Gagner plus en ventilant mieux!

Nicolas St-Pierre, *agronome*
Enseignant-chercheur Collège d'Alma

Conditionnement des grains

- Impact du conditionnement des grains
- Le séchage des grains par ventilation
- Choix et gestion des équipements

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Pourquoi s’attarder à la conservation des grains ?

Cycle de récolte et conditionnement des grains

Récolte

Récolte

Livraison

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Potentiels économiques

- Prime associée aux marchés niches
  (ex. marché brassicole, panifiable, sarrasin, ….)
- Prime associée aux marchés spécialisées
  (ex. chanvre, ….)
- Prime associée à la production de semences

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

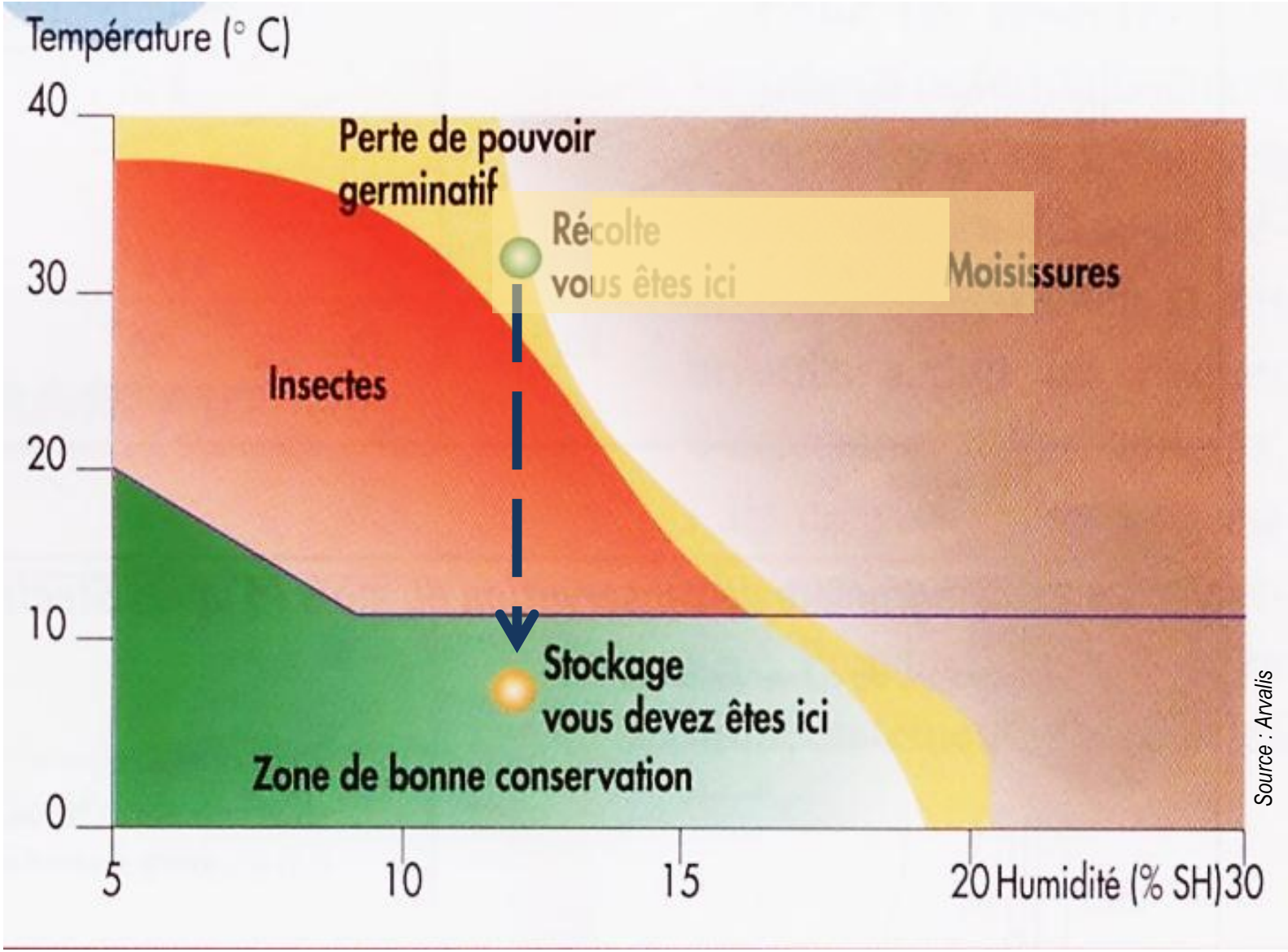
Potentiels économiques

- Prime associée aux marchés niches
  (ex. marché brassicole, panifiable, sarrasin, ….)
- Prime associée aux marchés spécialisées
  (ex. chanvre, ….)
- Prime associée à la production de semences
- **Diminution des coûts de séchage ($$$/t)**

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

L’objectif du conditionnement



Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Les types de conditionnement

- Séchage au champs
- Séchage à air ambiant et/ou à basse température
- Séchage à l'air chaud
  - ✓ Avec refroidissement en silo
  - ✓ Avec dryaération (refroidissement lent différé / aéroséchage)
  - ✓ Avec séchage combiné (air chaud + basse T°)
  - ✓ Avec plusieurs passages
  - ✓ ….

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Investissement de base

Demande énergétique

Contrôle sur le processus d'assèchement

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Conditionnement des grains

- Impact du conditionnement des grains
- **Le séchage des grains par ventilation**
- Choix et gestion des équipements

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Pour se conserver, un grain doit être

- ✓ ***Propre***
- ✓ ***Entier***
- ✓ ***Sec***
- ✓ ***À la bonne température***
- ✓ ***Dans un environnement propre et étanche***

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Le séchage des grains à air ambiant et/ou basse T°

⇒ Séchage par ventilation :

- Consiste à ventiler un silo avec un débit d'air ⇑ dans des conditions propices
  - ✓ Surtout adapté aux céréales et aux oléaprotéagineuses
  - ✓ Le système de ventilation réchauffe l'air ce qui peut abaisser HR de 3 à 10 % ⇒ ⇑ son pouvoir séchant
  - ✓ Demande un débit ventilation > 1 cfm/bu (> 13 l/sec*m^3)
- Peut prendre de quelques jours à quelques semaines
- L'addition de chaleur peut être utilisée pour les années + difficiles (> 85% HR) max 3 à 5 °C
- Dans le cas du canola, une addition de l'ordre de 3 à 6 °C est nécessaire pour atteindre une TEE plus basse (8%)

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

L'Activité vitale d'un grain ⇒ la respiration

La réaction de la respiration:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O +$$

Amidon *oxygène* *Gaz carbonique* *Eau* ***Chaleur***

⇒ Facteurs affectants la respiration :

- **Température (T°)**
  - ✓ chaleur produite tend à ⇑ la T° du grain
  - ✓ l'intensité de la réaction 2x pour 5 °C ⇑

Chaleur = ***perte de m.s.*** = ***perte***
Activité = ***altération m.s.*** = ***perte***

- **Teneur en eau du grain (TEE) ou humidité du grain**
  - ✓ l'intensité de la réaction 2x par 2 pts ⇑ de la TEE

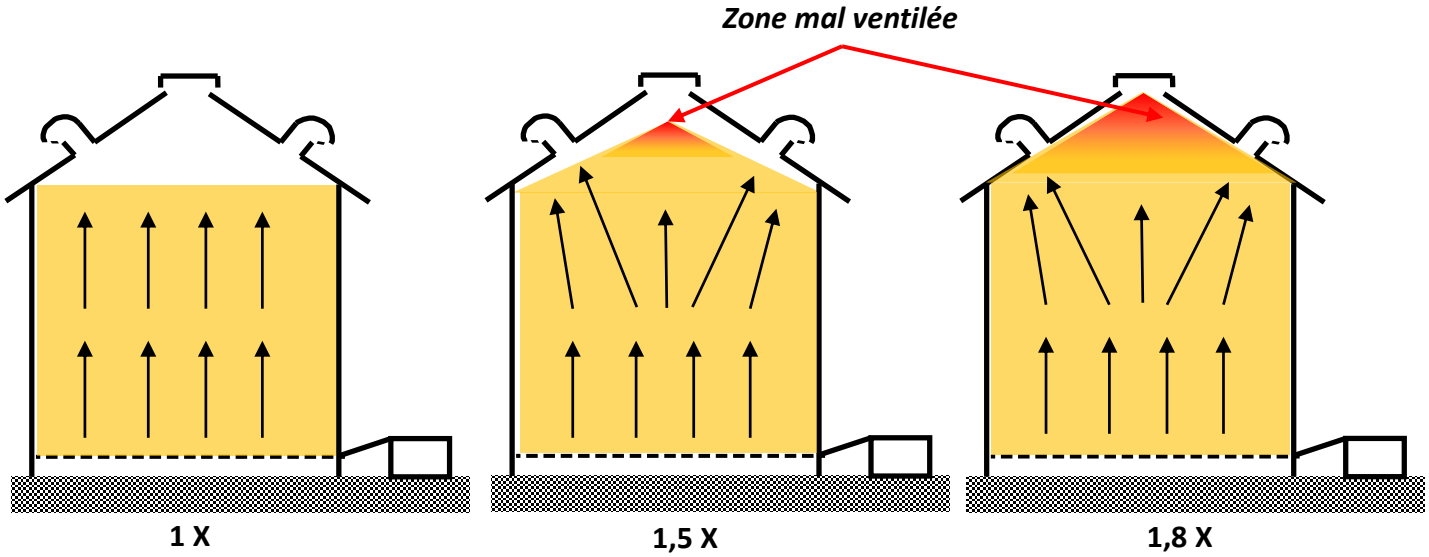
⇒Le phénomène de la respiration est normal.

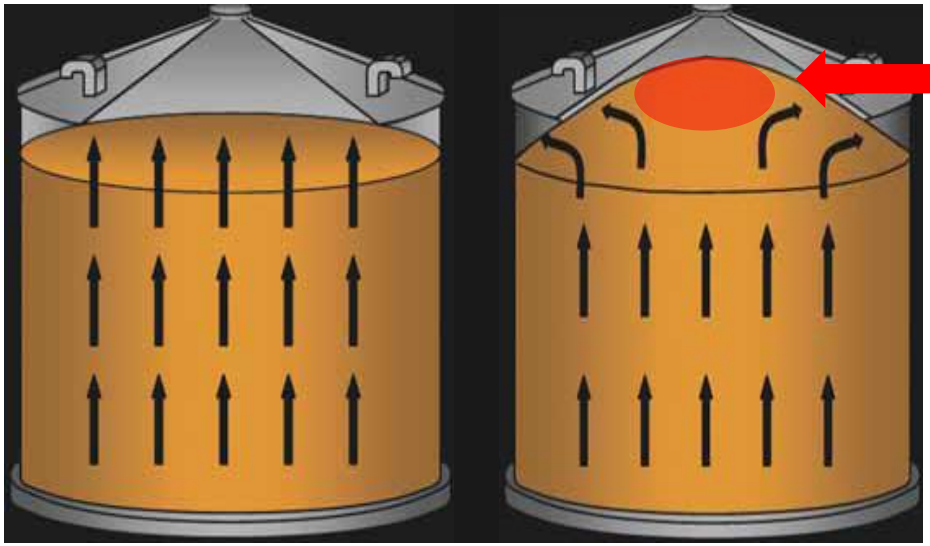
⇒ L'objectif de la conservation est **de limiter cette réaction**

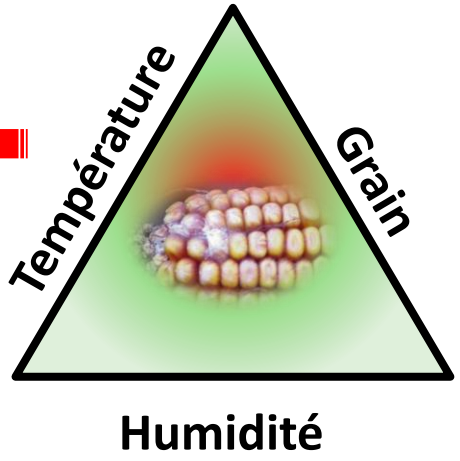
Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

L'effet de l'uniformité dans le silo







Source : Extension, Université du Tennessee – PB1724

Collège d'Alma

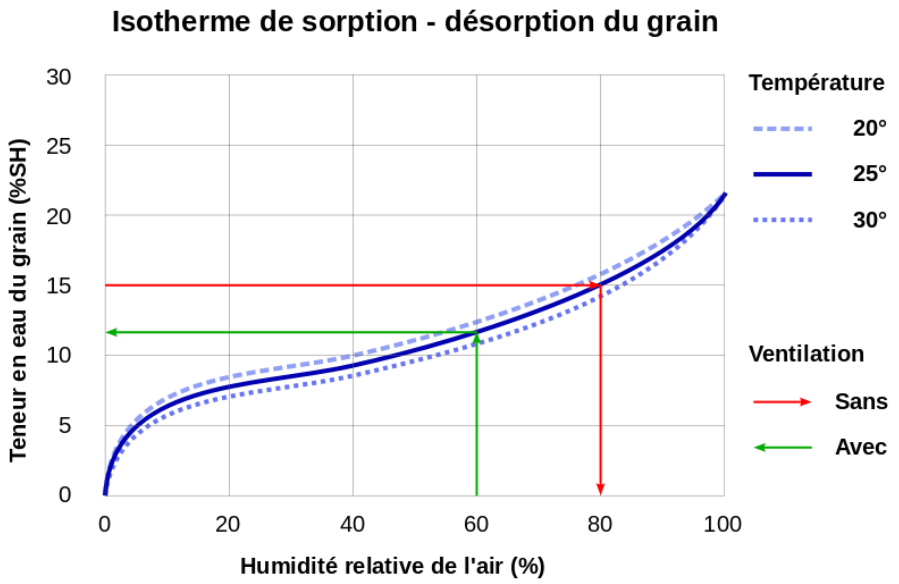
Nicolas St-Pierre, agr.

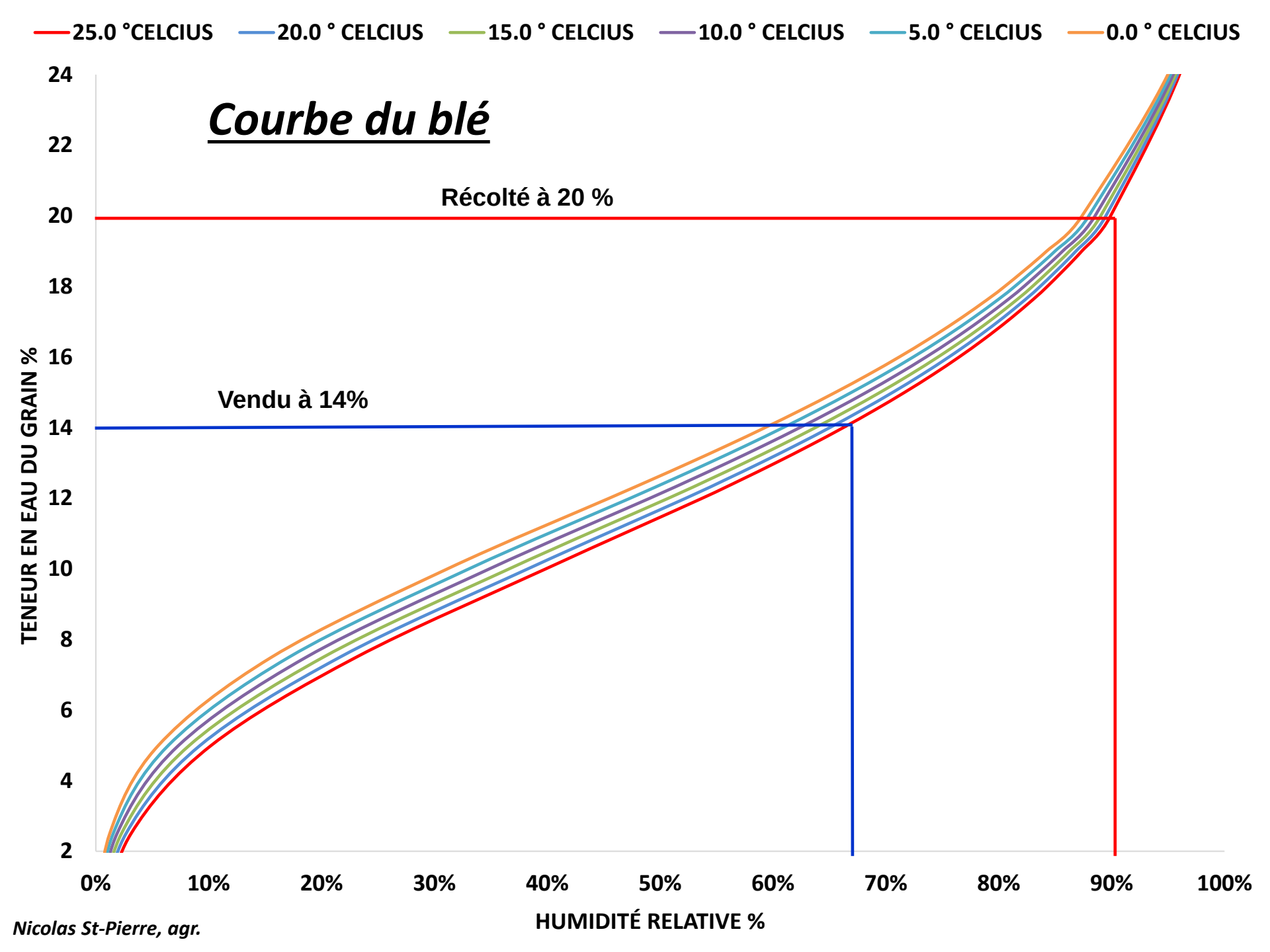
Conditions climatiques

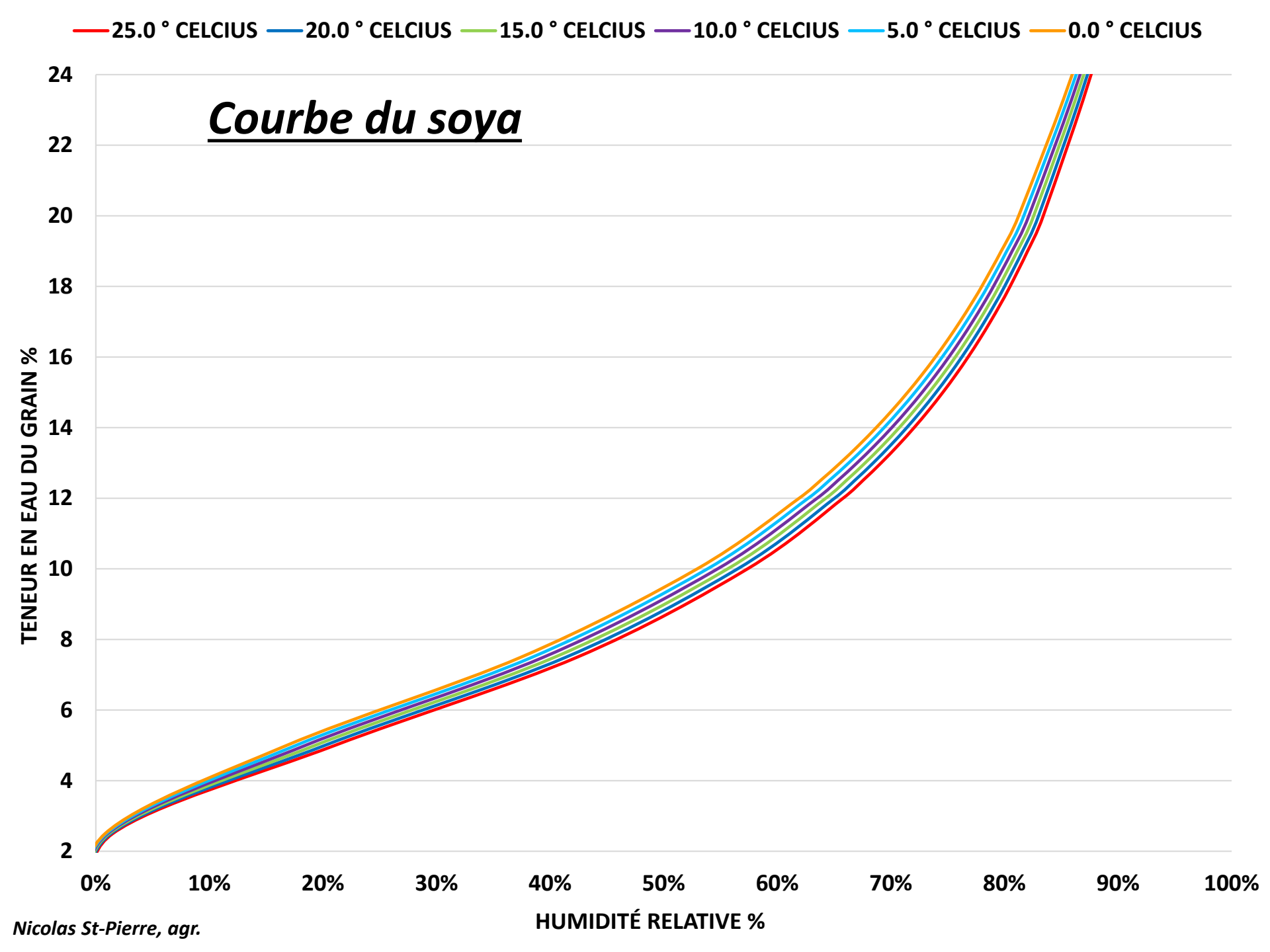
- ***L'hygroscopie du grain (courbes isothermes de sorption)***
  - ✓ se comporte comme une éponge
  - ✓ i-e échange de l'eau sous forme de vapeur avec l'air ambiant vs humidité relative (HR) de cet air
  - ✓ Tend vers l'équilibre à T° donnée ; HR air vs humidité du grain

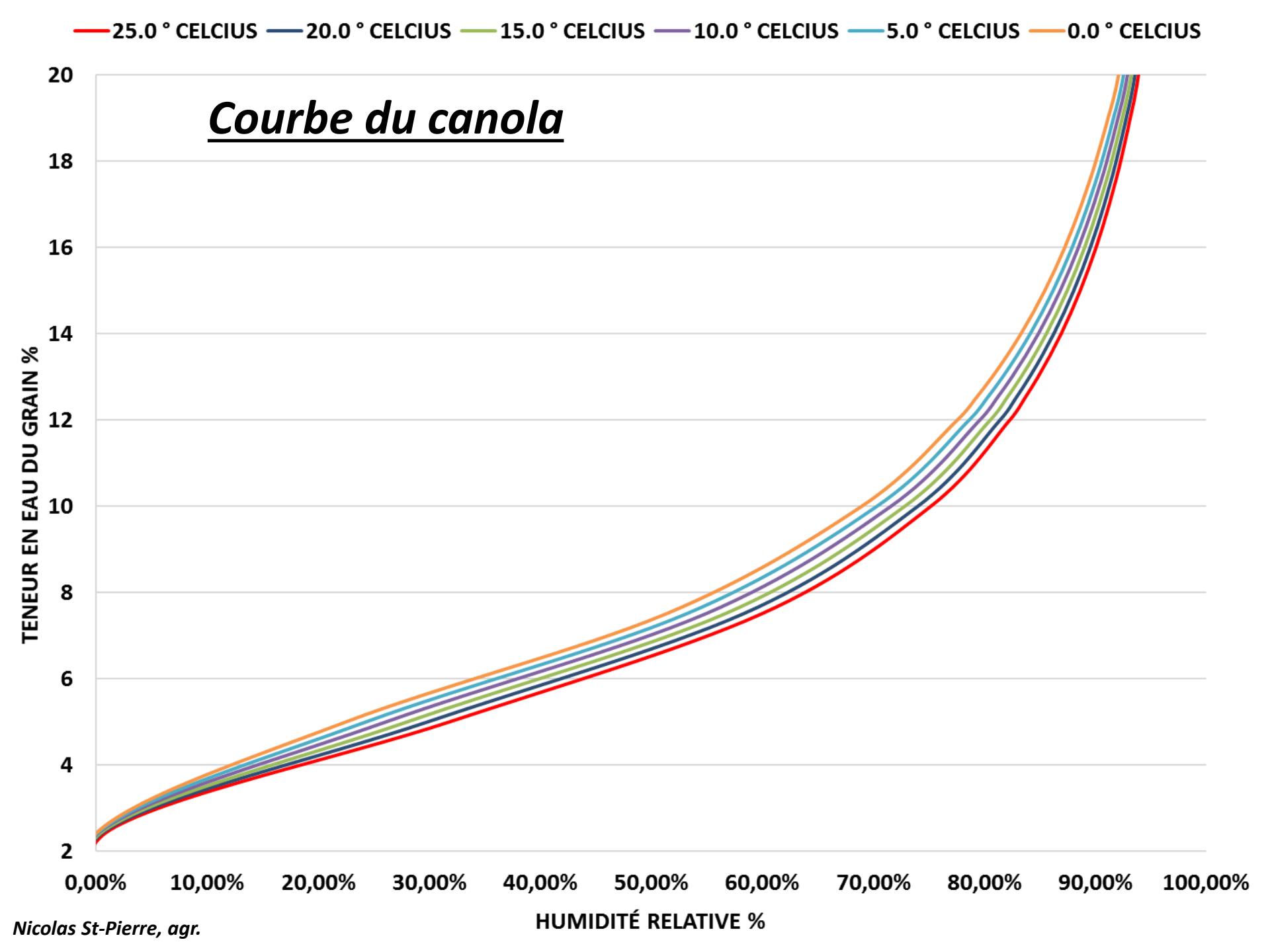
COURBE À ÉQUILIBRE AIR-GRAIN DU BLÉ (base humide)

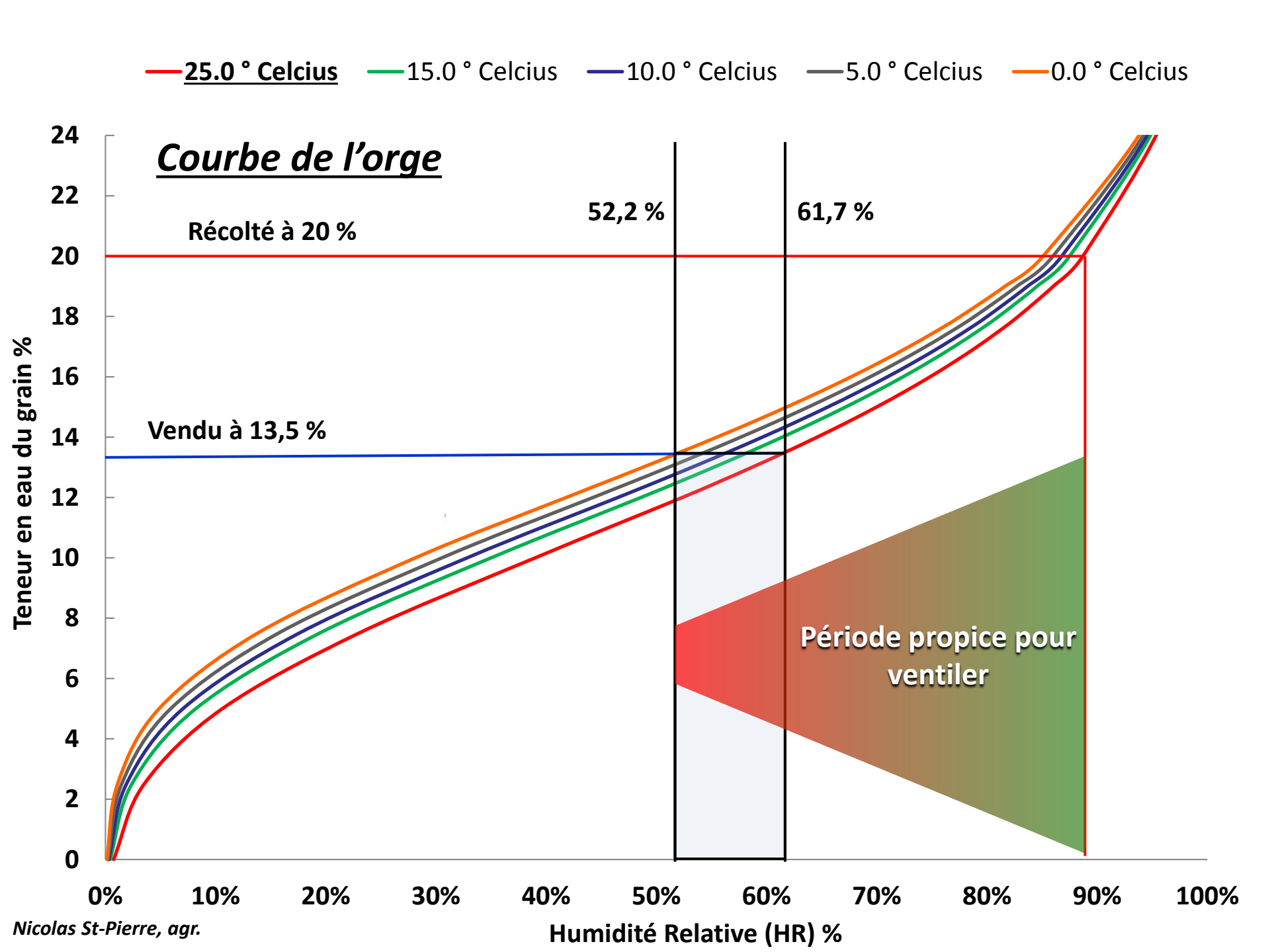
Temperature		Humidité relative (%)									
C	F	10	20	30	40	50	60	65	70	80	90
1.7	35	7.3	8.9	10.2	11.3	12.4	13.5	14.1	14.7	16.2	18.3
4.4	40	7.1	8.8	10.0	11.1	12.2	13.3	13.9	14.5	16.0	18.1
10.0	50	6.8	8.4	9.6	10.7	11.8	12.9	13.5	14.1	15.6	17.7
15.6	60	6.5	8.1	9.3	10.4	11.5	12.6	13.1	13.8	15.2	17.3
21.1	70	6.3	7.8	9.0	10.1	11.2	12.3	12.8	13.4	14.9	16.9
25.0	77	6.1	7.7	8.9	9.9	11.0	12.0	12.6	13.2	14.7	16.7
32.2	90	5.8	7.3	8.5	9.6	10.6	11.7	12.3	12.9	14.3	16.4
40.0	104	5.5	7.0	8.2	9.3	10.3	11.4	11.9	12.5	13.9	16.0
43.3	110	5.4	6.9	8.1	9.2	10.2	11.2	11.8	12.4	13.8	15.8
46.1	115	5.3	6.8	8.0	9.0	10.1	11.1	11.7	12.3	13.7	15.7
50.0	122	5.2	6.7	7.9	8.9	9.9	11.0	11.5	12.1	13.5	15.6




25.0 °CELCIUS
20.0 ° CELCIUS
15.0 ° CELCIUS
10.0 ° CELCIUS
5.0 ° CELCIUS
0.0 ° CELCIUS
Courbe du blé
Récolté à 20 %
Vendu à 14%
TENEUR EN EAU DU GRAIN %
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
100%
HUMIDITÉ RELATIVE %
Nicolas St-Pierre, agr.


25.0 ° CELCIUS
20.0 ° CELCIUS
15.0 ° CELCIUS
10.0 ° CELCIUS
5.0 ° CELCIUS
0.0 ° CELCIUS
Courbe du soya
TENEUR EN EAU DU GRAIN %
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
100%
HUMIDITÉ RELATIVE %
Nicolas St-Pierre, agr.


25.0 ° CELCIUS
20.0 ° CELCIUS
15.0 ° CELCIUS
10.0 ° CELCIUS
5.0 ° CELCIUS
0.0 ° CELCIUS
Courbe du canola
TENEUR EN EAU DU GRAIN %
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0,00%
10,00%
20,00%
30,00%
40,00%
50,00%
60,00%
70,00%
80,00%
90,00%
100,00%
HUMIDITÉ RELATIVE %
Nicolas St-Pierre, agr.


25.0 ° Celcius
15.0 ° Celcius
10.0 ° Celcius
5.0 ° Celcius
0.0 ° Celcius
Courbe de l'orge
Récolté à 20 %
52,2 %
61,7 %
Vendu à 13,5 %
Période propice pour ventiler
Teneur en eau du grain %
Humidité Relative (HR) %
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
100%
Nicolas St-Pierre, agr.

Humidité relative du 28 août au 15 novembre 2016

95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30

Moyenne : 76,8 % HR

Cible : 52 à 62 % d'humidité de l'air → 13,5 % orge

51% HR le 12 nov.

34% HR le 5 sept.

36% HR le 12 oct.

Condition de l'air extérieur		
Température	77.0	°F
	25.0	°C
Humidité relative	75.0	%

Équivalence humidité du grain (EMC)	
EMC ORGE	16.0%
EMC BLÉ	15.7%
EMC AVOINE	13.2%
EMC CANOLA	10.0%
EMC SOYA	15.2%
EMC MAÏS-GRAIN	15.6%

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Condition de l'air extérieur		
Température	41.0	°F
	5.0	°C
Humidité relative	75.0	%

Équivalence humidité du grain (EMC)	
EMC ORGE	17.1%
EMC BLÉ	16.5%
EMC AVOINE	14.6%
EMC CANOLA	11.0%
EMC SOYA	16.2%
EMC MAÏS-GRAIN	18.1%

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Conditionnement des grains

- Impact du conditionnement des grains
- Le séchage des grains par ventilation
- **Choix et gestion des équipements**

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Choix d'un bon système de ventilation

➢ Pour se faire, il faut considérer :

✓ **Le débit d'air total de ventilation (cfm ou l/sec)**

- On multiplie le volume de grains (bu) par le **débit d'air unitaire** (cfm/bu)

✓ **La pression statique d'opération du silo**

- Tiens compte de plusieurs facteurs :
  - ***Effet de l'espèce (petit grain = + de friction) (blé vs maïs = 1-2x pression)***

    (canola vs blé = 2-3x pression)
  - ***Effet du débit d'air unitaire (2x le débit ⇑ 2,3x pression)***
  - ***Effet de l'épaisseur du grain (2x épaisseur ⇑ 4x pression)***

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Le choix d'un bon système de ventilation

✓**La confection du plancher perforé**

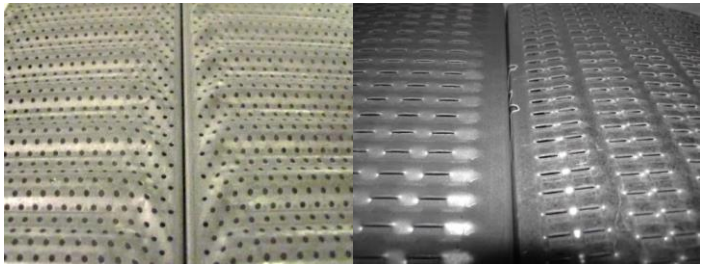
- Une pleine grandeur est préférable
- Support offrant le moins de restriction

✓**Transition du ventilateur à la cellule**

- Angle < 20 - 30°
- ⇑ T° de l'air (1°C ~ ↓3 à 5 % hum. de l'air)

✓**Sortie d'air**

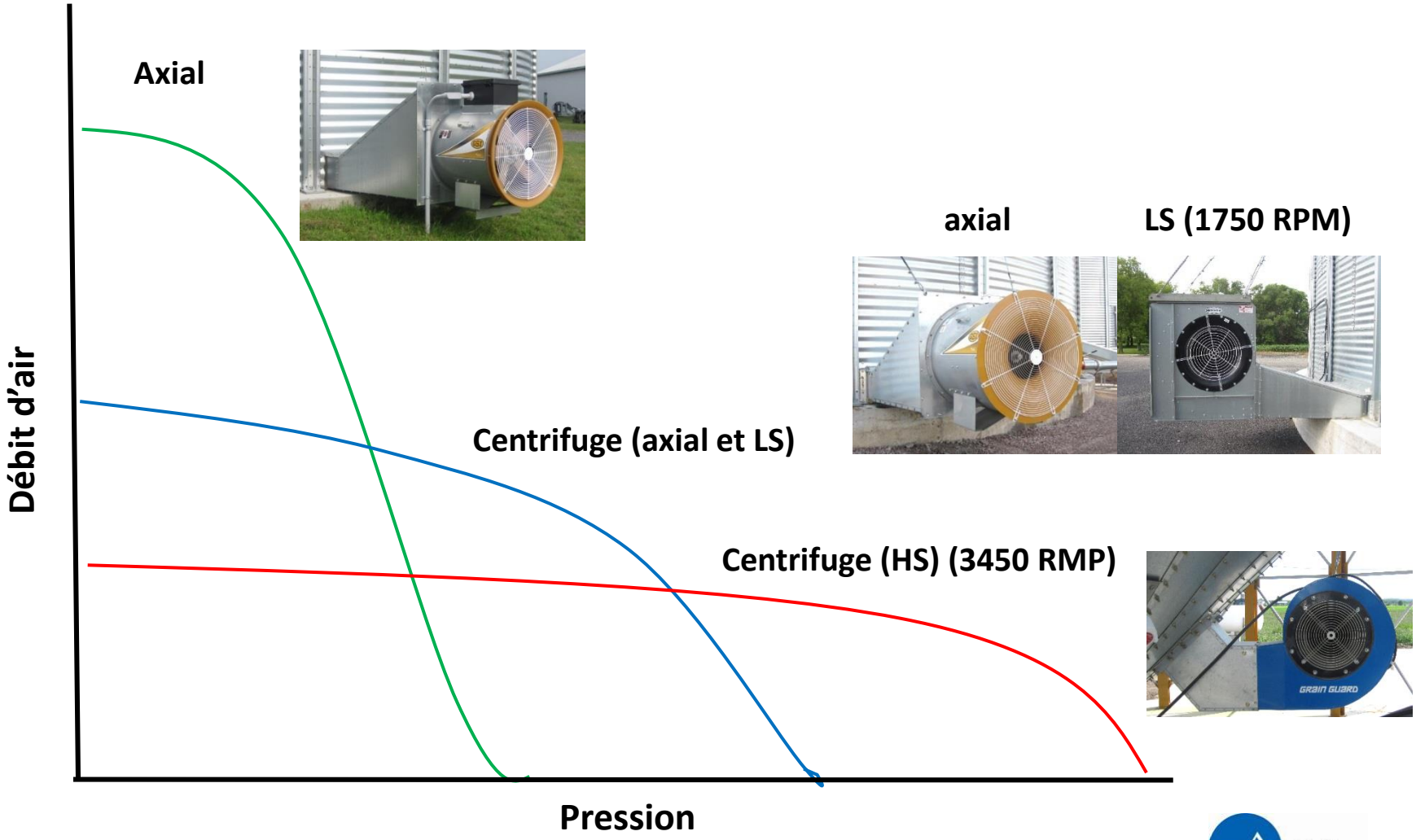
- Représente ≈ 0,20 m²/1000 l/sec de débit d'air ou **1 pi²/1000 @ 1500 CFM** *(par poussée)*
- Toujours calculée en fct du débit le + élevé



Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Courbe d'efficacité des différents types de ventilateur

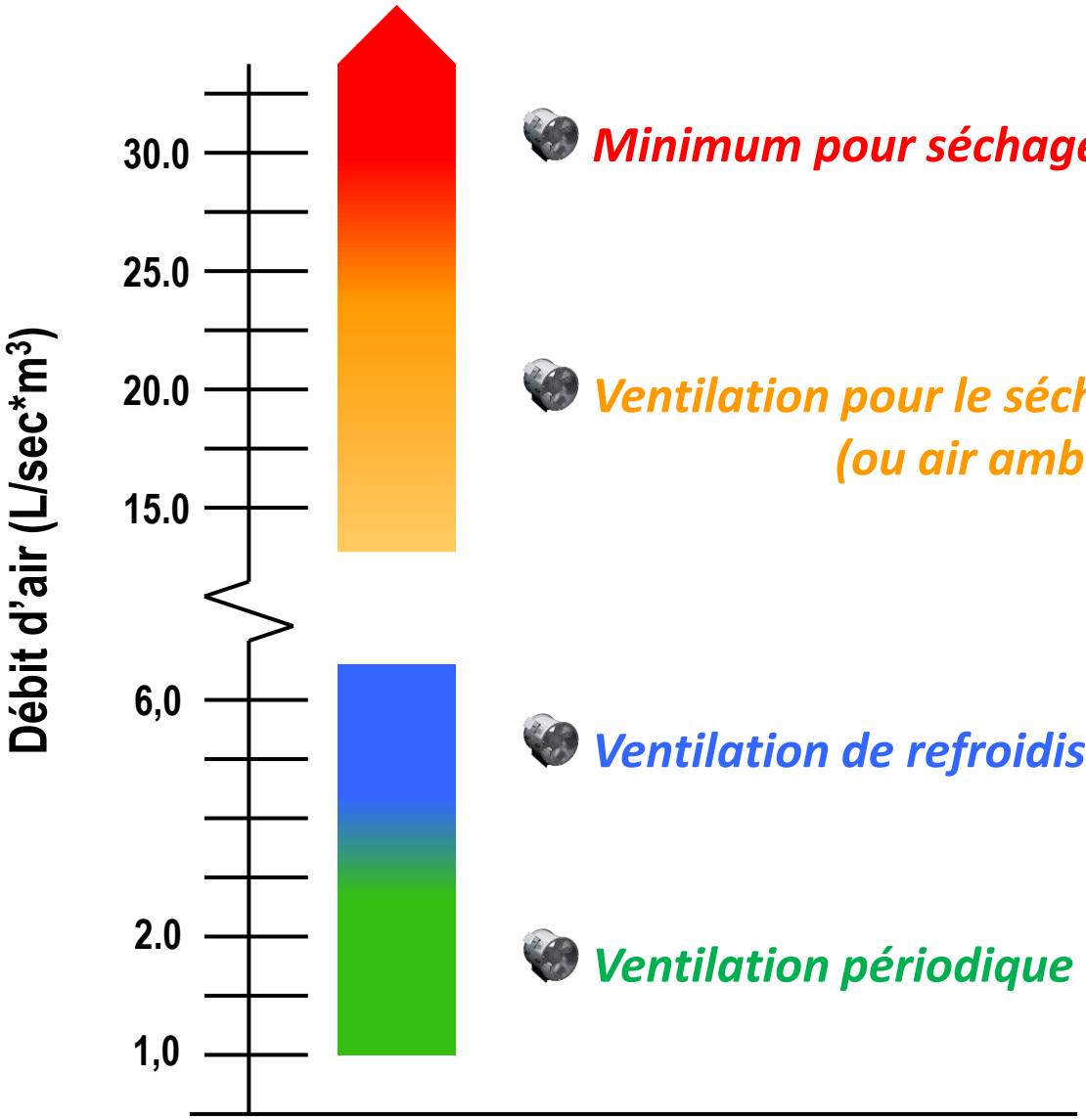


(LS : low speed; HS : hight speed)

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

Débit d'air pour la ventilation



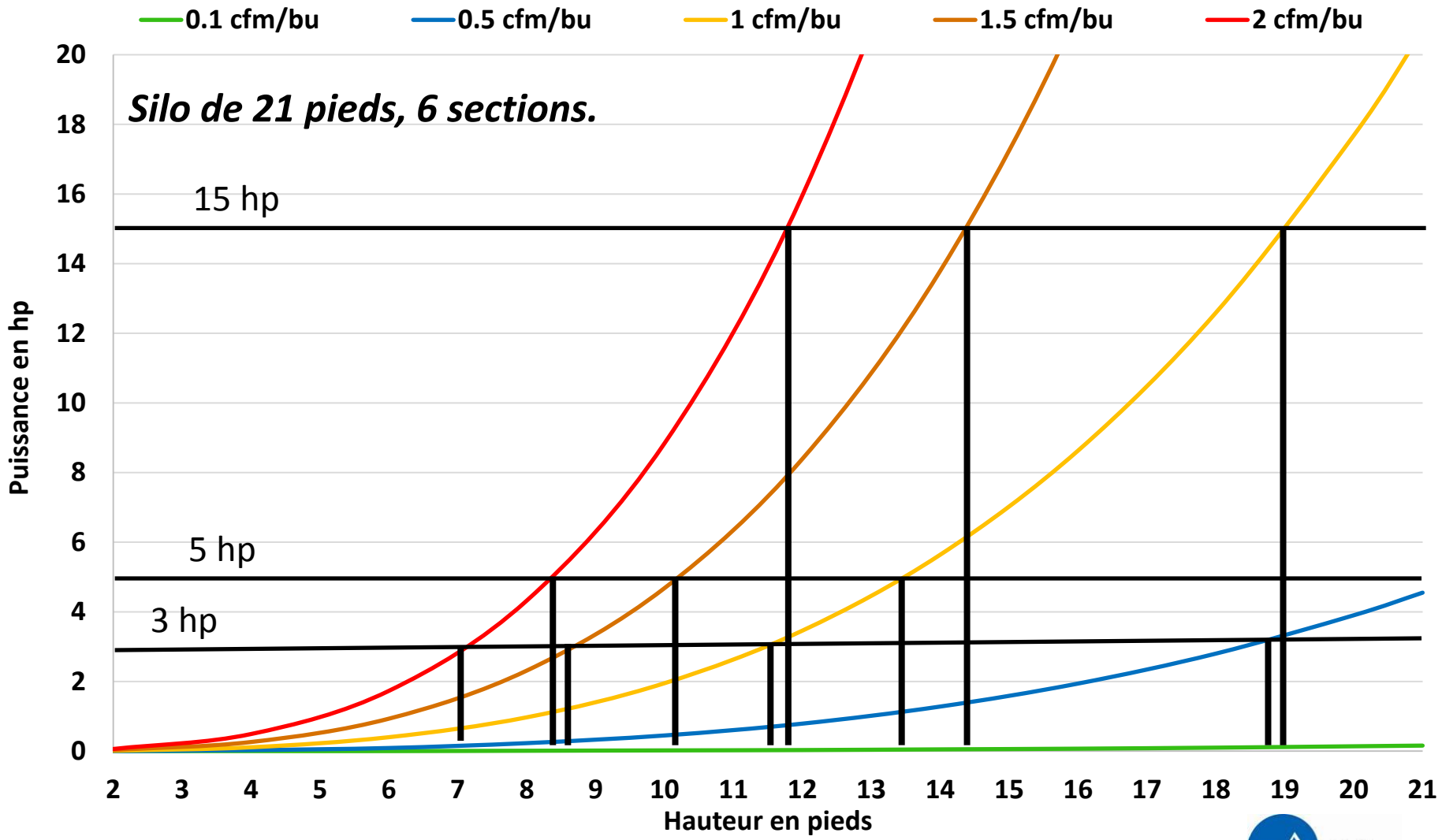
- ***Minimum pour séchage à l'air chaud*** ***(> 2 cfm/bu)***
- ***Ventilation pour le séchage à basse température (ou air ambiant)*** ***(1 @ 2 cfm/bu)***
- ***Ventilation de refroidissement*** ***(~ 1/2 cfm/bu)***
- ***Ventilation périodique ou de maintien*** ***(~ 1/10 cfm/bu)***

13 L/sec*m³ = 1 CFM/Bu

Collège d'Alma

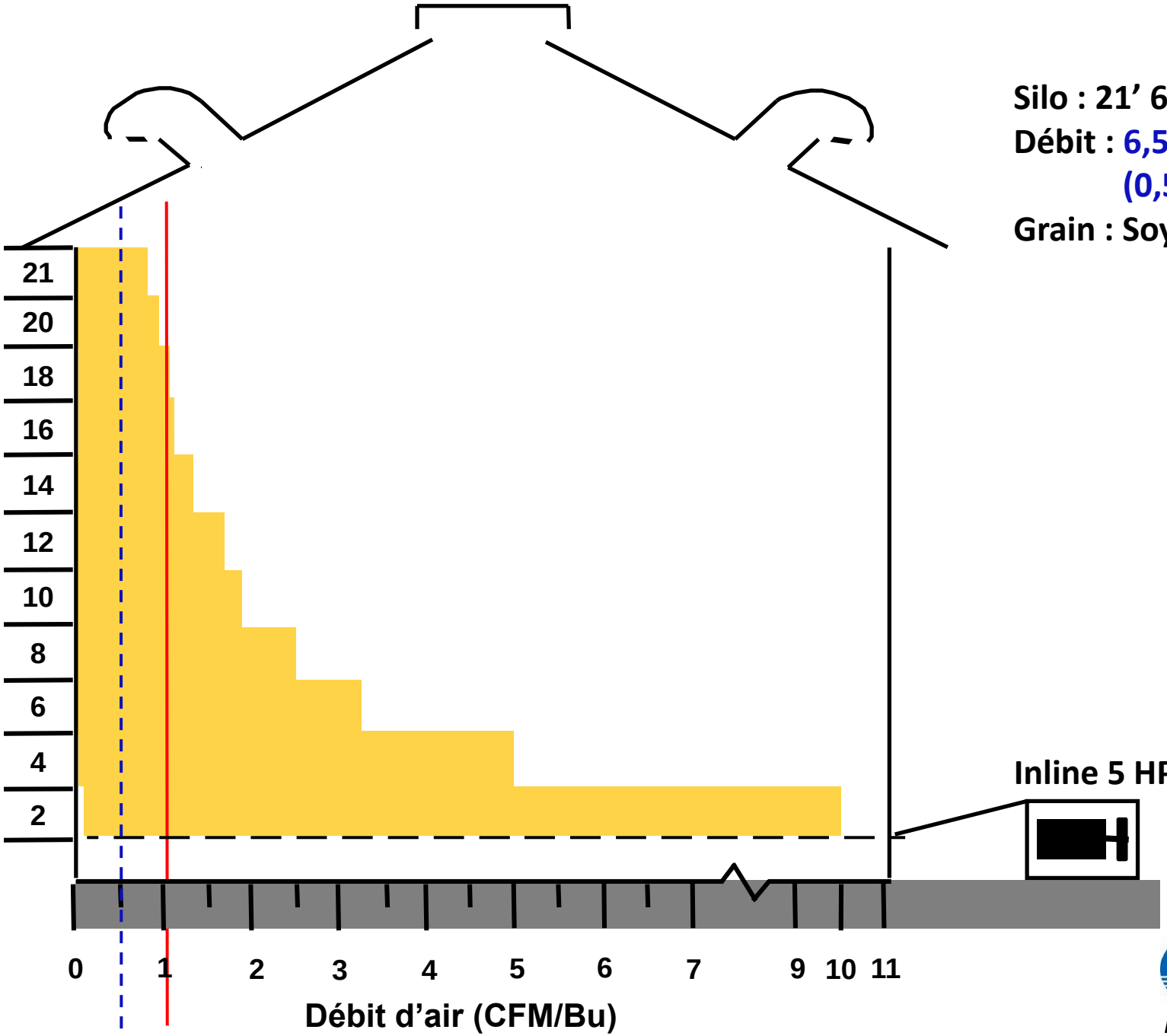
Nicolas St-Pierre, agr.

Puissance estimé en « hp » pour ventiler un silo du blé



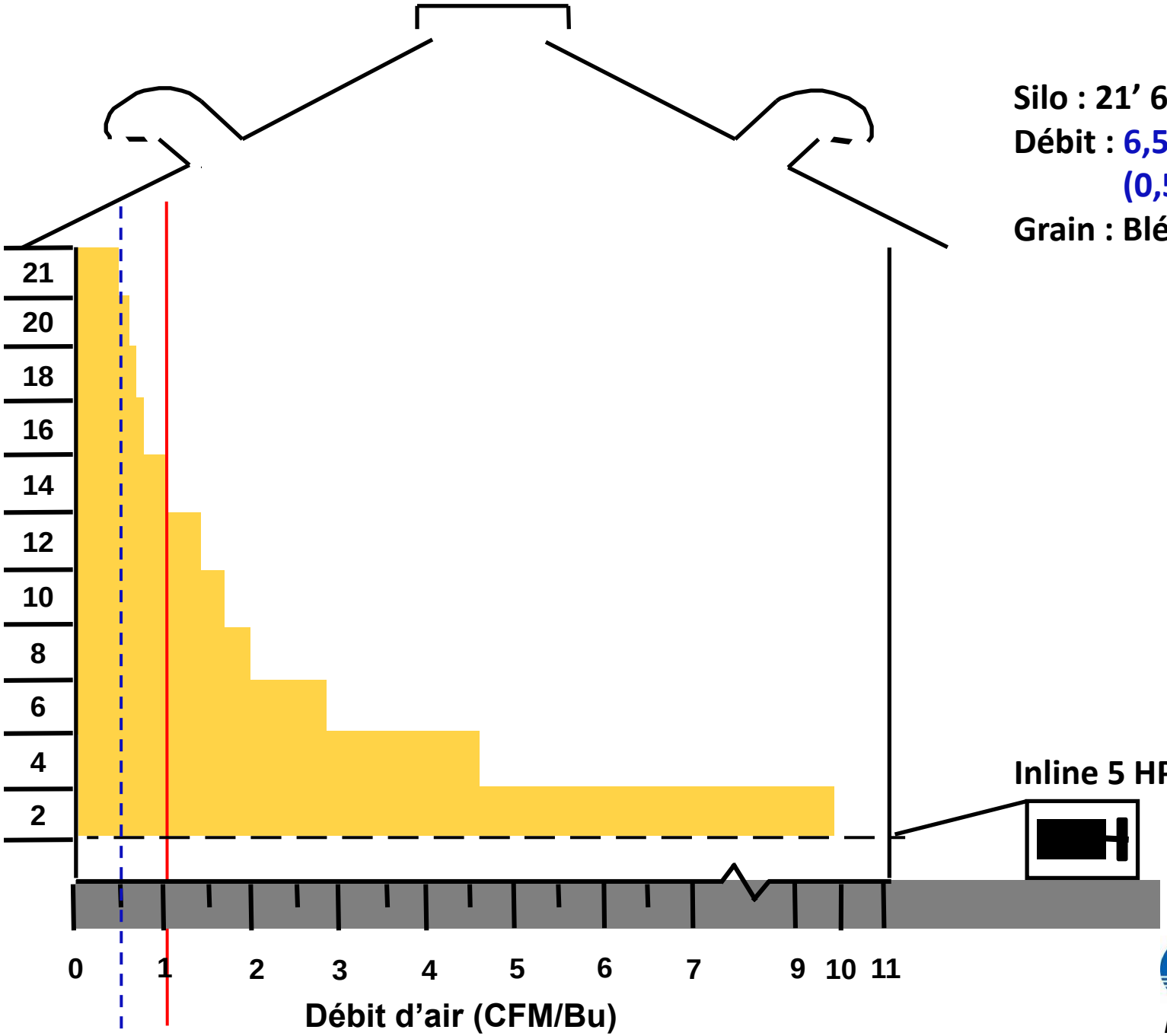
Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.



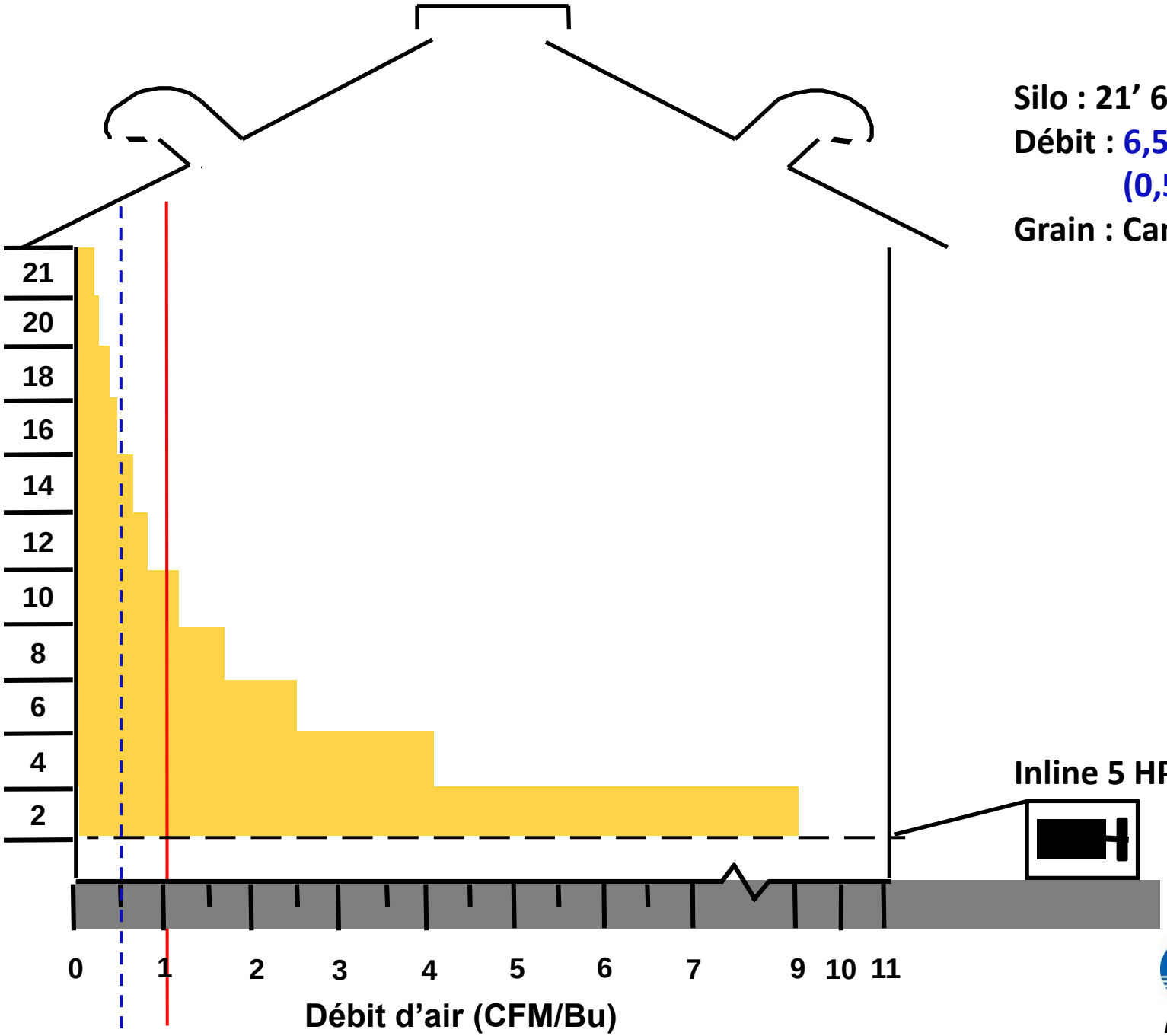
Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.



Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.



Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

En résumé

- ✓ Les conditions météo dictent la façon dont nous devrions ventiler
- ✓ Ne considérez pas le grain entreposé comme étant statique
- ✓ Ventilez à des périodes stratégiques afin d'assurer **les gains**
- ✓ Adaptez vos équipements à vos besoins de ventilation
- ✓ La ventilation demeure une méthode de séchage **économique**

POURQUOI NE PAS LA MAXIMISER !

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.

MERCI !

Collège d'Alma

Nicolas St-Pierre, agr.