

L'automatisation de l'alimentation des bovins laitiers

Arnaud BRUEL, Chambre d'agriculture des pays de la Loire

Julien JURQUET et Jean-Luc MENARD, Institut de l'Elevage, Angers/Beaucouzé

Problématique/ Contexte

- Automatisation de l'alimentation développée en production porcs, veaux de boucherie,... pour des animaux longtemps en bâtiment...
- et les autres bovins ?... Dans un contexte évolutif
 - Agrandissement, conduite en lots, diminution du pâturage
 - Intensification de la main d'œuvre
 - Nouvelle génération d'éleveurs
- Bovins laitiers : 2 tâches d'astreinte majeures
 - traite = 50% = Développement robots depuis plus de 15 ans
 - Alimentation = 28 % mais tâche la plus variable = une offre de robots de plus en plus importante : 1^{ère} communication grand public SPACE 2012...

- Estimation 2018 : 160 fermes équipées en France
- 12 constructeurs présents sur le marché français (2019)



- Questions des éleveurs en dehors de l'offre commerciale : souhait d'avoir des réponses objectives
- Et manque de référence en conseil bâtiment sur l'implantation des robots en bâtiments neufs ou existants

Matériel et Méthodes

- Groupe d'experts du bâtiment bovins avec l'appui de conseillers alimentation et machinisme des Chambre d'agriculture de l'ouest et de l'Institut de l'Elevage



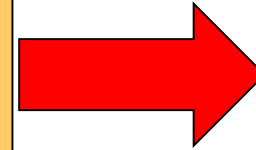
- Rencontres avec 10 constructeurs présents sur le marché français
- Enquête d'élevages d'une dizaine d'élevages équipés, présents dans nos trois régions de l'Ouest
- Synthèse disponible en octobre 2020

Séquence 1 : équipements / bâtiment

- Description fonctionnelle des équipements proposés aujourd'hui sur le marché et présents en élevages
- Conséquences sur la conception ou l'aménagement des bâtiments

Automatisation de l'alimentation : Les différentes étapes

1 Stockages primaires

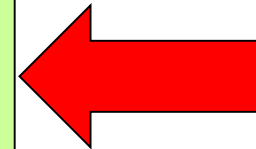


Bâtiment dédié « Cuisine »

2 Stockages intermédiaires



3 Préparation de la ration



Suspendus avec rail



4 Robots de distribution

Sur roues



5 familles de matériel

	Stockage cuisine	Mélange de la ration	Distribution	Marques
A	Cellules	Robot mélangeur - distributeur		GEA, Kuhn, Rovibec, Trioliet,
B	Au sol	Robot mélangeur - distributeur		Lely
C	Absence	Mélangeuse Fixe	Robot distributeur	Cormall, Delaval, GEA, Jeantil, Kuhn, Rovibec, Trioliet,
D	Cellules	Mélangeuse Fixe	Robot distributeur	Delaval, GEA, Jeantil, Lucas
E	Cellules	Absence (rations foin)	Robot distributeur	Altec
F	Cellules (concentrés)	Le robot s'approvisionne, mélange et distribue		Wasserbauer, ...Khun...

Type d'automate : sur roues ou suspendu ?

	Roues	Rail
Intérêts	• Plusieurs bâtiments • Pas de contrainte sur la charpente • Adaptation en bâtiment existant • Capacité de charge • Repousse fourrage adaptable	• Pas de contraintes de sol • Passe au-dessus des circuits sales • Permet un mélange et une distribution simultanés • Pas de temps de recharge
Limites	• Circuit / nature des sols • Batterie (temps de rechargement, durée de vie) • Cahier des Charges Sécurité des engins roulants autonomes	• Charpente – portique et adaptation au bâti existant • Hauteur du rail qui gêne la circulation • Capacité de charge • Repousse fourrage impossible si l'automate pèse

La cuisine : un stockage intermédiaire des différents composants de la ration

- Stockage au sol (famille B)
- ou dans des stockeurs (familles A, D E et F)



15 septembre 2020

Principes de conception de la cuisine

- Une façade ouverte idéalement orientée Nord ou Est pour protéger le fourrage des pluies et vents dominants
- Un rideau amovible pourra être ajouté à cette façade pour une protection plus efficace face aux intempéries et également afin d'éviter l'entrée des oiseaux dans cet espace de stockage.
- Sol bétonné lissé / pente 0,5% (nettoyage, écoulements)



15 septembre 2020

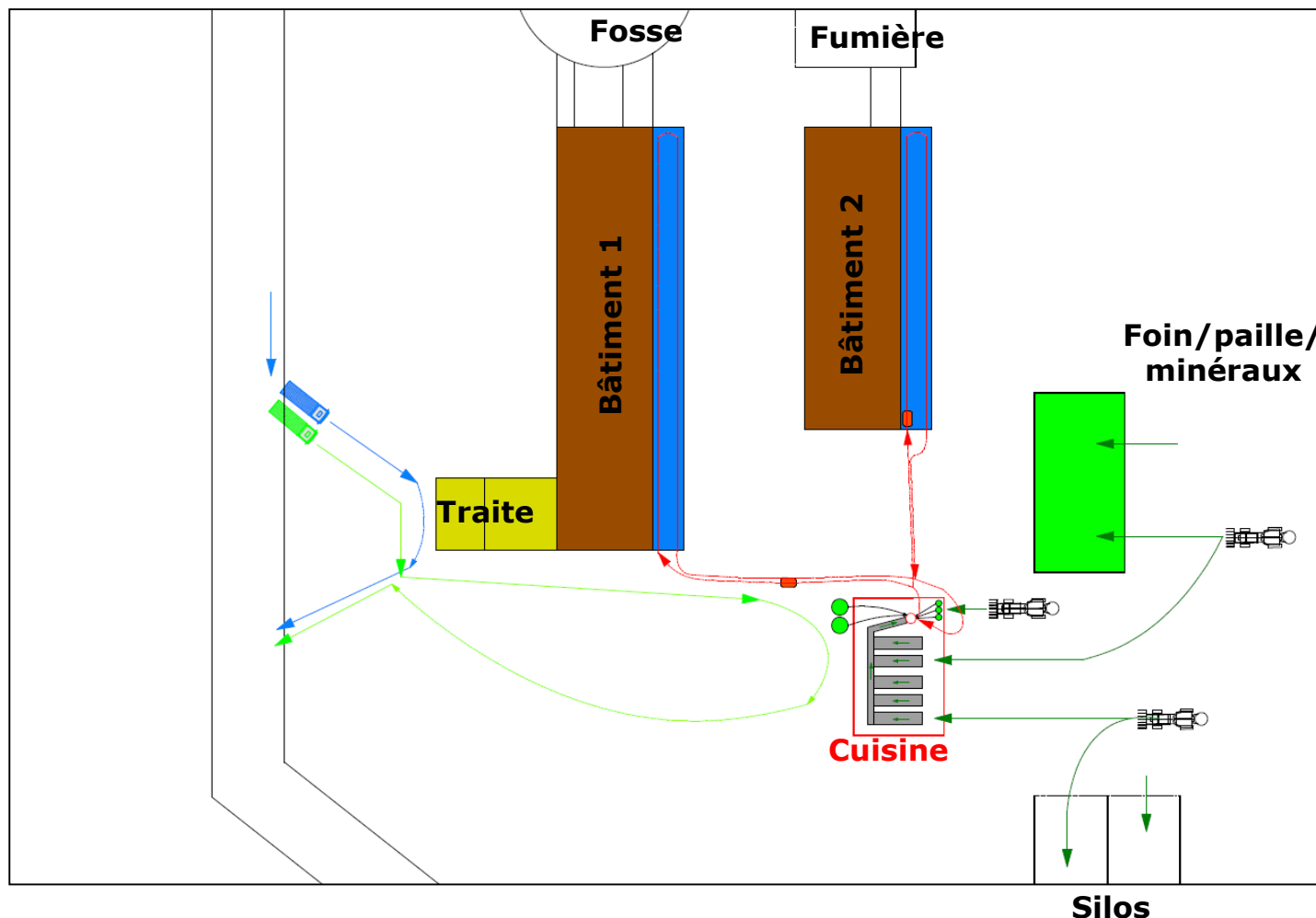
Conception de la cuisine

- Charpente métallique ou bois, dimensionnée selon les contraintes (pont roulant, rail...)
- Couverture fibro-ciment ou tôle avec anti-condensation
- Eclairage naturel latéral plutôt qu'en toiture (échauffement).
- Élévations : Muret 50 cm à 1m (hors d'eau et nettoyable)
- Bardage ventilant (bois CV, brise-vent ou tôle perforée) : attention aux entrées d'eau et à la poussière
- Dimensions : un ordre d'idée de 100 m² de cuisine pour 100 têtes de bétail à nourrir... mais fonction
 - de la famille,
 - du nombre d'aliments et de rations,
 - des volumes à distribuer,
 - du mode d'approvisionnement en vrac ou en cube...



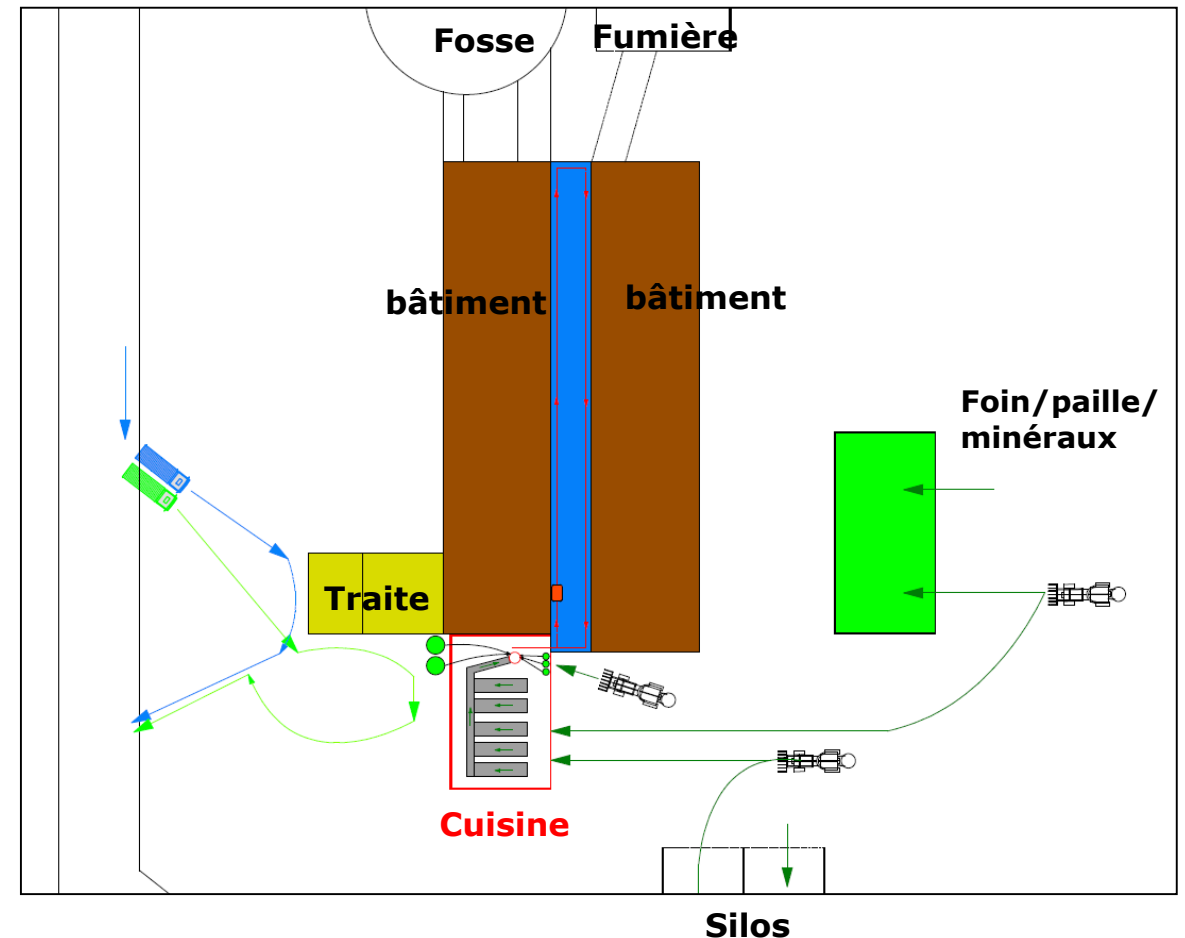
Implantation : Cuisine indépendante

- Placée entre la distribution et les zones de stockage des aliments
- Préférentiellement proche des stockages primaires
- Très adaptée aux robots sur roues, surtout si bâtiments éclatés par catégorie animale (recommandés en grands troupeaux)



Implantation : cuisine intégrée ou accolée

- Plus adaptée avec robot suspendu avec rail qui gêne la circulation des engins agricoles
- Peut permettre de réduire les coûts
- Mur de séparation recommandé pour limiter la propagation de la poussière
- Attention aux bruits notamment des cuisines avec stockeurs (proximité habitation)



Circulation, cheminements

Conception différente selon Rail ou Roues

- Pente
- Largeur des couloirs d'alimentation
- Largeur des couloirs entre bâtiments
- Descente de charge en cas de rail ou système portique



15 septembre 2020

Séquence 2 : impacts zootechniques

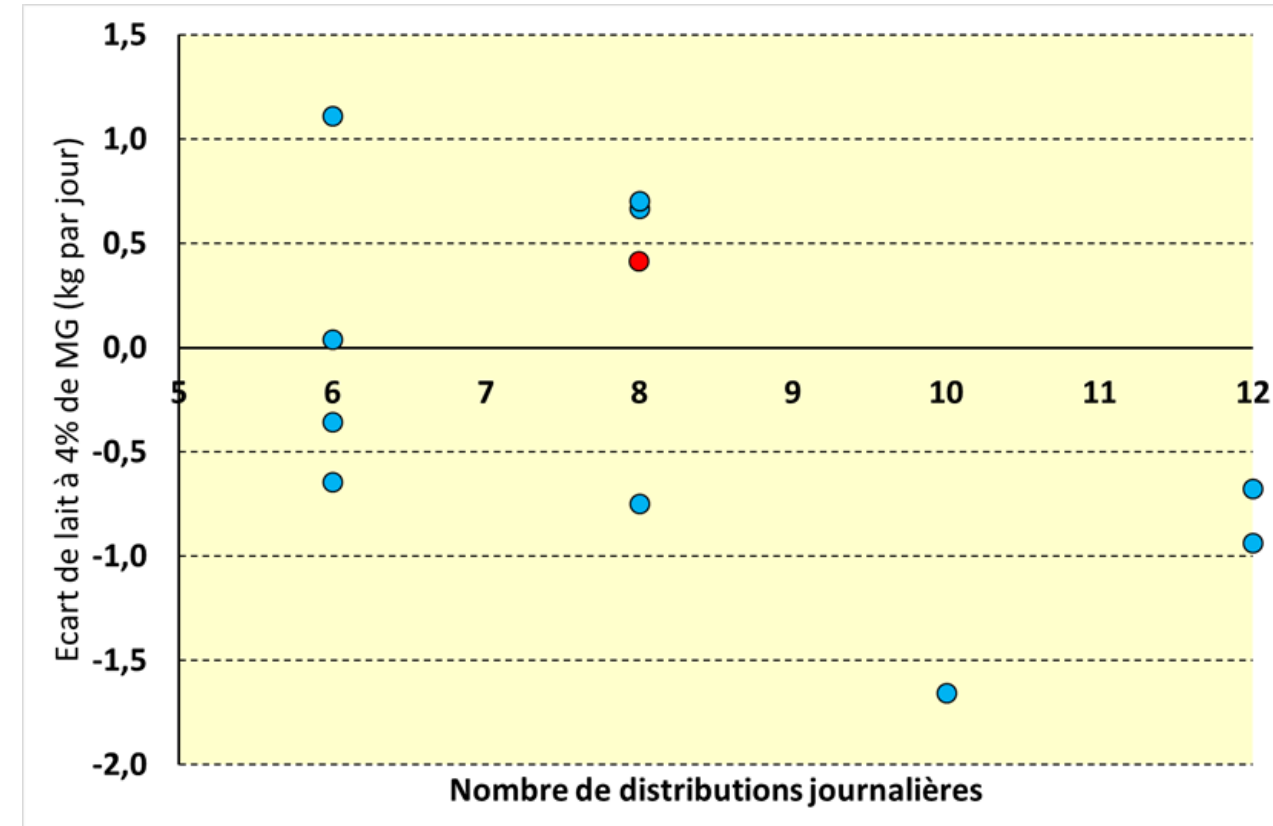
- Analyse bibliographique de l'impact de la robotisation de l'alimentation sur :
 - La production laitière
 - Le comportement des animaux
- Conduite de l'alimentation

Opportunités et pratiques alimentaires avec les robots d'alimentation

- Adaptation des rations aux besoins de chaque lot d'animaux, en particulier dans les grands troupeaux
- Refus / surplus et nettoyage de la table d'alimentation
 - souvent refus réduit au minimum,
 - Utilisé comme indicateur pour adapter la quantité distribuée,
 - réduction de la fréquence de nettoyage de l'auge
- Augmentation de la fréquence des distributions
 - 18 élevages européens : 7,1 en moy. (3 à 13) (Nydegger et Grothmann, 2009)
 - 11 élevages en France : 7,6 en moy. (3 à 10)
 - ... conséquences sur la production laitière et le comportement des

Fréquence de distribution et production laitière : bibliographie

- Synthèse de 11 essais :
 - témoin : 1 ou 2 distrib./jour, avec repousses de la ration
 - essai (6 à 12 distrib./jour)
- Conditions contrôlées et optimales
 - Une place à l'auge
 - À volonté (avec surplus)
- Lait à 4 % de matière grasse :
pas d'effet direct de l'augmentation de la fréquence de distribution



● Ecart significatif

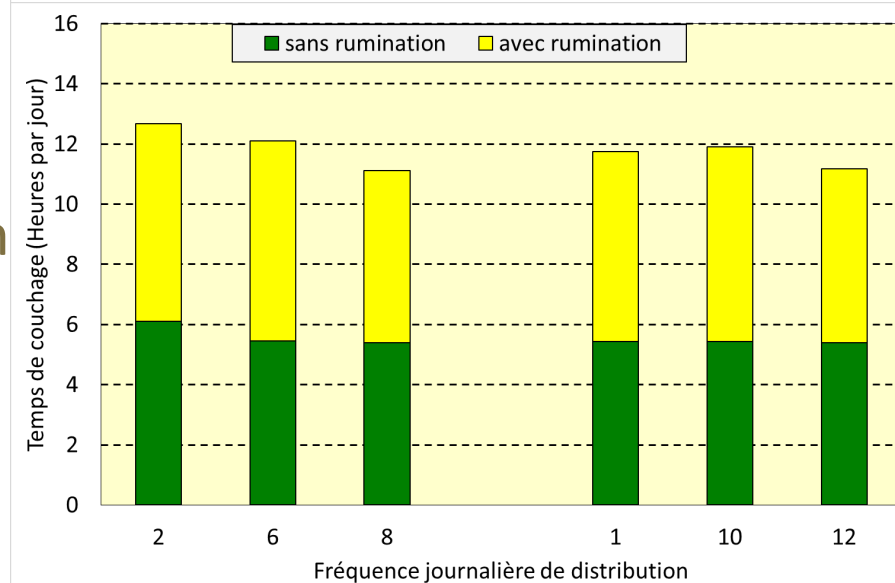
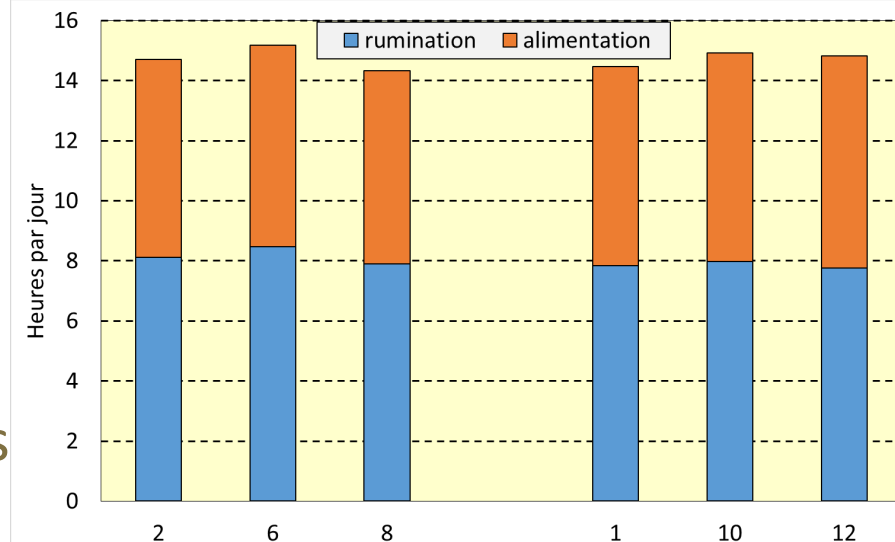
Fréquence de distribution et production laitière : retour des éleveurs

- Des effets observés plus prononcés en lait et taux... mais des évolutions de pratiques alimentaires (nature des rations, quantité...) et/ou des conditions non optimales au départ (places à l'auge, absence de surplus)... = effets indirects de l'automatisation
- Exemple 1 : 170 VL, + 8 à 10 % de lait, modifications des bâtiments : aire paillée transformée en logettes, grande aire d'exercice non couverte avec auge barre au garrot => couloir d'alimentation couvert avec 2 lignes de cornadis (1 place / VL)
- Exemple 2 : 180 VL, 3 robots de traite, 2 lots (primi./multi.), + 4% en lait avec la même ration mais en situation de compétition à l'auge (70 % de places au cornadis) => 3 périodes de distribution avec 3 apports successifs à une ½ H d'intervalle = les dominantes viennent à la 1^{ère} distribution, puis les dominées.



Temps (rumination, alimentation, couchage) selon la fréquence de distribution (Grothmann, 2015)

- Etude Agroscope (CH) avec robot d'alimentation : 2 essais sur 2 années de suite (2, 6 et 8, puis 1, 10 et 12 distrib. /j)
- Alimentation / rumination
 - Temps de rumination et d'alimentation équivalents
- Couchage / rumination couchée
 - Temps de couchage sans rumination : équivalents
 - Temps de rumination couchée : tendance à la réduction... compensé par du temps de rumination debout



	Essai 2 vs 6 distributions (Oberschärtl et al., 2016)	Essai 6 vs 11 distributions (Mattachini et al., 2019)
Production laitière (kg/j)	Écart non significatif 27,3 vs 27,5	Réduction significative : P1 (32,3 vs 31,8) – P2 (32,0 vs 30,9)
Fréquentation du robot	Augmentation significative 10 H 06 vs 8 H 23	Equivalente
Comportement à l'auge	Temps à l'auge : 2 H 39 vs 4 H 04 (S.)	?
Temps de couchage	14 H 19 vs 14 H 23 (N.S.)	Globalement équivalents... Mais réduction significative des couchages longs (> 150')

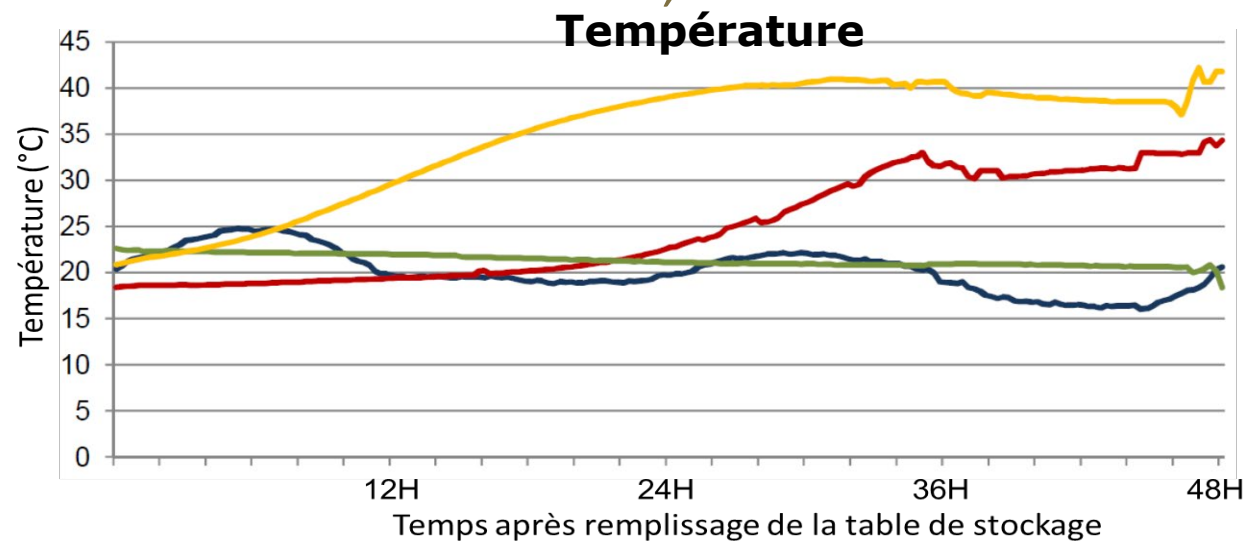
Alimentation : ce qu'il faut retenir

- Si alimentation optimisée avant automatisatisation :
 - Production laitière : peu d'effet de l'augmentation de la fréquence de distribution, voire effet négatif pour des fréquences très élevées...
 - Altération possible du comportement des animaux pour des fréquences élevées
 - Optimum autour de 6 distributions par jour, justifié par la capacité plus modérée du robot de distribution, voire son poids si suspendu à un rail... et donc son cout
- Projet à neuf : respect des recommandations notamment d'une place par VL à l'auge et des principes de base de l'alimentation
- Projet en aménagement de l'existant : Idem si possible... sinon (ex. manque de places à l'auge) : stratégie de faire des approvisionnement successifs par série de 3 à une $\frac{1}{2}$ d'intervalle X 3 dans la journée par exemple
- Attention au maintien du pâturage ou à sa mise en place à l'avenir = toujours privilégier le pâturage sur les périodes mixtes...

Conservation des ensilages selon le mode de désilage (cubes ou vrac) (Grothmann, 2015)

- Ensilage de maïs bien conservé selon 3 modalités, suivi température et pH :
 — en cube — en vrac silos tours — en vrac silos bâchés
- En période hivernale pas de reprise de fermentation jusqu'à 48 H
- En période estivale : Contrairement au cube, reprise des fermentations rapide des 2 options en vrac : vrac silo standards = 12 H , vrac silo tour = 24 H

pH début



pH fin



Conservation des ensilages et stockages intermédiaires

- Un impératif avant automatisatisation :
 - des ensilages parfaitement conservés et dessilés (cube ou vrac)
 - Diagnostic sur les marges de progrès (😊 qualité du lait, pertes réduites)
« Le rythme du chantier d'ensilage a été diminué pour privilégier l'éclatement des grains et le tassement au silo couche par couche. »
- Dimensionnement des stockages intermédiaires
 - Vrac : jusqu'à 48 H en hiver... **mais 24 H en été**
 - Cubes : Jusqu'à 48 H en été, plus en hiver mais cout élevé...
 - À optimiser sur
 - Les investissements (cout des stockages longs en stockeurs)...
 - Le temps de travail et son organisation en particulier le week-end...
 - Avec stockeurs : Beaucoup d'éleveurs dimensionnent à 1,5 jour (du samedi après-midi au lundi matin = 1 après-midi au chaud l'été)
 - Au sol avec cubes : 3 à 4 jours en moyenne...



Séquence 3 : Travail et coûts

- Gain de temps apporté
- Evaluation du coût global d'un projet modélisé

Le temps passé à l'alimentation par les éleveurs

- Approvisionnement de la cuisine
 - 50 à 70% du temps total
- Nettoyage de la cuisine
 - Diffère selon que le stockage dans la cuisine se fait au sol ou dans des tables
- Entretien du matériel
 - Graissage
 - Niveaux d'huile
 - Tension des chaines
 - Nettoyage des machines
- Divers
 - Comme le temps de programmation

Le temps d'approvisionnement de la cuisine

- Réduire le temps passé à l'alimentation
 - c'est avant tout réduire le temps d'approvisionnement de la cuisine
- Le temps d'approvisionnement est fonction
 - Du type d'équipement
 - De l'éloignement des stockages primaires de la cuisine
 - De la fréquence d'approvisionnement de la cuisine (1 à 3j)
 - Durée de conservation des aliments
 - Type d'appro vrac ou cube
 - De 1 à 2 j en vrac
 - - De 2 à 3 j en cube

Durées et conditions de travail

- Diminution du temps de travail : Estimation dans 4 élevages avec une conduite alimentaire similaire avant / après automatisation

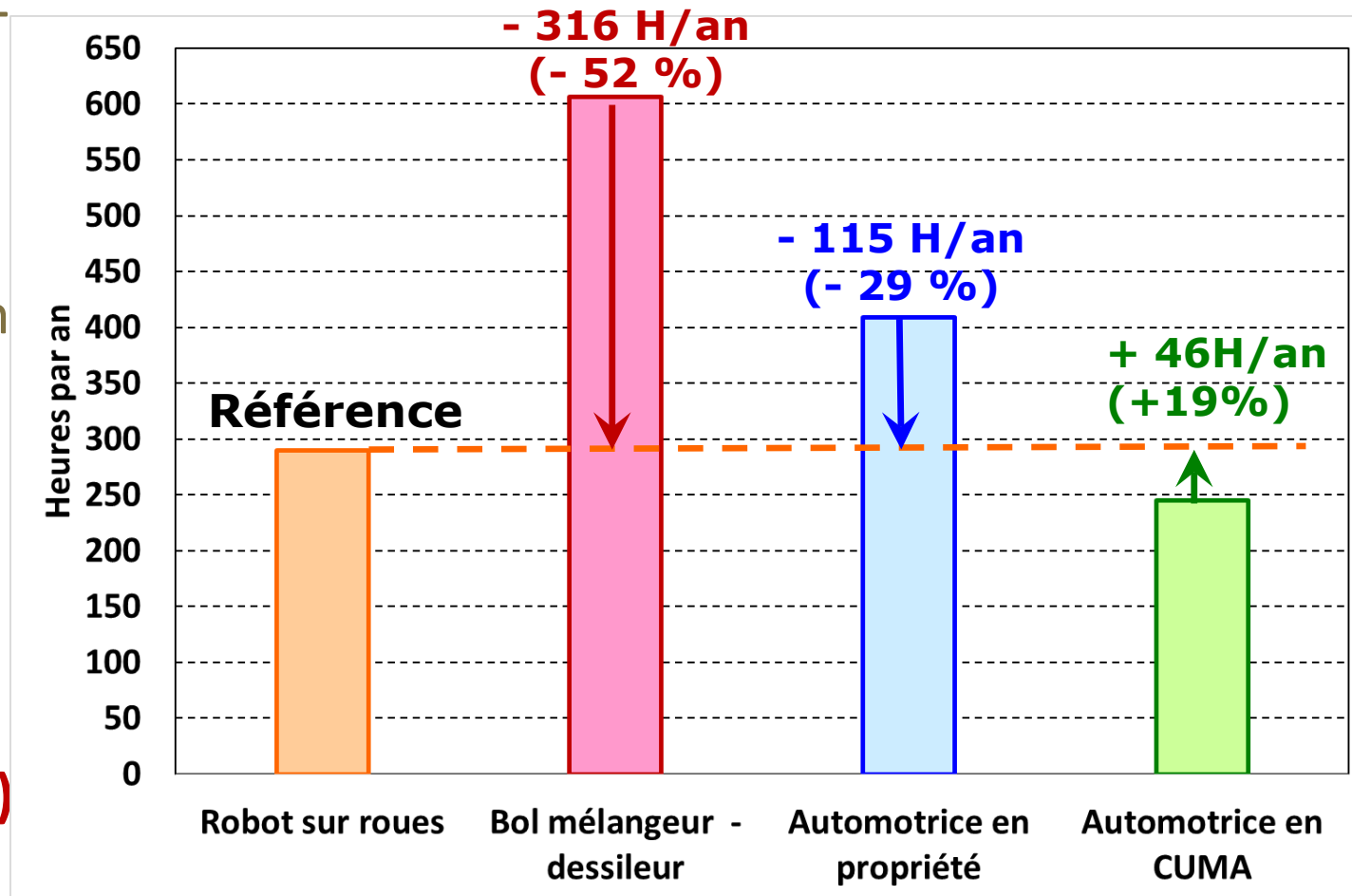
Nombre de têtes nourries	279 (144 à 400)
Temps journalier en hiver avant automatisation	2H00 (1H00 à 2H30)
Temps journalier après automatisation	53 min (45 à 67)
• Approvisionnement cuisine • Autres opérations (nettoyage cuisine, programmation, entretien...)	33 min (25 à 47) 20 min
Gain de temps avec l'automatisation	- 1H07 (0H45 à 1H40) - 55 % (44 à 67 %)

- Moins de pénibilité
- Flexibilité et facilité de remplacement le week-end

Temps de travail de l'automatisation en comparaison à 3 types de distribution

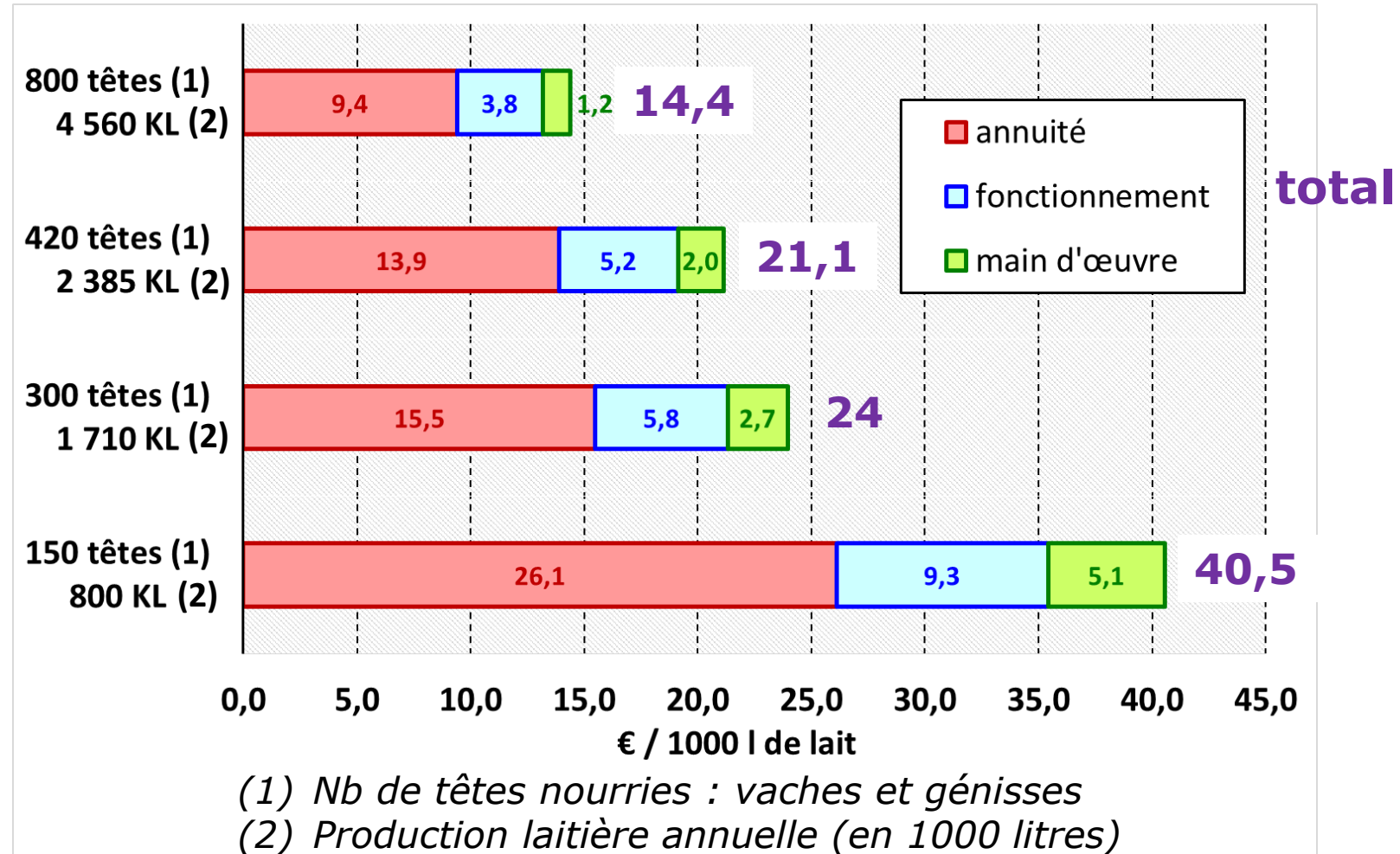
- Simulation (réseau INOSYS Pays-de-la-Loire)
 - 300 têtes nourries (180 VL)
 - VL 100% en bâtiment, génisses et VT en bâtiment ou pâturage selon la saison
- Résultat :
 - Bol mélangeur : **- 52 %**
 - Automotrice en propriété : **- 29 %**
 - Automotrice en CUMA : **+ 19 %**

(hors MO salarié)



Simulation des couts selon la taille du troupeau (option robot sur roues)

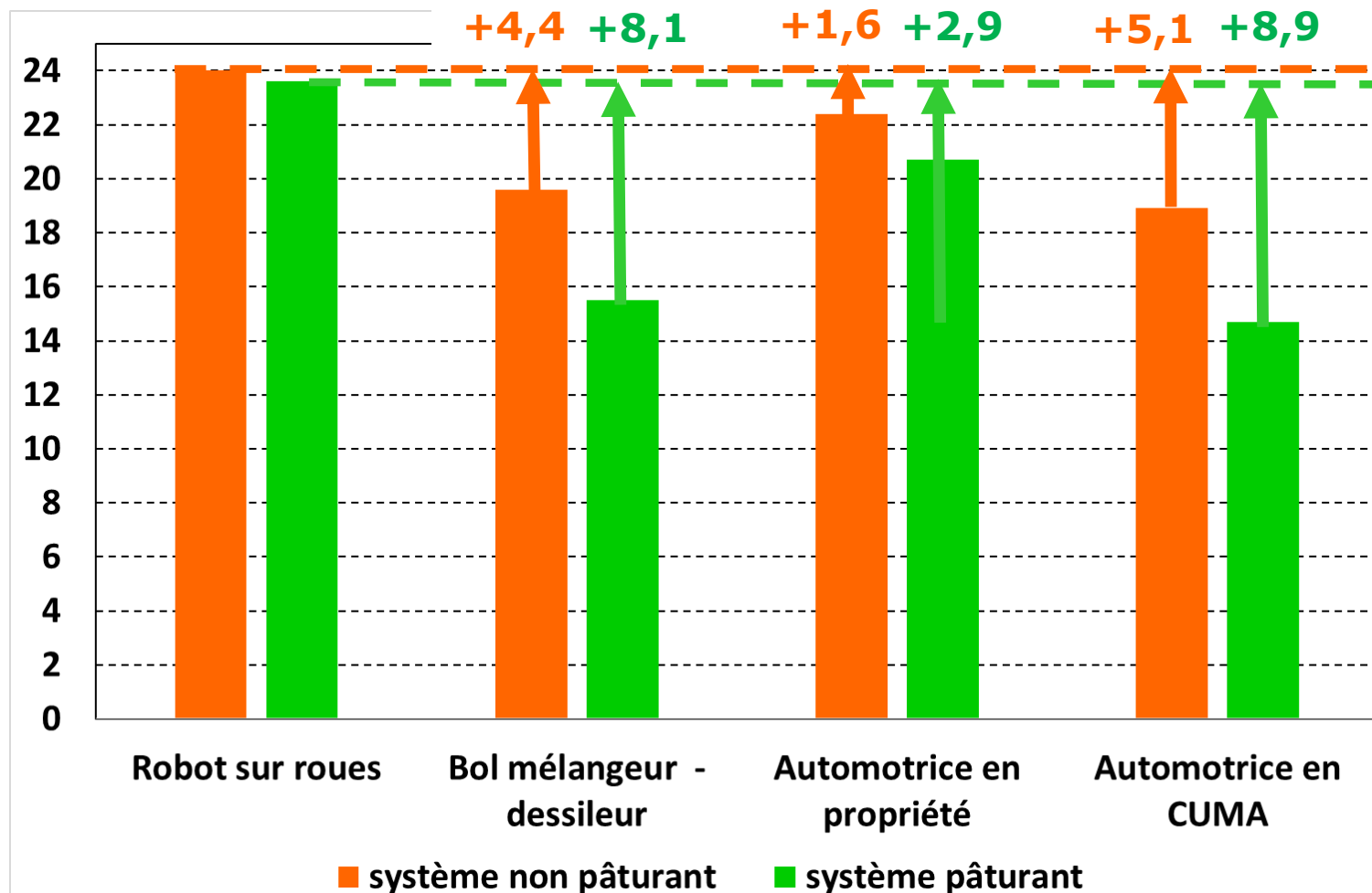
- Famille D étudiée
(Cuisine + mélangeuse fixe + robot distributeur)
- 150 têtes nourries
 - Coût très élevé
 - Options moins coûteuses (familles B ou C) = économies sur la cuisine
- 300 têtes nourries et + = économie d'échelle significative = saturation du robot



Cout total de l'automatisation en comparaison à 3 types de distribution

- Simulation pour 300 têtes nourries (180 VL)
- Système VL à 100% en bât.
 - Faible écart avec l'automotrice en propriété
 - + 4 à 5 €/1000 l pour les 2 autres
- Système pâturent des VL
 - Ecart X 2
 - Automatisation / autres =
 - Part annuité + importante
 - Peu de gain de MO...

Cout total en €/1000 l. de lait (Annuités + fonctionnement + MO)



Conclusion

- Des références pour mieux conseiller les éleveurs sur la conception et l'implantation
- Des investissements lourds pour des effectifs limités
- Absence de gains sur l'efficacité alimentaire en conditions optimales
- Des gains qui se précisent
 - Temps de travail, souplesse, pénibilité,
 - Attractivité au métier,
 - Permet de subvenir aux difficultés d'embauche de salariés dans les gros élevages
 - La conduite de l'alimentation peut être améliorée et plus précise avec des rations adaptées à chaque lot d'animaux à condition de bien utiliser le matériel et les logiciels
- Un investissement qui peut être envisagé pour les plus gros élevages, MO limitée, recherche d'efficacité (lots alimentaires...) et d'autres solutions existent.

Merci de votre attention

Retrouvez le replay sur
idele.fr