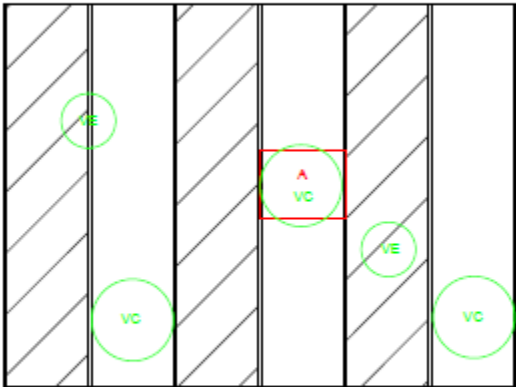


# Gestion journée normale (séchage)

Vue de côté



Vue de face



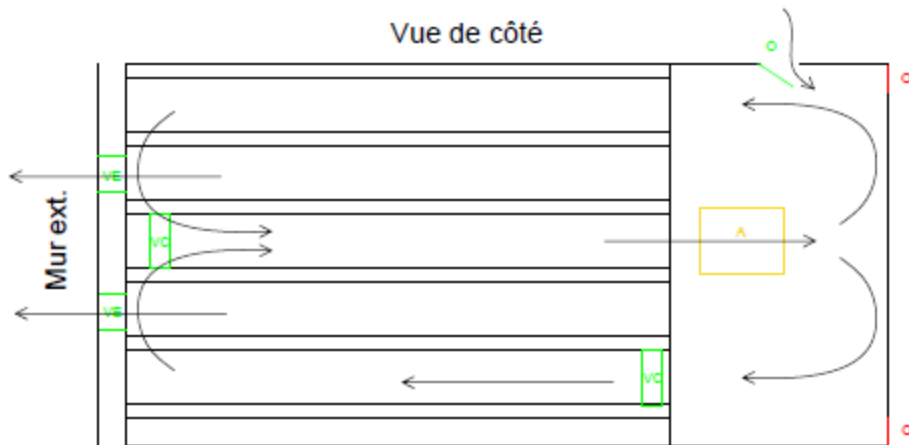
- VC Ventilateur circulateur
- VE Ventilateur extracteur
- A Aérotherme 50 kW
- O Ouvertures continues
- ▨ Section all suspendu en latte



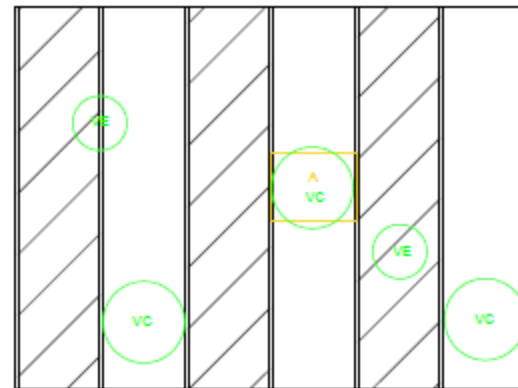
- Mode fonctionnel
- Mode arrêt ou fermé
- Mode intermittent


## Gestion journée très fraîche de pluie et durant la nuit (séchage)

Vue de côté



Vue de face



- VC Ventilateur circulateur
- VE Ventilateur extracteur
- A Aérotherme 50 kW
- O Ouvertures continues
-  Section all suspendu en latte



- Mode fonctionnel
- Mode arrêt ou fermé
- Mode intermittent



# CONSTATS EN TERMINANT...



- Excellent travail réalisé par Clément Vigneault, ing., Ph. D., assisté de Jocelyn Marceau, ing., M. Sc. (littérature, théorie et plans types de séchoirs)
- Il reste des ajustements à réaliser, notamment en ce qui concerne la gestion de l'humidité de l'air en mode « conditionnement » et en séchage ainsi que tout ce qui concerne la gestion des équipements de chauffage.
- Regarder la possibilité d'intégrer la déshumidification au procédé
- Possibilité de plans types en système ouvert (unités de chauffage et de déshumidification externes et accessibles).

## Merci!