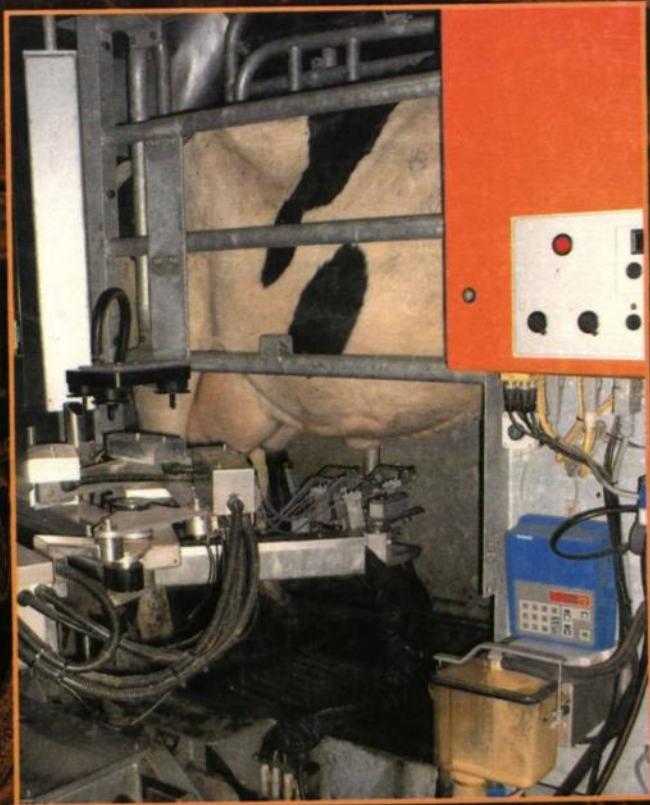


le robot de traite

aspects techniques
et économiques

J. Bony et D. Pomiès, coord.



TECHNIQUES ET PRATIQUES



INRA
EDITIONS

LE ROBOT DE TRAITE

**ASPECTS
TECHNIQUES
ET
ÉCONOMIQUES**

LE ROBOT DE TRAITE

ASPECTS TECHNIQUES ET ÉCONOMIQUES

Ouvrage collectif coordonné par
J. Bony et D. Pomiès

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07

AVANT-PROPOS

En élevage, l'un des travaux les plus contraignants est aujourd'hui la traite des vaches laitières. En effet malgré tous les progrès réalisés en matière d'automatisation et de vitesse de traite, la contrainte bi-quotidienne de la traite reste présente 365 jours par an. Des essais de suppressions de traites pendant le week-end ou en fin de lactation ont été réalisés depuis longtemps déjà (Labussière et Coindet, 1968) mais il s'avère qu'avec des niveaux de production laitière supérieurs à 7 000 kg de lait par vache et par lactation cela entraîne une perte de production de l'ordre de 10 % (Pomiès et Remond, 2000) qui fait que cette technique est peu pratiquée.

C'est dans ce contexte de réduction des contraintes et du temps de travail en élevage laitier que des études ont été menées par des organismes privés ou publics depuis une vingtaine d'années pour mettre au point des systèmes automatiques de traite des vaches sans intervention humaine.

Les premiers automates de traite (appelés aussi systèmes automatiques de traite), que nous désignerons sous le nom de « robots », sont apparus au début des années 90. Ils ne sont vraiment opérationnels que depuis 2 ou 3 ans et ont fait l'objet de peu d'études de la part des instituts techniques ou des centres de recherches en France. C'est pourquoi l'INRA a décidé d'installer en 1997 un robot de traite sur la station expérimentale d'Orcival afin de pouvoir répondre aux questions que les éleveurs et les scientifiques se posent à propos de cette nouvelle technique de traite.

Ces questions sont nombreuses et concernent à la fois l'éleveur (motivations d'achats, adaptation, compétences spécifiques, temps de travail...) et l'animal (adaptation, comportement, nombre de traites, taux de réforme...), mais aussi le matériel lui-même (fiabilité, performances, coût de fonctionnement...), son environnement (place dans le bâtiment, mode de circulation des vaches, conduite au pâturage...) et bien sûr la quantité et la qualité du lait produit à partir d'un robot de traite.

Toutes les marques de robots présentes actuellement sur le marché n'ont pu être testées. L'INRA d'Orcival a travaillé avec un robot de technologie Prolion qui possède ses spécificités propres et certaines conclusions de ce travail ne peuvent être transposées à tous les types de robot.

C'est pourquoi, il a aussi été fait référence à des enquêtes réalisées auprès d'éleveurs possédant des robots de marques différentes. Pour faciliter la lecture, nous appellerons « *enquête INRA* », l'enquête réalisée en 2000 par E. Prugnard pour le compte de l'INRA (P. Veysset) et « *enquête Institut de l'Élevage* », l'enquête réalisée en 2001 par F. Tournaire pour le compte de l'Institut de l'Élevage (P. Billon).

SOMMAIRE

Historique	11
Principe de fonctionnement	13
L'identification automatique	13
Le box de traite	13
Le système de nettoyage des trayons	14
Le système de repérage des trayons	14
Le bras robotisé	14
Le système de traite	16
Le système de réfrigération et de stockage du lait	16
Le poste de commande	16
Présentation des différents robots de traite	19
■ Les différents robots commercialisés	19
■ Le robot de traite Prolion	21
La circulation autour du robot	21
Le box de traite	22
La détection des trayons	24
La pose des gobelets trayeurs	26
Le nettoyage des trayons	27
L'équipement de traite	29
Le lavage du robot	29
Le système informatique	30
Conditions d'implantation et de réussite	31
■ Profil des exploitations équipées d'un robot de traite	31
Les structures d'exploitation	31
Le changement du matériel de traite	32
La quantité de travail	32
■ Motivations de l'éleveur	33
■ Environnement du robot de traite	35
Emplacement dans le bâtiment	35
Ambiance du bâtiment	36
Stockage et refroidissement du lait	37
Liaisons externes du robot	39
■ Capacité du robot	39
■ Adaptation et circulation des vaches	40
Adaptation des vaches	40
Circulation des vaches	41
Aire d'attente	42
Aire de séparation	42
■ Caractéristiques des vaches et des mamelles	43

Conduite du troupeau avec un robot de traite	47
■ Organisation du travail	47
■ Comportement des vaches au robot	50
L'activité globale du troupeau	50
La répartition des activités	51
■ Alimentation	52
Alimentation à l'auge	52
Alimentation au pâturage	52
■ Nombre de traites quotidiennes	54
Adéquation entre la taille du troupeau et la capacité du robot	54
Vitesse de traite	55
Répartition des vêlages	55
Stade de lactation	55
Performances du robot	55
Type de circulation	56
Type d'alimentation	56
■ Durée de lactation	57
Système d'alimentation estivale	57
Type de circulation adopté	58
■ Suivi de la reproduction	58
Matériel et méthodes	59
Résultats et discussion	59
Perspectives	61
■ Suivi sanitaire	63
Conductivité et mammites	64
Boiteries	66
Hygiène générale	66
Résultats zootechniques obtenus avec un robot de traite . 69	
■ Réponses et adaptations physiologiques des vaches à la traite robotisée. . 69	
Réponses de l'animal à la traite : données bibliographiques	69
Questions posées suite à la mise en place de la traite robotisée	72
Cinétique d'émission du lait lors de la traite et mesure du lait résiduel . . 74	
Décharges d'ocytocine à la traite	75
États des trayons	76
Adaptation des vaches à la traite robotisée	78
■ Quantité de lait produite	78
Effet « nombre de traites »	80
Effet « machine »	80
■ Composition et qualité du lait	82
Composition chimique du lait	82
Qualité du lait	83
La flore totale	83

La concentration en cellules somatiques (CCS)	86
Les spores butyriques	87
La cryoscopie	89
La lipolyse	90
Le coût du robot de traite	93
■ Intérêt économique	93
Présentation de la démarche	93
Hypothèses	94
Résultats sur les trois exploitations types	96
Influence de 5 paramètres	97
■ Coût de fonctionnement	98
■ Maintenance	99
Avenir des robots de traite	101
■ Guide d'aide à la décision	101
Impact économique	101
Impact sur le travail	101
Impact sur le troupeau	101
Impact sur la production laitière	102
Impact sur la qualité du lait	102
Impact sur le pâturage	102
Aménagement du bâtiment	102
Capacité du robot	102
Politique de la laiterie	103
■ Gestion automatisée des troupeaux laitiers	103
■ Les freins au développement du robot de traite	104
De la part des constructeurs	104
De la part des éleveurs	105
De la part des transformateurs	106
De la part des consommateurs	106
Conclusion	109
Références bibliographiques	111
Liste des auteurs	117

HISTORIQUE*

Les premiers inventeurs de robots de traite ne sont pas des fabricants de machine à traire, qui ne s'intéressaient pas à ce concept, mais des chercheurs en robotique.

C'est ainsi qu'au début des années 70 un système de traite automatique a été breveté en RDA (République Démocratique Allemande). L'équipement de traite sortait par une ouverture dans le sol de la stalle. L'unité de traite n'était pas constituée d'une griffe à 4 gobelets trayeurs mais d'un bol qui englobait l'ensemble de la mamelle (Rossing et Hogewerf, 1997).

En RFA (République Fédérale Allemande), toujours au milieu des années 70, Ordolff essaya de mettre au point un système utilisable en salle de traite. Il a cherché un dispositif de détection de la silhouette de la mamelle. Dans un premier temps des thermomètres de surface servaient à détecter la position des trayons, et un équipement hydraulique était utilisé pour poser les manchons trayeurs. Ce système a été testé dans une ferme expérimentale mais n'a pas connu de développement commercial.

En 1977 les Japonais Notsuki et Ueno développent une idée pour le branchement des trayons. Dans ce système, les mouvements de la vache sont restreints par des coussins d'air placés à l'arrière et de chaque côté de l'animal. L'équipement pour le nettoyage des trayons et pour leur branchement est situé dans le sol de la stalle. Il n'existe pas de système de détection des trayons, celui-ci n'ayant jamais été testé en pratique.

En France, au début des années 90, P. Marchal (CEMAGREF) a développé et testé durant 3 ans dans une ferme expérimentale près de Rennes un robot constitué de quatre bras (un pour chaque gobelet trayeur). Les bras qui posent les gobelets avant sont positionnés sur le côté et ceux qui posent les gobelets arrière sont placés sous la stalle. La position des trayons est déterminée par deux types de capteurs : un laser Hélium-Néon balayant la mamelle et les trayons, et une caméra CCD (*Charged Coupled Device*). Les résultats de cette étude, réalisée dans le cadre d'un programme de recherche européen, ont été transférés aux industriels (Manus, DeLaval) qui proposent aujourd'hui des robots de traite.

Les premiers robots commercialisés furent construits par deux firmes néerlandaises : Lely et Prolion. Ils furent installés dans des fermes expérimentales aux Pays-Bas au début des années 90 et ensuite chez des agriculteurs à partir de 1992.

Devant l'engouement suscité par cette nouvelle technologie, les constructeurs de machine à traire ont pris ce marché très au sérieux et commercialisent aujourd'hui sous licence l'un de ces deux robots, ou ont développé leur propre produit.

De nouveaux robots apparaissent chaque année et à ce jour (2001) il existe cinq technologies de robots, déclinées en huit modèles commercialisés en France.

* J. Bony.

Principe de fonctionnement*

Comme nous venons de le voir, il existe actuellement plusieurs modèles de robots. Tous n'utilisent pas la même technologie, mais ils ont tous le même objectif : l'automatisation complète du processus de traite, pour obtenir une production laitière optimale et de bonne qualité, tout en tenant compte des intérêts humains et du bien-être animal. *Le robot peut se définir comme un automate qui permet d'effectuer la traite des vaches laitières sans intervention directe de l'éleveur.* Pour atteindre cet objectif, le système de traite automatisée est toujours constitué d'un box de traite, d'un système de détection des trayons et d'un ou plusieurs bras robotisés pour poser les gobelets trayeurs. Couplés à un micro-ordinateur, les robots sont également des outils de gestion technique du troupeau laitier qui permettent d'obtenir des données quantitatives fiables pour la conduite optimale du troupeau.

Même si les robots présents actuellement sur le marché ont des systèmes de fonctionnement différents, ils ont tous en commun un certain nombre de composants.

■ L'identification automatique

Celle-ci est indispensable, quel que soit le système. En général c'est une identification par lecture d'un collier magnétique fixé autour du cou de la vache. Ce système, connu depuis longtemps, est très fiable. Il est déjà présent dans beaucoup d'élevages pour l'identification des vaches lors de leur passage en salle de traite ou au Distributeur automatique de concentré (DAC).



Photo 1. - Collier d'identification avec son lecteur (cliché J. Bony).

■ Le box de traite

Le box de traite est une stalle individuelle, avec une porte d'entrée et de sortie, où la vache vient se placer pour se faire traire. Suivant les modèles, les robots peuvent être monobox ou multibox.

En général un box est prévu pour 50 à 60 vaches, mais ce chiffre dépend de nombreux facteurs tels que le débit de traite des vaches, leur niveau de production et le nombre de traites journalier souhaité.

* J. Bony.



Photo 2. – Robot multibox
(cliché J. Bony).

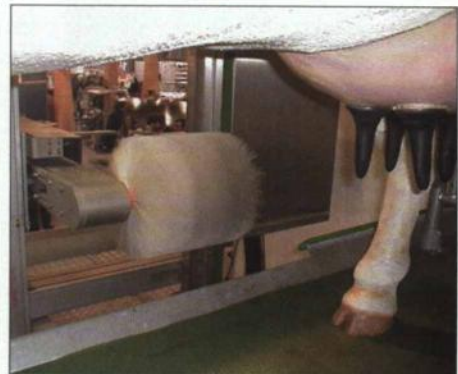
Le box est équipé d'un système d'identification ainsi que d'un DAC. Il doit permettre d'immobiliser l'animal avec un maximum d'efficacité pour éviter qu'il ne bouge lors du repérage des trayons et de la pose des gobelets trayeurs.

■ Le système de nettoyage des trayons

Il existe des différences fondamentales entre les systèmes de nettoyage. D'une part il y a ceux qui nettoient avant d'effectuer la pose des gobelets trayeurs à l'aide de brosses rotatives à poils courts ou à poils longs et d'autre part ceux qui nettoient après la pose des gobelets à l'aide d'injection d'eau et d'air dans ces derniers.

■ Le système de repérage des trayons

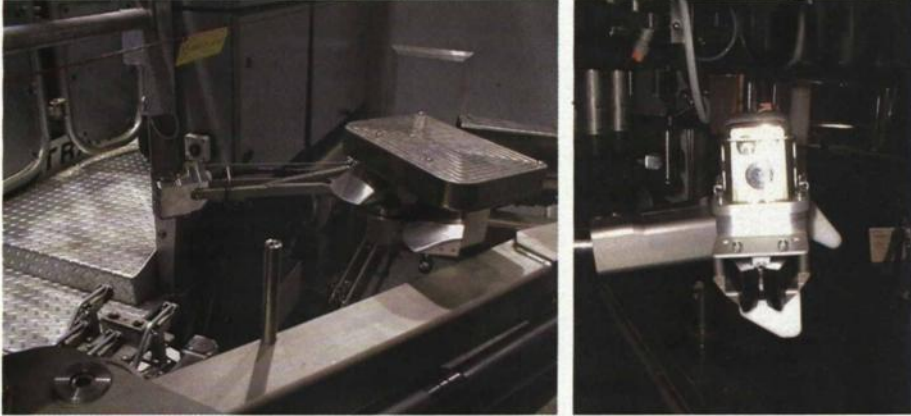
Même si l'on voit aujourd'hui apparaître des caméras, il y a surtout deux grands systèmes utilisés : la détection par laser et celle par ultrasons. Par rapport à la reconnaissance classique utilisée en robotique, la tâche est beaucoup plus difficile car la vache n'est pas totalement immobile et les caractéristiques de sa mamelle varient au cours de la journée et de la lactation. De plus des projections diverses peuvent obstruer le champ de vision des appareils de détection.



Photos 3 et 4. – Systèmes de nettoyage des trayons (clichés J. Bony).

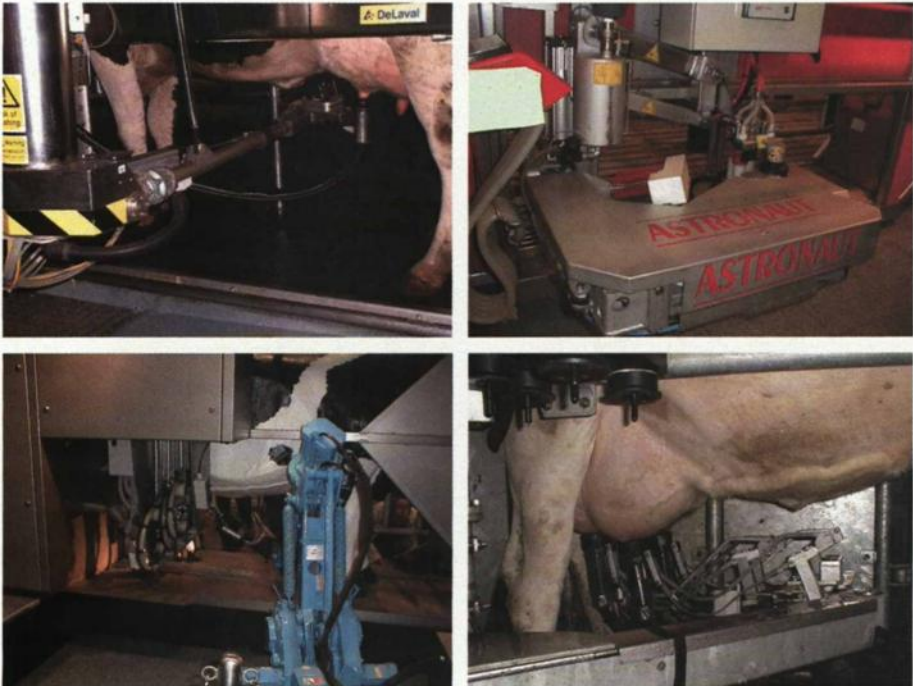
■ Le bras robotisé

C'est ce bras qui effectue la plupart des tâches du début à la fin de la traite (nettoyage, pose, dépose). Issu le plus souvent de la robotique industrielle, il



Photos 5 et 6. – Systèmes de repérage des trayons. 5 : à ultrason ; 6 : à laser (clichés J. Bony).

doit avoir des caractéristiques spécifiques qui lui permettent de travailler dans un milieu hostile, en présence d'eau, de poussière, et d'autres salissures, mais aussi de résister aux coups de pieds des vaches !



Photos 7 à 10. – Différents bras robotisés (clichés J. Bony et C. Mathevon*).

■ Le système de traite

Le système de traite fait appel à une technologie déjà connue, à laquelle sont joints systématiquement :

- un système de mesure de la conductivité électrique du lait qui permet la détection des mammites,
- un compteur à lait pour le suivi individuel de la production laitière,
- un décrochage automatique du ou des faisceaux trayeurs en fin de traite.

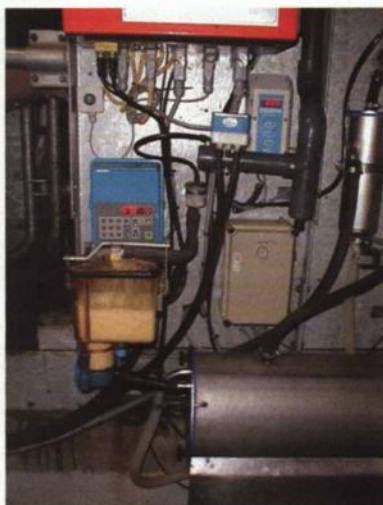


Photo 11. - Compteur à lait (cliché J. Bony).

■ Le système de réfrigération et de stockage du lait

Bien qu'indépendant du robot, le système de réfrigération et de stockage du lait doit être adapté au fonctionnement du robot qui envoie du lait en continu et en petite quantité. Au risque de voir geler le lait des premières traites, il est donc impératif d'adapter des systèmes de réfrigération classique ou d'opter pour un système spécifique au robot.

■ Le poste de commande

Le robot est un automate programmable. L'éleveur doit dès le départ indiquer un certain nombre de paramètres (intervalles minimums entre traites,

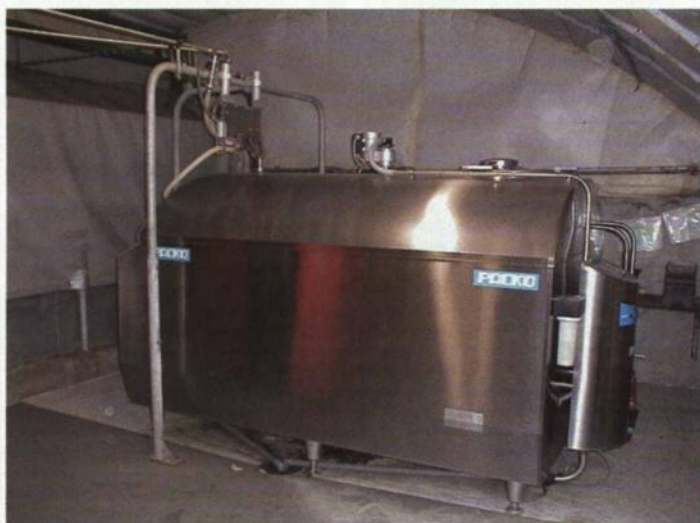


Photo 12. - Système de réfrigération du lait (cliché J. Bony).

distribution d'aliment, identification des vaches...) pour que le robot puisse fonctionner. Les commandes se font en principe à partir du micro-ordinateur situé sur le robot lui-même mais il est aussi possible de relier le robot au bureau ou au domicile de l'éleveur d'où il pourra avoir accès aux commandes et à la récupération des données (production laitière, conductivité, vaches non traitées...).



*Photo 13. – Poste de commande
(cliché D. Pomès).*