KMS 360

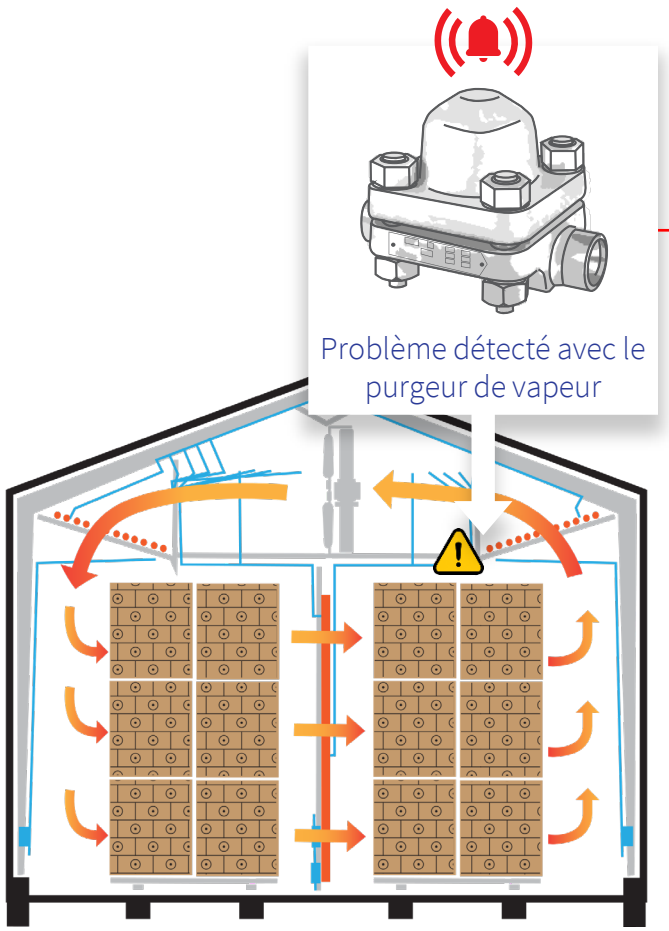
L'expert qui surveille votre opération de séchage 24/7

Comment arrêter vos séchoirs du premier coup avec l’expert KMS 360

Pierre Nader et Marc Savard

Présenté aux
Ateliers-Conférences sur le séchage du bois
avril 2025

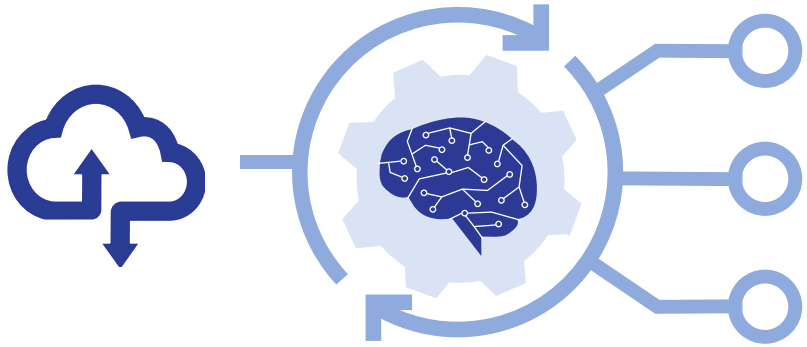
Surveillance et optimisation des séchoirs (KMS 360)



Surveillance en continu des procédés (24/7)

- ❑ Analyse automatisée, détection des anomalies et notifications
- ❑ Rapport hebdo. et trimestriel sur le rendement des opérations
- ❑ Revue et analyse d'expert

Analyse – Modèle Mathématique & Algorithmes

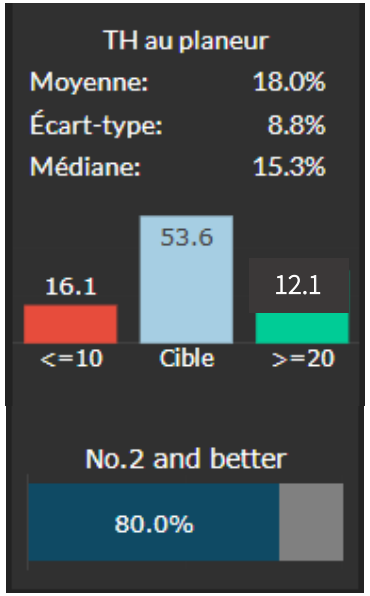


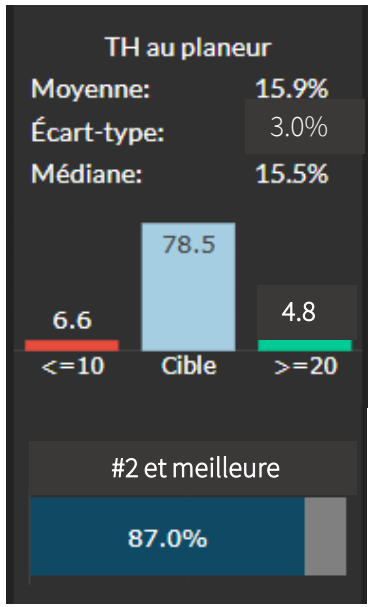
ALGOREX

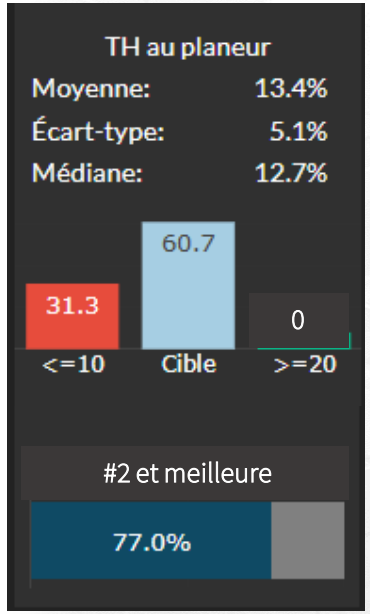
Plan de la présentation

- L’importance des arrêts précis
- Méthodes d’arrêt versus les résultats du planeur : un constat
- Impact des Tests à Chaud (TaC) sur la productivité du séchage
- Algorithme de détermination de la fin du séchage
- Algorithme de prédiction et de temporisation de la fin du séchage
- Conclusions / Recommandations

L’importance des arrêts précis







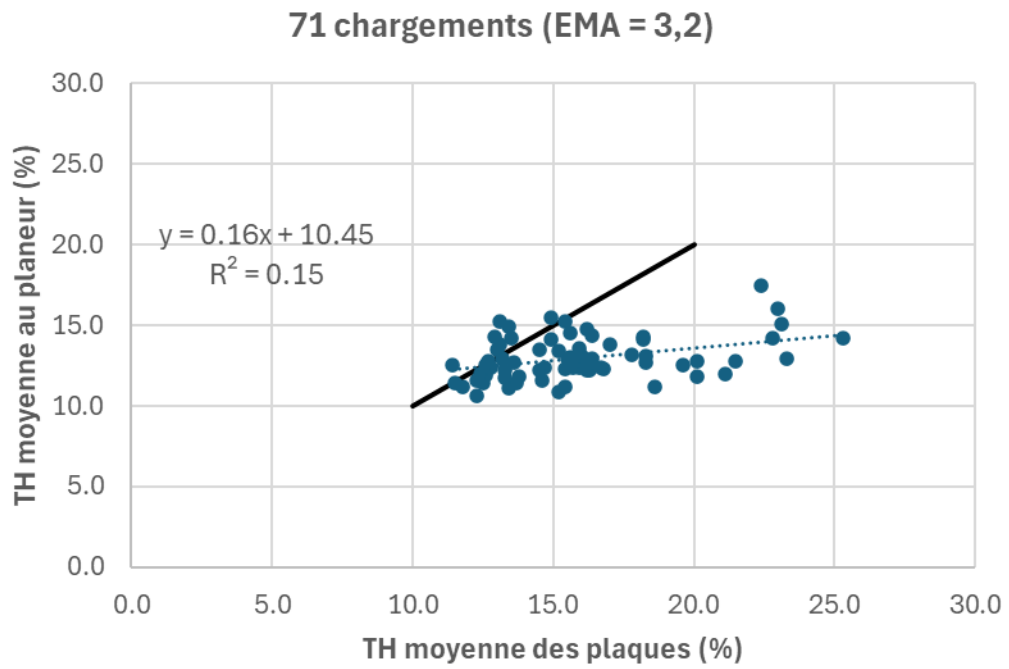
ALGOREX

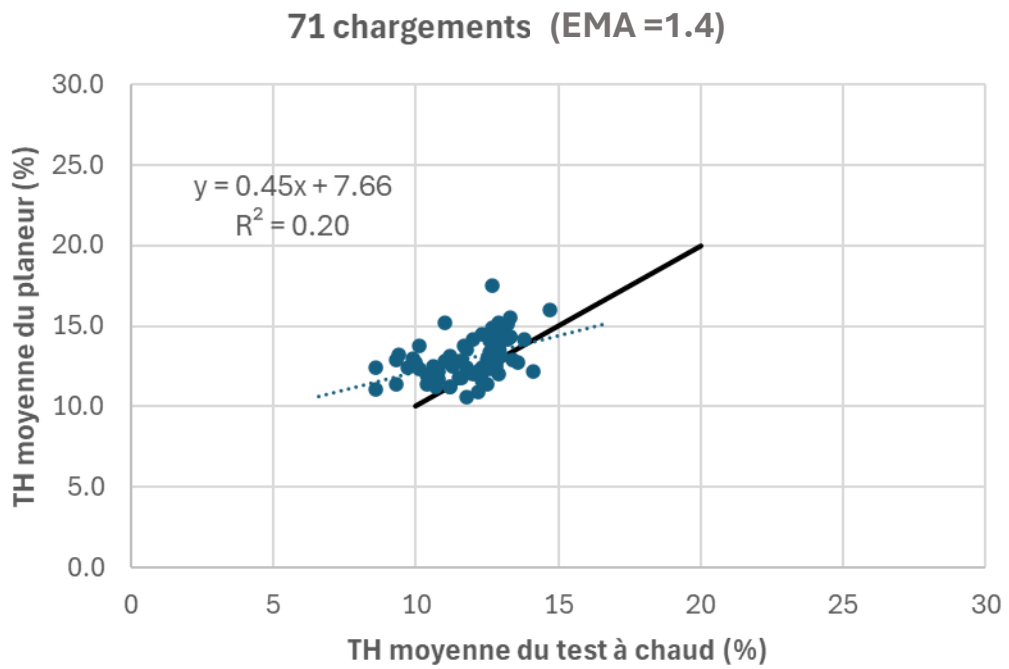
Méthodes d'arrêt versus le planeur: constat

- 71 chargements du même séchoir
- Métrique
  - Coefficient de détermination (R^2)
    - Degré de relation entre deux variables.
    - « Un modèle ayant moins de 20% de R^2 n'est pas performant et au contraire un modèle qui atteint plus de 80% de R^2 est performant. »
  - Erreur moyenne absolue (EMA)
    - Valeur absolue de la moyenne de la différence entre la variable actuelle et la variable prédite

ALGOREX

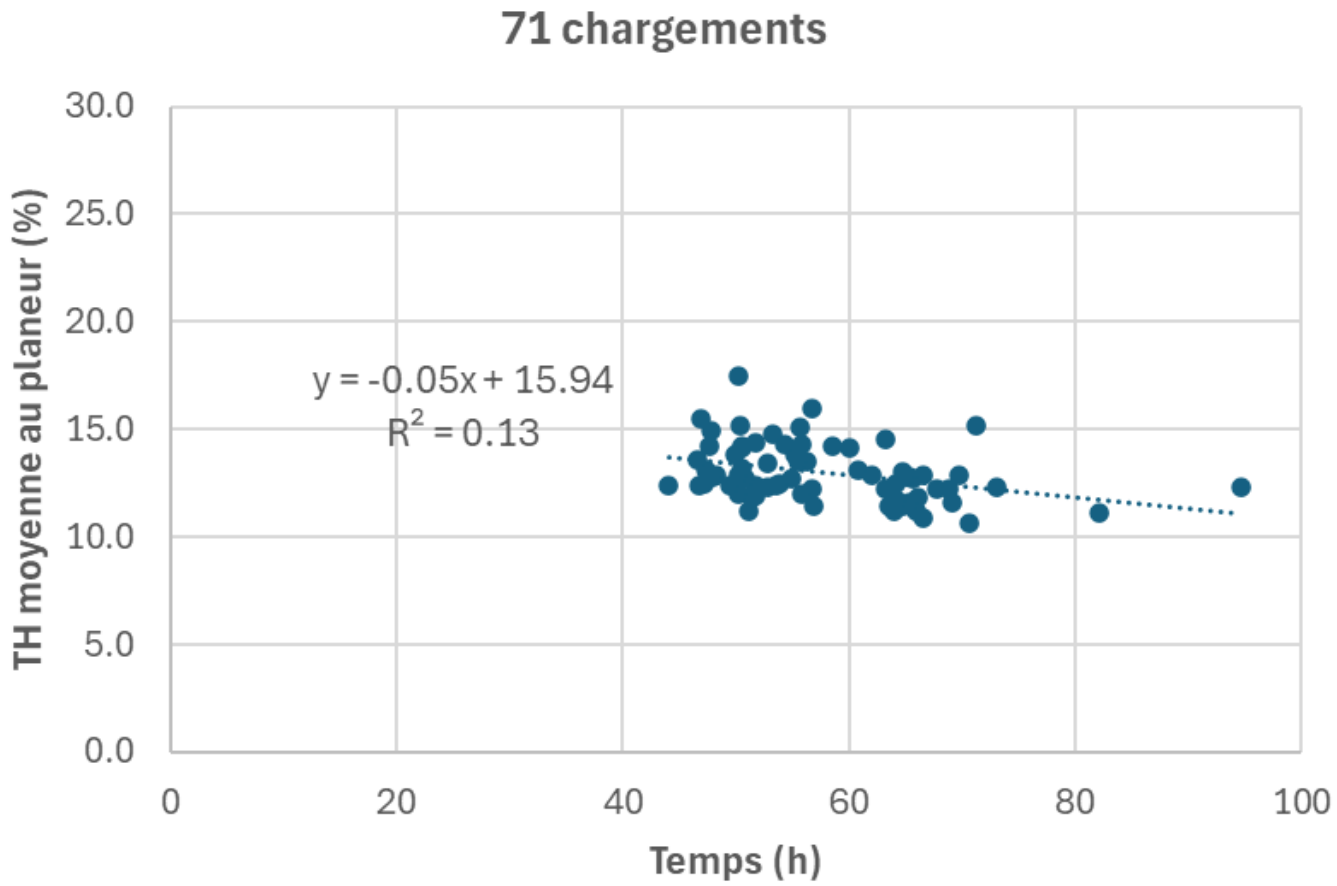
Méthodes d’arrêt versus le planeur: constat





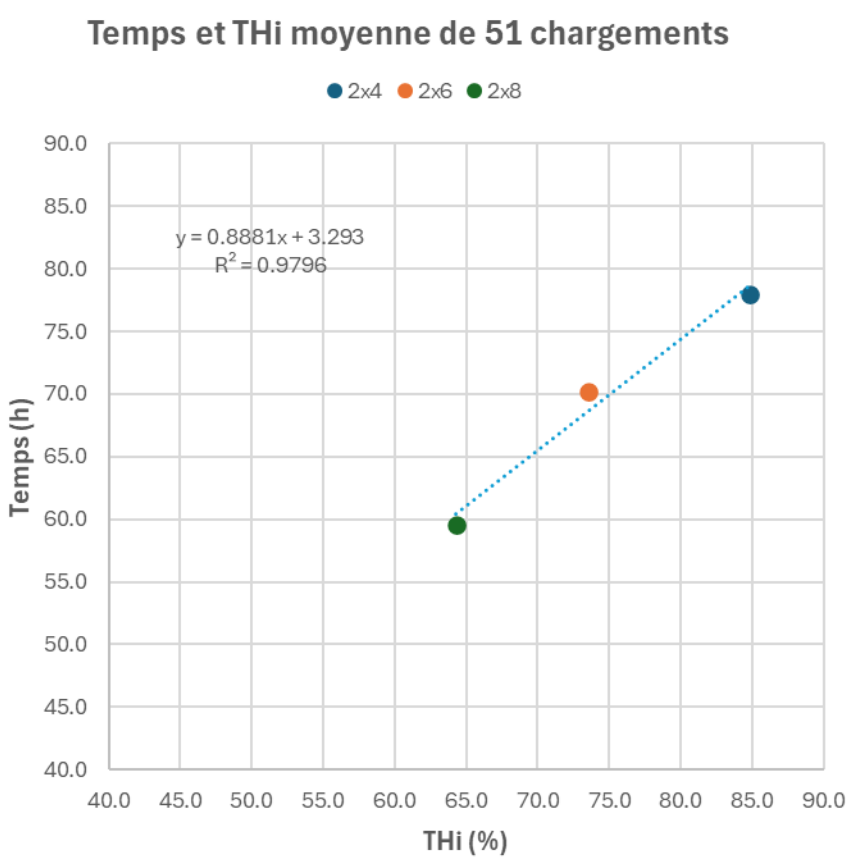
ALGOREX

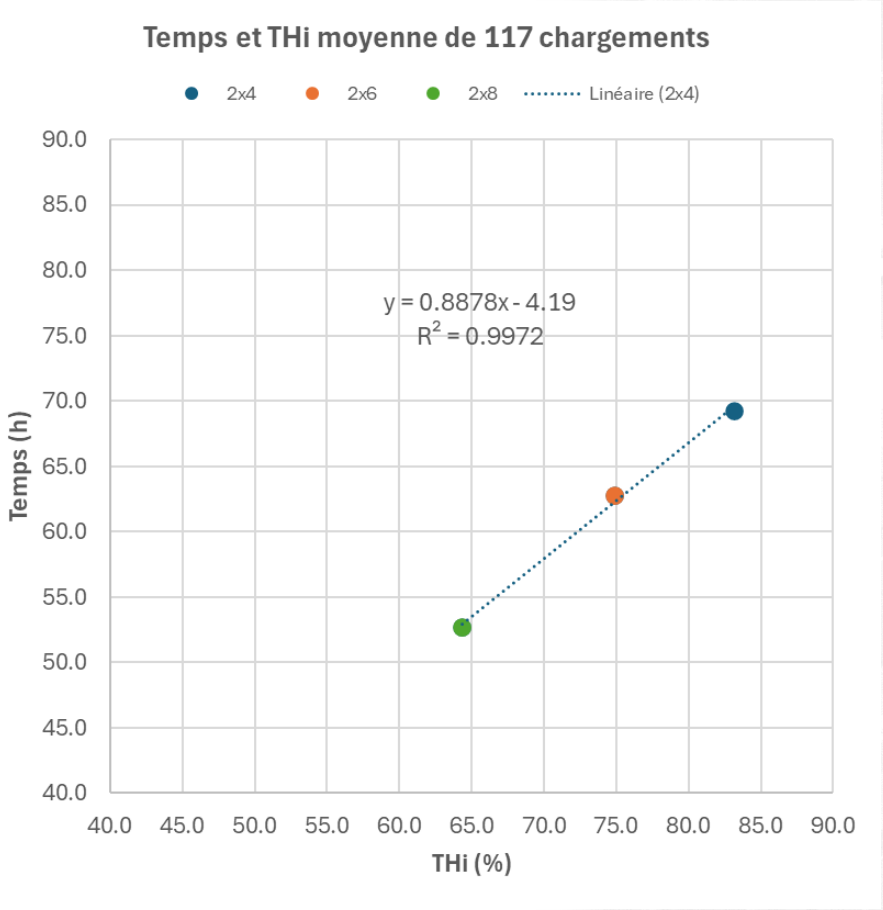
Méthodes d’arrêt versus le planeur: constat



ALGOREX

L’impact des largeurs du bois





ALGOREX

Méthodes d'arrêt: constat

104 charges rabotées	Nbre TaC
Séchoir 2	1.7
Séchoir 6	2.3
Séchoir 8	1.3
Séchoir 10	2.2
Moyenne	**1.8**

Note: 28 chargements ont été arrêtés à plus de 1% en bas de la cible du test à chaud dont 6 à plus de 2%.

ALGOREX

Méthodes d’arrêt: constat

Résultats du premier test à chaud versus cible

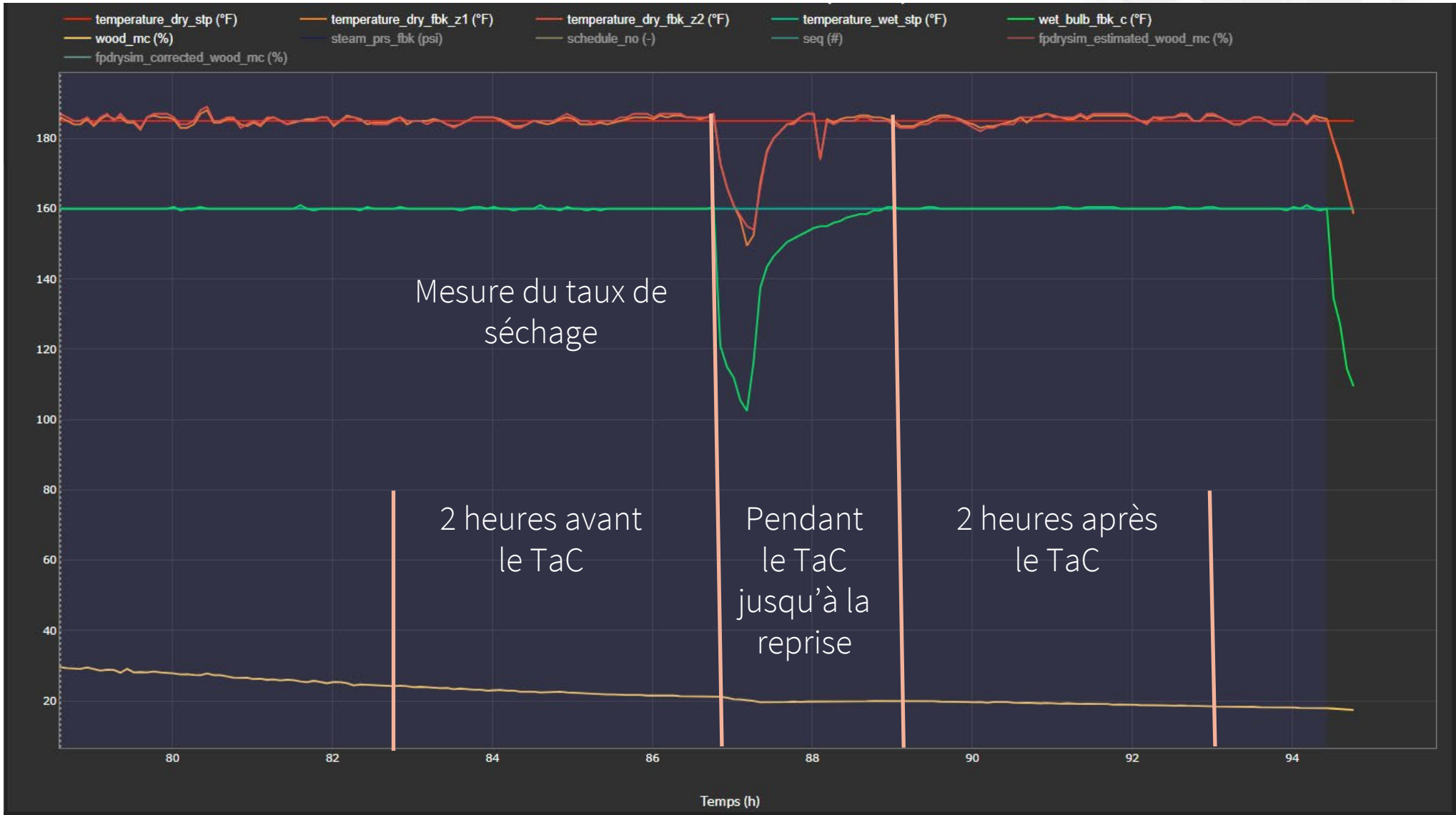
Méthode	Erreur moyenne absolue (% TH)				Moyenne
	Séchoirs				
	2	6	8	10	
Opérateur + Plaques	2.8	4.4	1.0	3.1	**2.8**

ALGOREX

Impact des tests à chaud sur la productivité

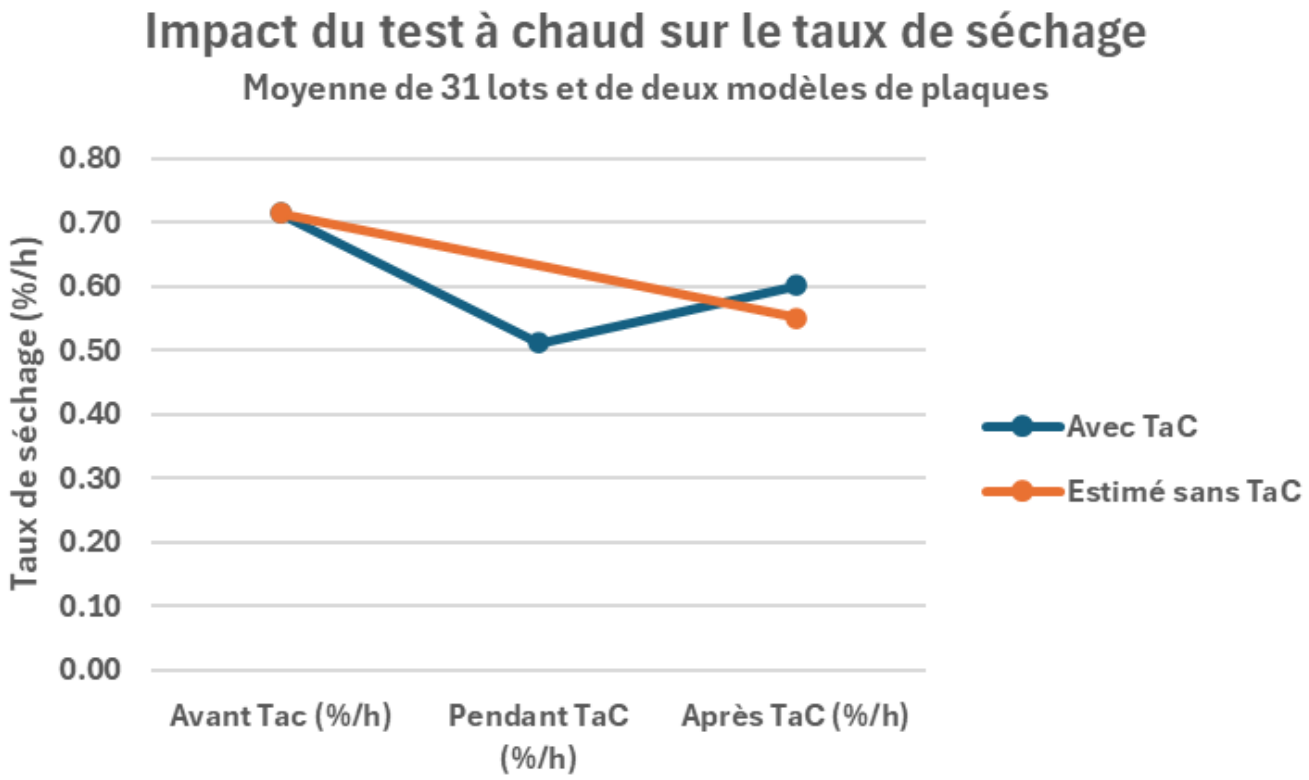
ALGOREX

Impact des tests à chaud sur la productivité



ALGOREX

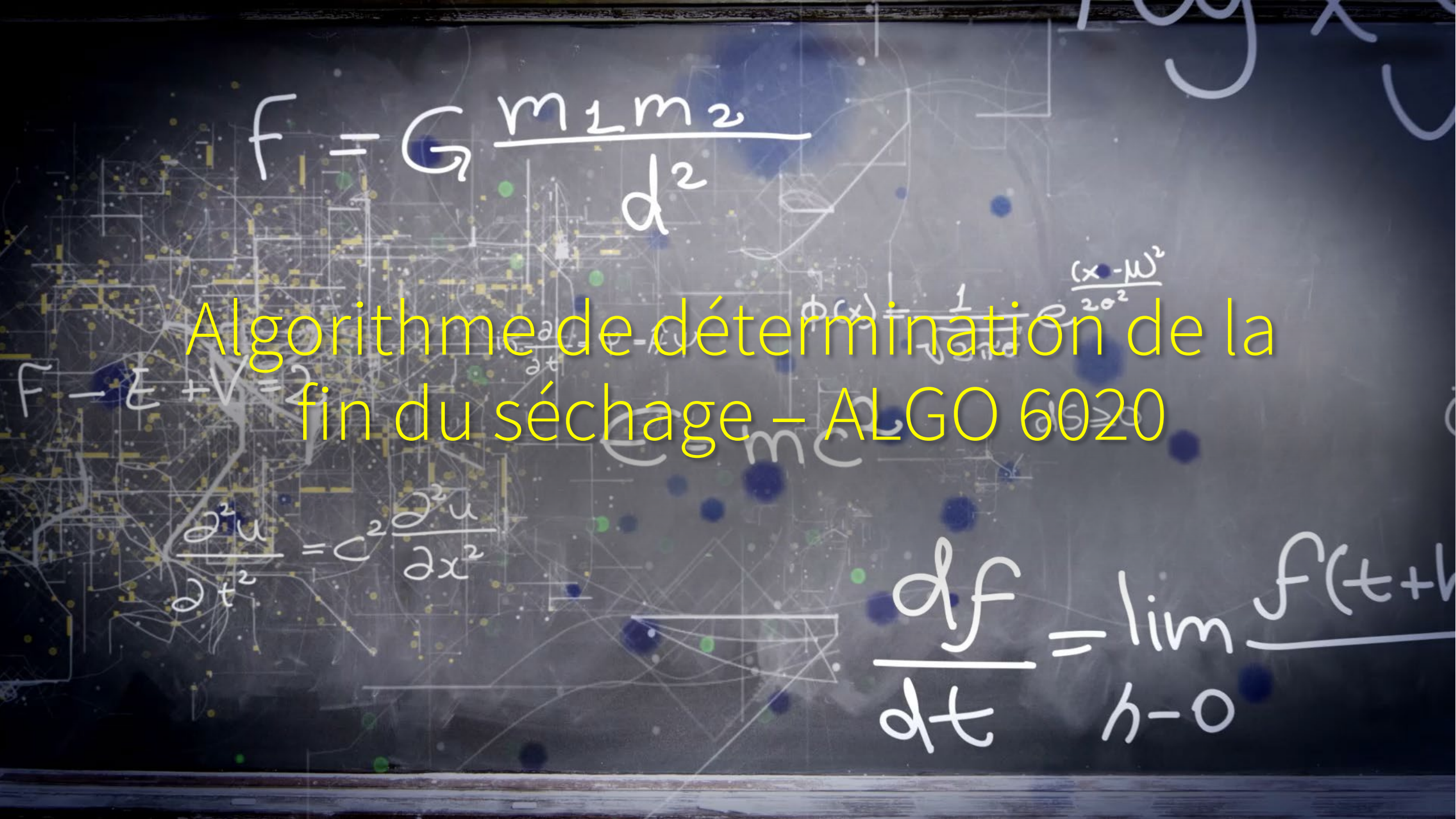
Méthodes d’arrêt: constat



Temps du TaC et de la reprise des conditions	Ralentissement estimé
0h30	6 min
1h00	12 min
1h30	18 min
1h45*	21 min
2h00	24 min
3h00	35 min

*Temps moyen des 31 charges analysées

ALGOREX



Algorithme de détermination de la fin du séchage – ALGO 6020

Algorithme de détermination de la fin de séchage

- Algorithme basé sur des taux théoriques de séchage en fonction de :
  - la température sèche
  - la température humide
  - la vitesse de l'air
  - la teneur en humidité initiale
  - la performance du séchoir
  - et de l'ajout de poudre de perlimpinpin (ex. la densité utilisée pour le test à chaud)

- Donc, entre autres, il calcule le temps passé aux conditions en cours (ex. considère les manques de vapeur)

ALGOREX

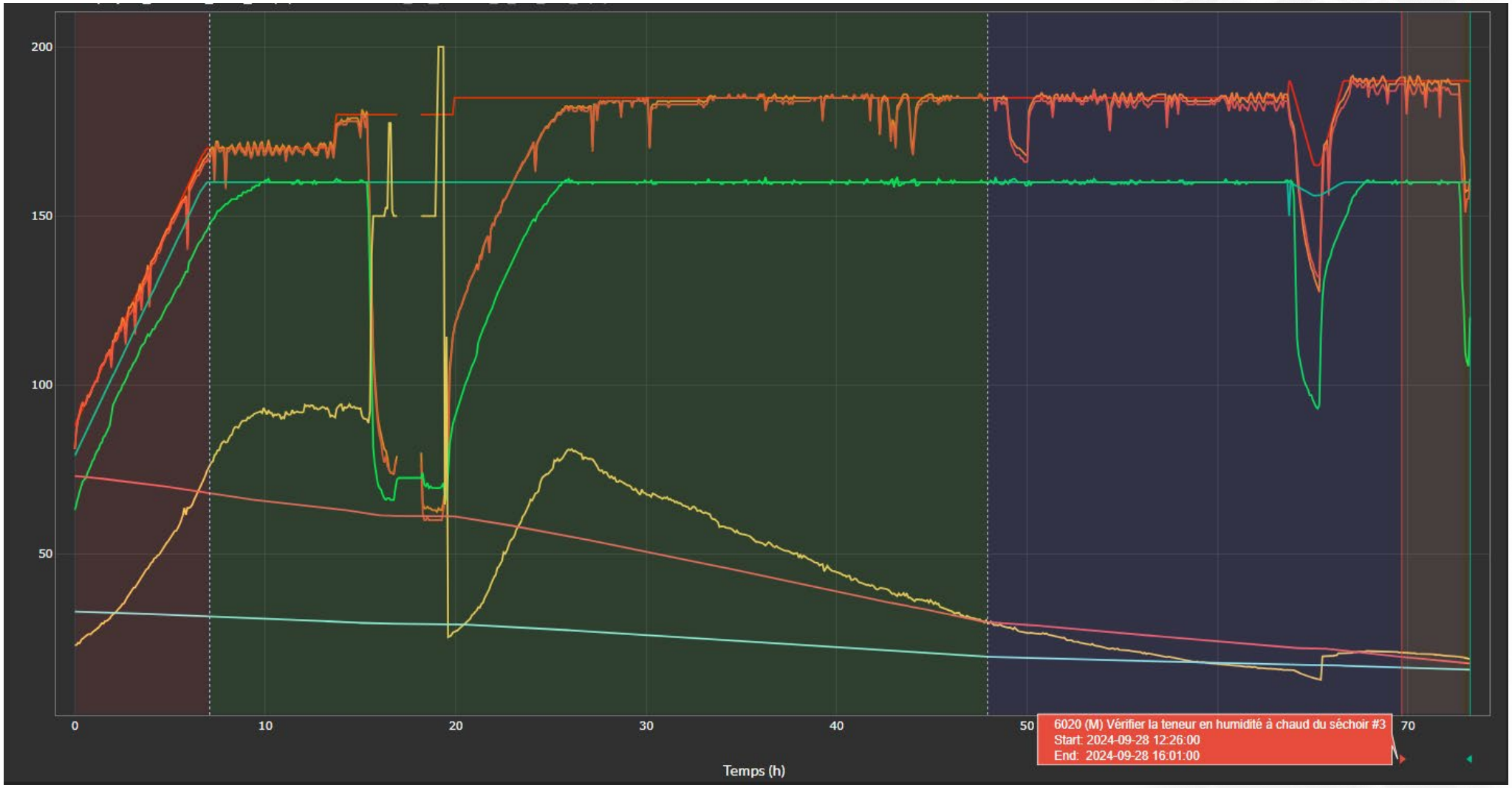
Algorithme de détermination de la fin de séchage

ALGOREX

Algorithme de détermination de la fin de séchage

ALGOREX

Algorithme de détermination de la fin de séchage



ALGOREX

Algorithme de détermination de la fin de séchage

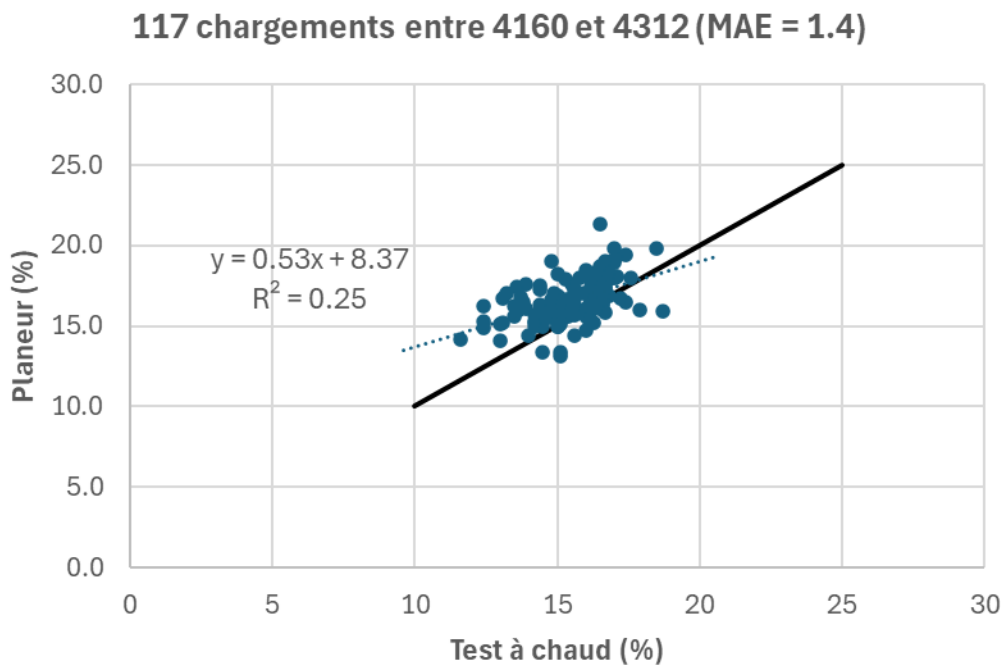
ALGOREX

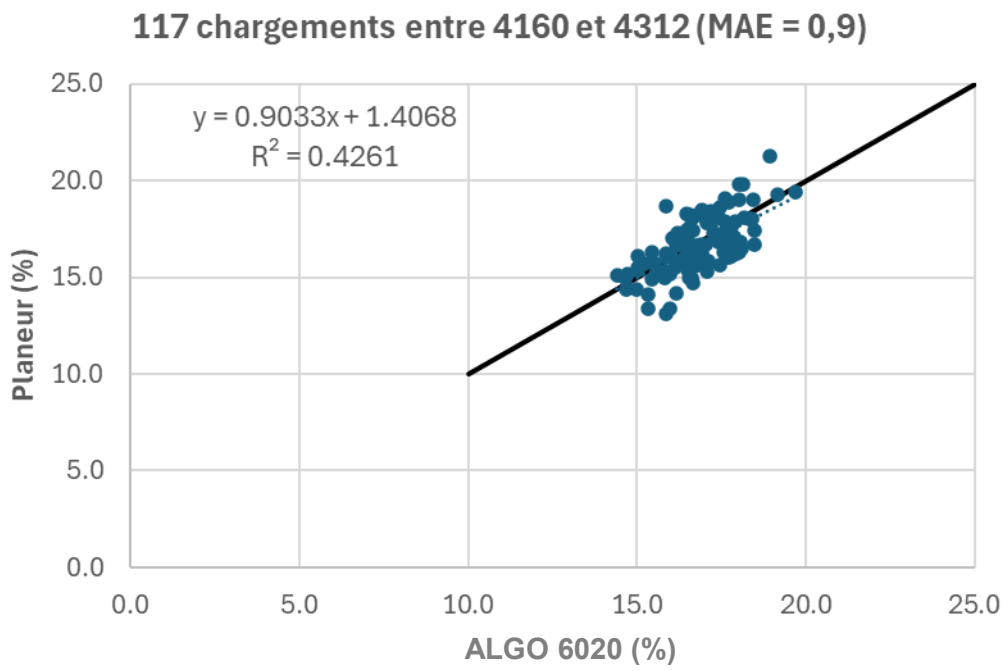
Algorithme de détermination de la fin de séchage

- 117 chargements d'un séchoir
- Métrique
  - Coefficient de détermination (R^2)
    - Degré de relation entre deux variables.
    - « Un modèle ayant moins de 20% de R^2 n'est pas performant et au contraire un modèle qui atteint plus de 80% de R^2 est performant. »
  - Erreur moyenne absolue (EMA)
    - Valeur absolue de la moyenne de la différence entre la variable actuelle et la variable prédite

ALGOREX

Algorithme de détermination de la fin de séchage





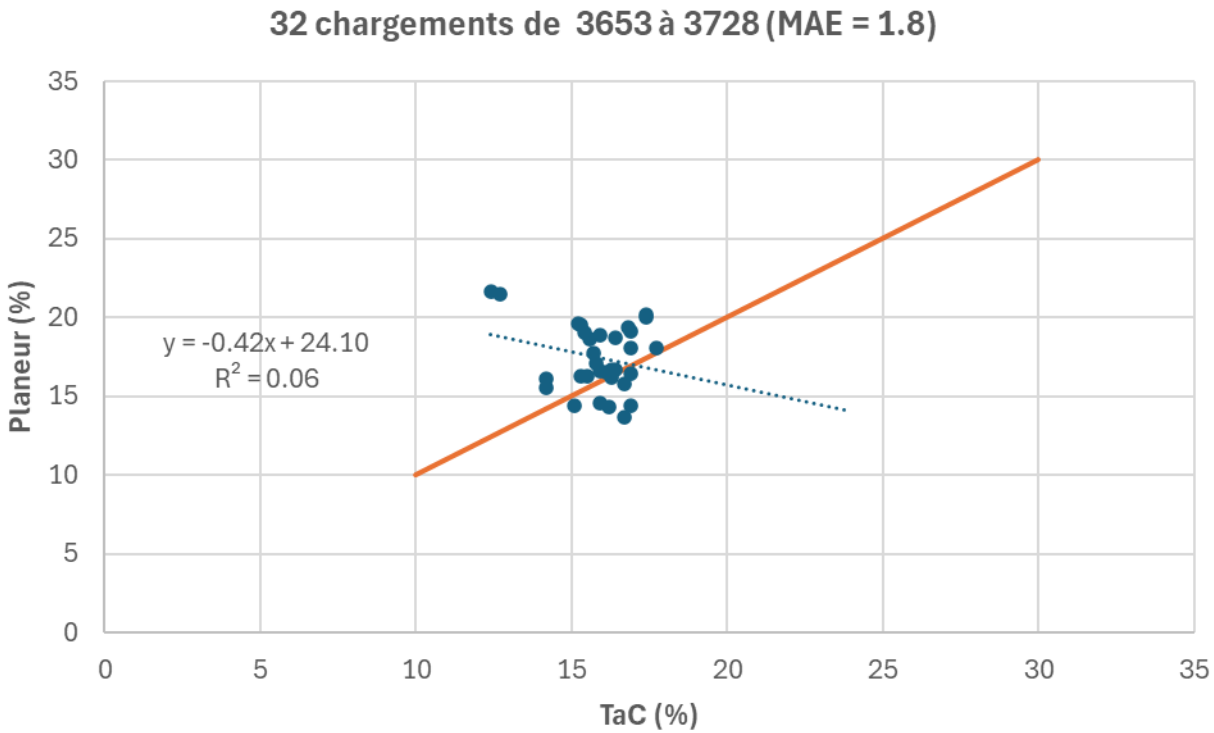
ALGOREX

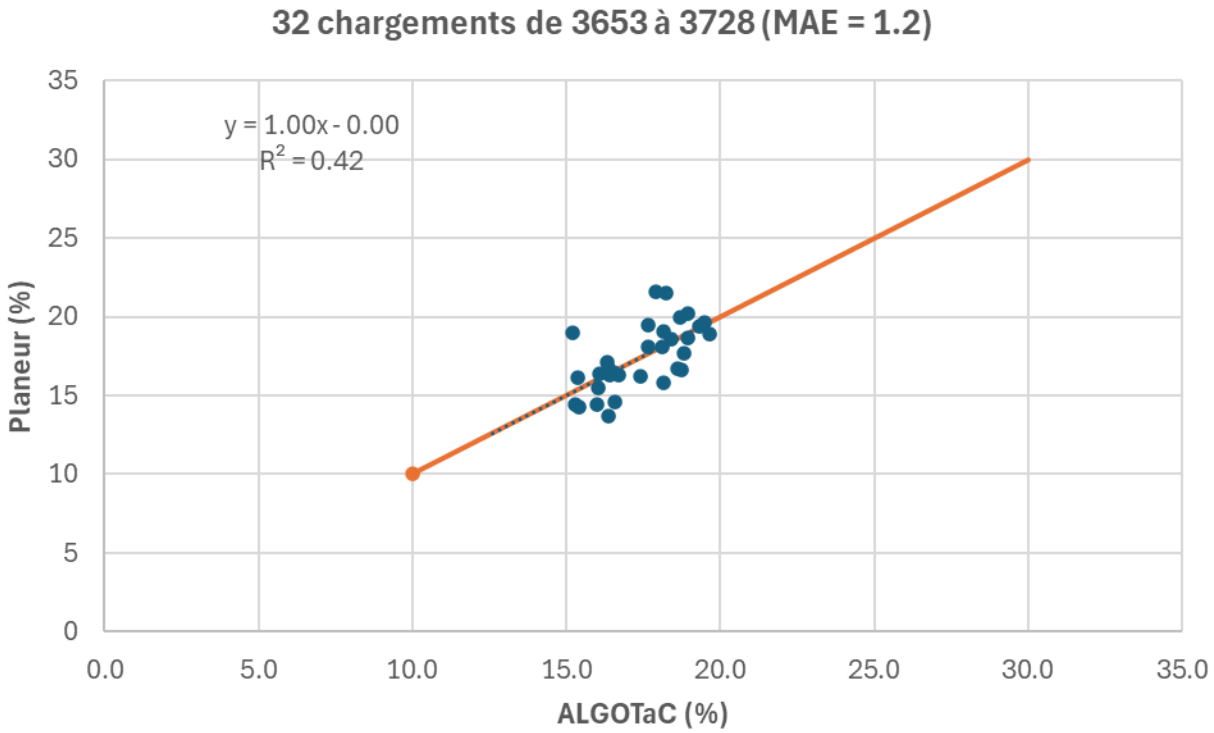
Algorithme de détermination de la fin de séchage

- 32 chargements d'un autre séchoir
- Métrique
  - Coefficient de détermination (R^2)
    - Degré de relation entre deux variables.
    - « Un modèle ayant moins de 20% de R^2 n'est pas performant et au contraire un modèle qui atteint plus de 80% de R^2 est performant. »
  - Erreur moyenne absolue (EMA)
    - Valeur absolue de la moyenne de la différence entre la variable actuelle et la variable prédite

ALGOREX

Algorithme de détermination de la fin de séchage





ALGOREX

Algorithme de détermination de la fin de séchage

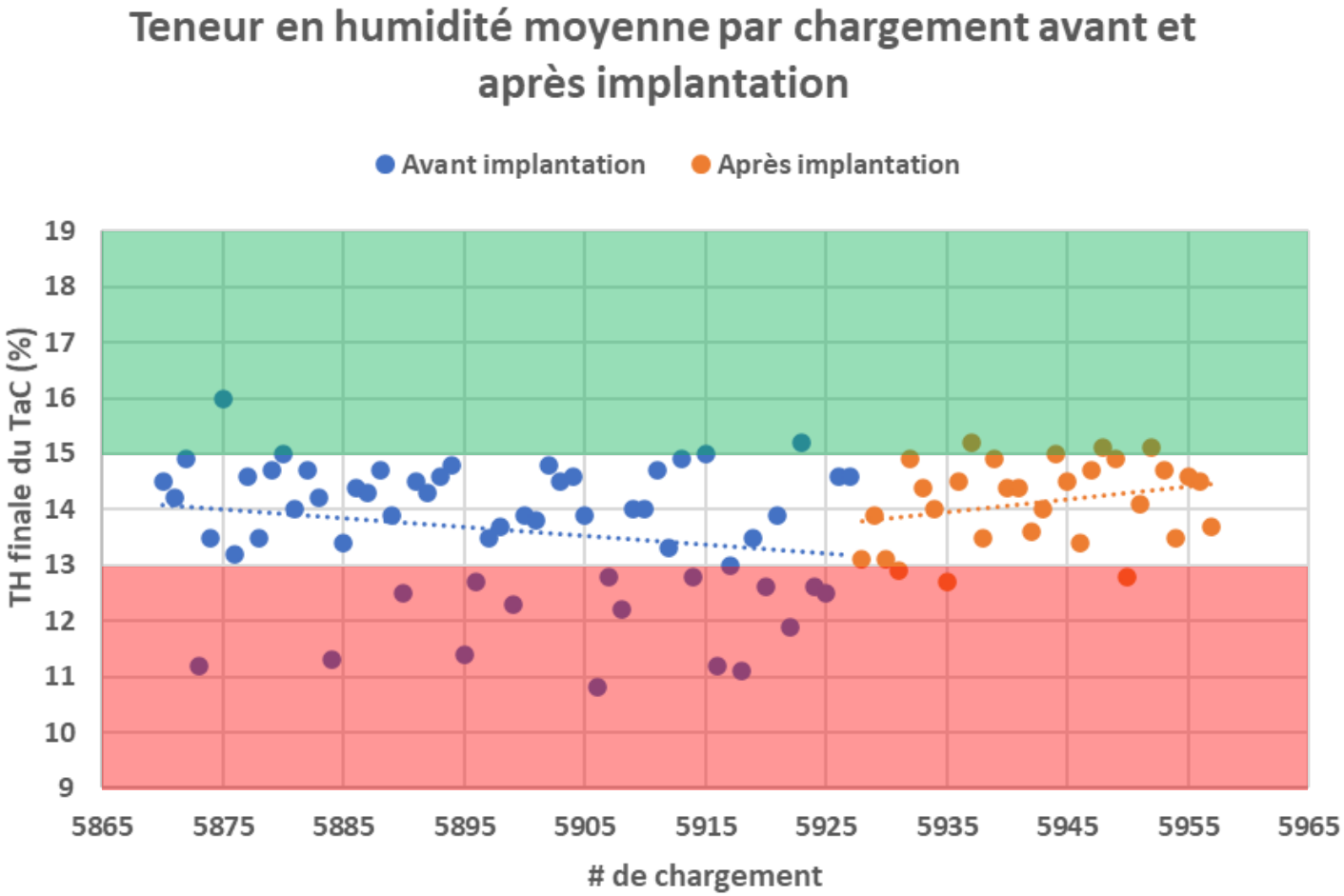
Analyse de 75 chargements avant at après l'implantation d'ALGO 6020

Nombre de TaC	Proportion avant implantation	Proportion après implantation	Proportion ajustée*
1	16.9	66.7	90.5
2	59.3	33.3	9.5
3	22.0	0	
4	1.7	0	

* ajustement en fonction des chargements où l'opérateur est allé tester même si ALGO 6020 n'était pas prêt.

ALGOREX

Algorithme de détermination de la fin de séchage



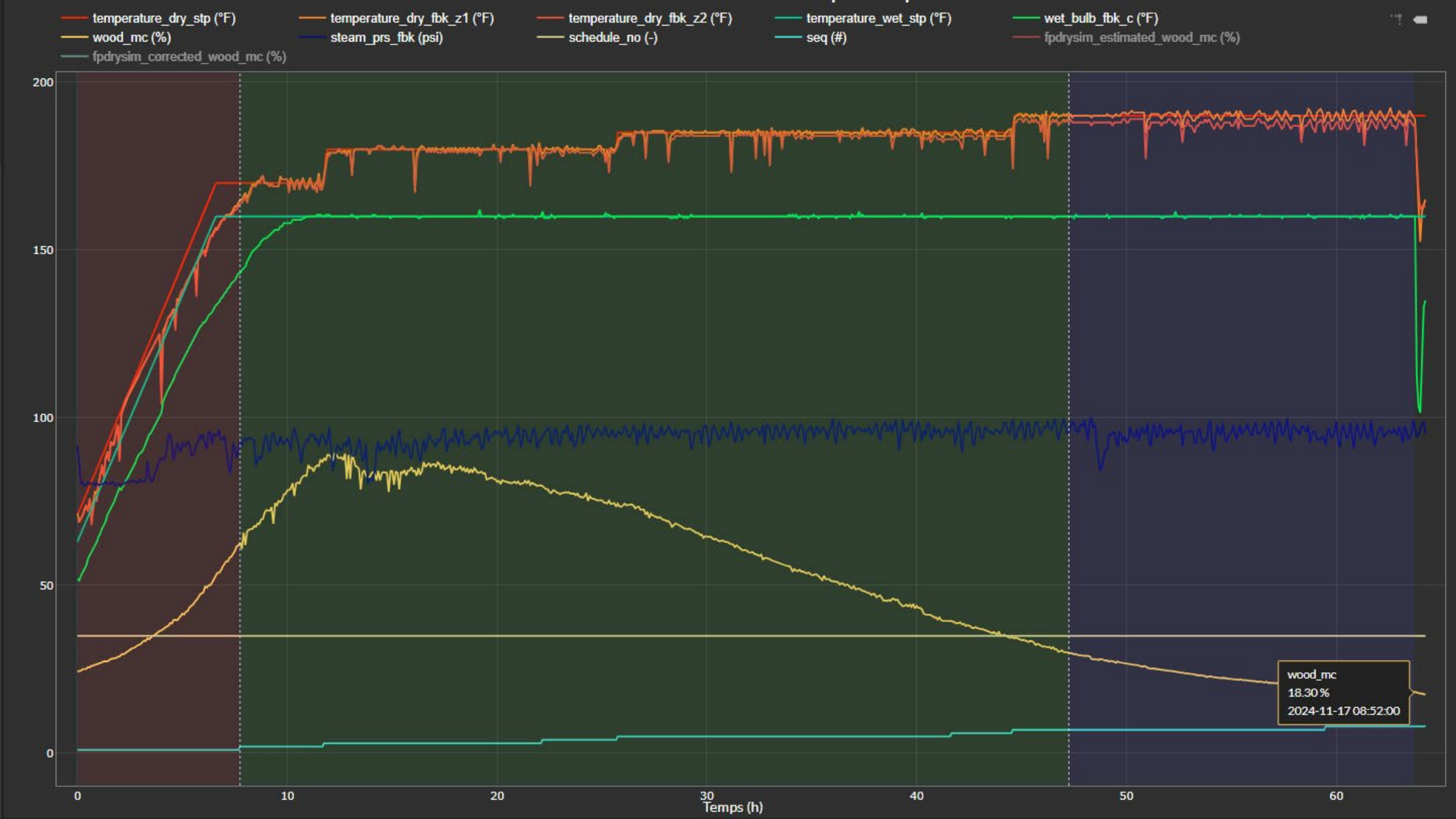
ALGOREX

Algorithme de prédiction et de temporisation de la fin du séchage

ALGO 6111

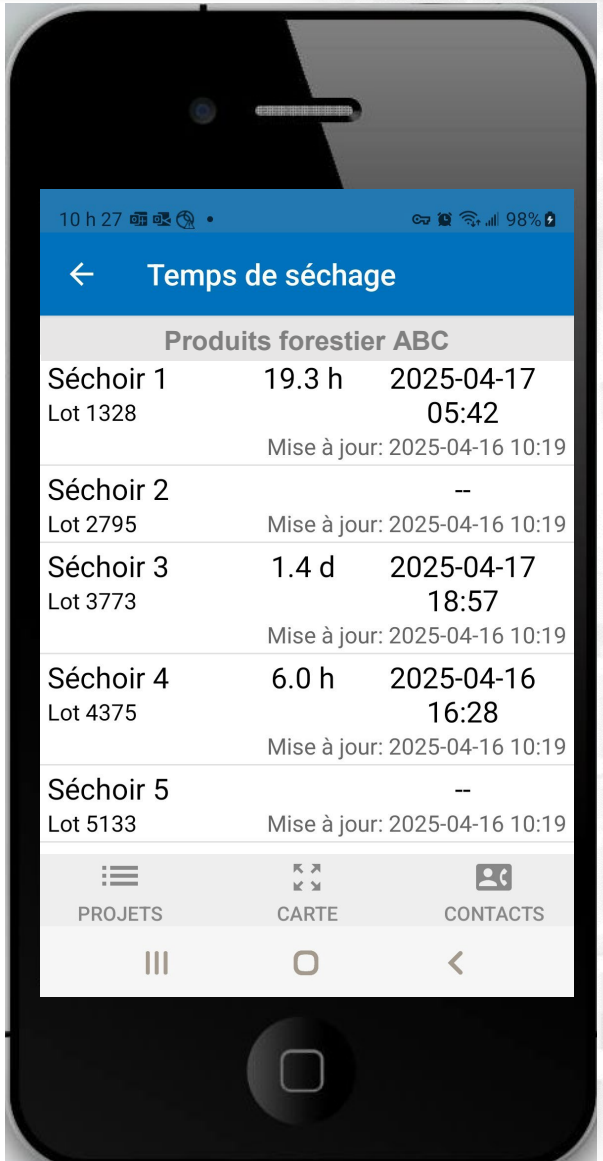
Prédisez quand nous serons à 12 heures de la fin du séchage

temperature_dry_stp (°F)
temperature_dry_fbk_z1 (°F)
temperature_dry_fbk_z2 (°F)
temperature_wet_stp (°F)
wet_bulb_fbk_c (°F)
wood_mc (%)
steam_prs_fbk (psi)
schedule_no (-)
seq (#)
fpdrysim_estimated_wood_mc (%)
fpdrysim_corrected_wood_mc (%)
200
150
100
50
0
0
10
20
60
6111 (M) Le lot du séchoir 3 sera inférieure à xx % MC dans environ 12 heures si la tendance se maintient
Start: 2024-11-16 21:57:00
End: 2024-11-17 09:22:00
Temps (h)


temperature_dry_stp (°F)
temperature_dry_fbk_z1 (°F)
temperature_dry_fbk_z2 (°F)
temperature_wet_stp (°F)
wet_bulb_fbk_c (°F)
wood_mc (%)
steam_prs_fbk (psi)
schedule_no (-)
seq (#)
fpdrysim_estimated_wood_mc (%)
fpdrysim_corrected_wood_mc (%)
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
Temps (h)
wood_mc
18.30 %
2024-11-17 08:52:00

Algorithme de prédiction et de temporisation de la fin du séchage

- Prévisibilité de la fin du séchage
  - Meilleure planification :
    - Transfert des chargements plus efficace (ex. déblayage et déglaçage des rails à l'avance, meilleure disponibilité des chargeuses sur roues, etc.)
    - Ordonnancement (priorité) du chargement des séchoirs
    - Disponibilité du personnel
    - Etc.



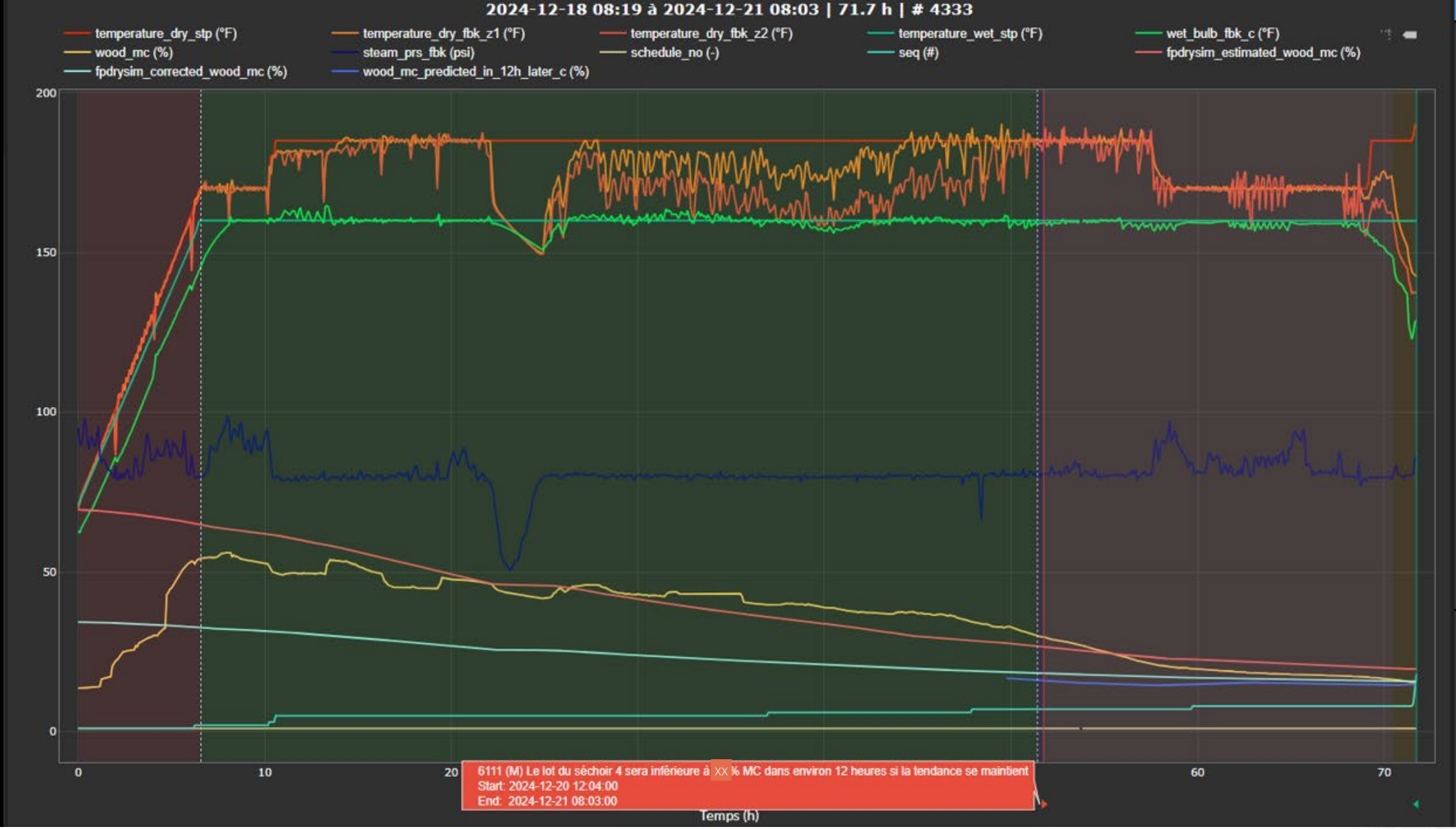
ALGOREX

Algorithme de prédiction et de temporisation de la fin du séchage

- Temporisation (en développement)
  - Temporiser : Différer d'agir, par calcul, dans l'attente d'un moment plus favorable.

  - Ralentissement ou accélération du taux de séchage
    - KMS 360 propose les conditions de température à utiliser pour atteindre l’objectif (moment précis de la journée)
    - Réduction des chargements qui finissent la nuit (ex. équilibrage des séchoirs pendant la nuit pour augmenter la qualité, réduction du temps supplémentaire ou du temps d’inactivité des séchoirs, etc.)

ALGOREX



Prod | Plan | MC | Planeur

Plan de vol

HC4333

Selon les plaques KilnScout

Au rythme actuel

Destination:	16 %
Heure d'arrivée	1 h 55
Pondération;	0 %

Selon ALGOTaC

Au rythme actuel

Destination:	16 %
Heure d'arrivée:	0 h 4
Pondération:	50 %

En suivant les consignes

Destination:	16 %
T sèche	185 F
T humide	160 F
Heure d'arrivée:	0 h 10
Pondération:	50 %

Votre estimé 0

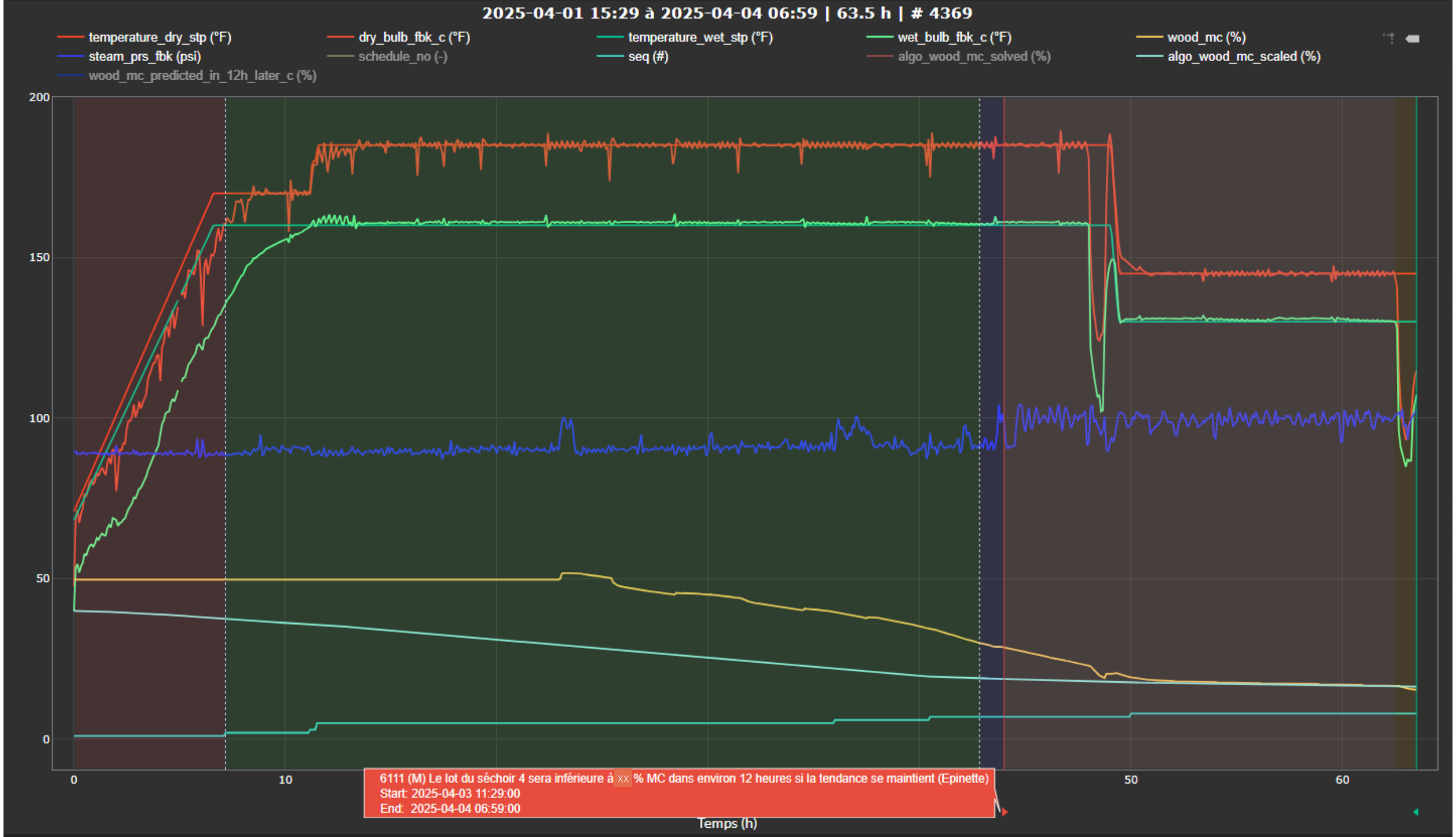
Heure d'arrivée: 0 h 7

Calculateur de vol

$E = mc^2$

Destination:	16 %
T sèche	170 F
T humide	160 F
Heure prévue:	0 h 10
Nouvelle arrivée:	5 h 59

ALGOREX


2025-04-01 15:29 à 2025-04-04 06:59 | 63.5 h | # 4369
temperature_dry_stp (°F)
dry_bulb_fbk_c (°F)
temperature_wet_stp (°F)
wet_bulb_fbk_c (°F)
wood_mc (%)
steam_prs_fbk (psi)
schedule_no (-)
seq (#)
algo_wood_mc_solved (%)
algo_wood_mc_scaled (%)
wood_mc_predicted_in_12h_later_c (%)
200
150
100
50
0
0
10
50
60
6111 (M) Le lot du séchoir 4 sera inférieure à XX % MC dans environ 12 heures si la tendance se maintient (Epinette)
Start: 2025-04-03 11:29:00
End: 2025-04-04 06:59:00
Temps (h)

Conclusions / Recommandations

Les 4 règles de l'**ABCD** du séchage pour du bois droit et sec selon Brian

- Règle A = **A**rrêt précis du séchoir pour un compromis optimal entre les sur-séchés (déclassés ou bris au rabotage) et les sous-séchés (« kiln wets »)
- Règle B = **B**onne qualité du lattage, des empilements (travers) et de la gestion des cours et des chargements de séchoirs
- Règle C = **C**onserver les purgeurs à vapeur ou les éléments chauffants et les ventilateurs en bon état de fonctionnement
- Règle D = Suivre les règles A, B et C (Le bon vieux **Système D**)

ALGOREX

Remerciements

- L’équipe d’ALGOREX, plus particulièrement Francis Charette
- L’équipe de SPN Consultants, plus particulièrement Pierre Nader, Alexandre Lebel et Thamer Saraei
- L’équipe de FPInnovations, plus particulièrement l’insoluble Samuel Gendron

ALGOREX