



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

CONCOURS D'ACCÈS AU CORPS DE PROFESSEURS DE LYCÉE PROFESSIONNEL AGRICOLE

Concours : **EXTERNE**

Section : **SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES AGROÉQUIPEMENTS ET DES ÉQUIPEMENTS DES AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES**

Option : **AGROÉQUIPEMENTS**

SESSION 2022

ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ N°2

Étude de thème (s)

(Coefficient : 2 – Durée : 5 heures)

Matériel(s) et documents(s) autorisé(s) : Calculatrice

Les candidats traiteront chaque partie sur des feuilles séparées.

Ce sujet comporte 43 pages y compris celle-ci.

Les épreuves écrites [...] doivent permettre d'apprécier :

- l'exactitude scientifique et le niveau des connaissances exposées ;
- la capacité du candidat à structurer son exposé, à faire les choix pertinents concernant les aspects à développer au regard du sujet, à dégager les points essentiels de manière cohérente et argumentée, en y intégrant si nécessaire une illustration pertinente, à exploiter une documentation ;
- la qualité générale de l'expression écrite.

(Extrait de l'annexe 1 de l'Arrêté du 14 avril 2010 fixant les sections et les modalités d'organisation des concours d'accès au corps des professeurs de lycée professionnel agricole).

SUJET :

Le sujet compte deux parties indépendantes :

- **Partie 1 : Le choix d'une installation de traite pour bovins (10 points).**
- **Partie 2 : La récolte mécanisée en éclaircies de résineux (30 points).**

PARTIE 1 : Choix d'une installation de traite pour bovins (10 points)

Le choix d'une installation de traite est un choix relativement difficile pour un exploitant agricole. Le choix engage techniquement et économiquement l'élevage pour plusieurs années. Les différents aspects de la durabilité (agro-environnemental, social, économique) doivent être pris en compte pour ce choix.

Situation actuelle de l'exploitation

Une exploitation agricole, le GAEC Pivert, produit du lait dit « conventionnel » (c'est-à-dire dont la production n'est pas soumise à un cahier des charges labélisé).

Le troupeau de 58 vaches laitières, de race montbéliarde, dispose d'une alimentation principalement constituée de produits fermentés de type ensilage.

La SAU (surface agricole utile) de 150 ha lui permet d'être en autonomie fourragère.

L'équipement de traite est constitué d'une salle de traite de type TPA (traite par l'arrière), deux personnes effectuent le travail de la traite matin et soir. La durée moyenne de la traite, nettoyage compris, est de 1h15.

Problématique

L'exploitant agricole réfléchit au renouvellement de l'installation de traite. Effectivement, celle-ci est vieillissante et l'agriculteur disposera d'une UTH (Unité de travail humain) de moins d'ici 2 ans. La robotisation de la traite est envisagée.

L'exploitant souhaite également apporter davantage de valeur ajoutée à son travail en changement de mode de production laitière. Il a pour objectif de produire du lait labélisé de type Emmental grand cru Label Rouge ou Gruyère de France en Indication Géographique Protégée.

Question 1 - Analyse du contexte

Analyser la situation actuelle de l'exploitation en la plaçant dans le contexte général technico-économique et social de la production laitière.

Question 2 - Production laitière labélisée

2.1) Comparer les prescriptions des cahiers des charges de l'Emmental Grand Cru Label Rouge et celui du Gruyère de France IGP.

2.2) Compte tenu de leur impact sur la gestion de l'atelier « lait », **proposer et argumenter** un choix de production laitière labélisée pour l'exploitation.

Question 3 - Faisabilité du projet robotisation

Analyser la faisabilité du projet de robotisation de la traite sur cette exploitation.

L'analyse abordera :

- Les aspects techniques liés aux infrastructures ;
- Les aspects psychologiques ;
- Les aspects sociaux ;
- Les aspects technico-économiques ;
- Les aspects environnementaux.

Question 4 - Évolutions induites par la labélisation et la robotisation

4.1) Déterminer les « nouvelles compétences » à acquérir afin d'optimiser les projets d'évolution.

4.2) Formuler votre avis sur les projets.

Liste des documents

Les documents reproduisent les éléments d'informations techniques tels qu'ils sont exprimés par leurs auteurs. Toutefois, certains documents ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve.

Document n°1 :	Fiche signalétique de l'exploitation agricole.....	8
Document n°2 :	Principe de la traite.....	9
Document n°3 :	Différents types de salle de traite	10
Document n°4 :	Perspectives de la filière laitière.....	11
Document n°5 :	Troubles musculo-squelettiques - TMS - en salle de traite	12
Document n°6 :	Robotisation de la traite.....	13
Document n°7 :	Comparaison quantitative entre robot et salle de traite	14
Document n°8 :	Extrait du cahier des charges « Emmental Grand Cru Label Rouge »	15
Document n°9 :	Extrait du cahier des charges de l'Indication Géographique Protégée « Gruyère de France IGP ».....	16
Document n°10 :	Robot et pâturage.....	17 à 18
Document n°11 :	Circulation en traite robotisée	19 à 21

PARTIE 2 : Récolte mécanisée en éclaircies de résineux (30 points)

Contexte

On considère un exploitant forestier dont la société Forex est implantée en Gironde. Il est spécialisé dans la vente de bois de chauffage et dans les coupes rases dans des peuplements de résineux. La société intervient sur le massif des Landes de Gascogne (départements de la Gironde 33 ; des Landes 40 ; du Lot-et-Garonne 47). Le boisement y est constitué majoritairement de pins maritimes implantés sur des sols sableux à faible pente.

La main d'œuvre de la société comprend, le chef d'entreprise, une secrétaire employée à temps partiel et un salarié à temps plein.

Le chef d'entreprise réalise l'achat des bois sur pied et la vente des produits qu'il exploite.

La secrétaire gère la comptabilité et les aspects administratifs de l'entreprise.

Le salarié réalise le débardage des bois grâce à un ensemble tracteur-remorque forestière. Les travaux d'abattage sont quant à eux confiés à deux équipes de bûcherons manuels qui travaillent en sous-traitance pour la société.

Matériels et installations de la société

- matériels de débardage

Matériels	Usage et caractéristiques
1 tracteur agricole équipé forestier	Matériel utilisé pour tracter la remorque forestière Marque et modèle : Valtra T191 Puissance : 190 ch Poids : 9T800 Dimensions en mm L x l x H : 5200x2440x3100 Garde au sol en mm : 595
1 remorque forestière	Matériel utilisé pour la vidange des bois sur coupe Marque et modèle : Rabaud Xylotrail 15 Capacité de charge : 10T200 Poids : 4T800 Dimensions en mm L x l x H : 6320 x 2320 x 3040 Garde au sol en mm : 540 Homologation routière

- matériels pour les déplacements sur chantier

Un véhicule utilitaire tout terrain conduit par le salarié comprenant une cuve de ravitaillement en GNR (Gazole Non Routier), des caisses à outils et des consommables de rechange (filtres, flexibles, fusibles, boulonnerie...) nécessaires pour les opérations de maintenance.

Un véhicule de type pick-up tout terrain conduit par le chef d'entreprise pour la prospection de nouvelles parcelles à exploiter.

Un véhicule utilitaire benne de 3T5 de PTAC pour la livraison du bois de chauffage.

La société ne dispose pas de semi-remorque porte engins.

- installations

Un hangar de 330m² comprenant un bureau, une zone atelier de réparation et une zone de garage permettant le stationnement du matériel présent actuellement.

Une plateforme pour la réalisation et le conditionnement du bois de chauffage avec un combiné fendeur.

Problématique à traiter

À la suite des différentes tempêtes de décembre 1999 et janvier 2009 qui ont remodelé le massif des Landes de Gascogne, le chef d'entreprise est confronté à des difficultés de :

- Maintien de son activité d'exploitation dans les coupes rases ;
- Manque de main d'œuvre qualifiée en bûcheronnage manuel ;
- Maîtrise des coûts de production.

Dans ce contexte, la société d'exploitation forestière Forex étudie la possibilité de réorienter ses activités vers l'exploitation d'éclaircies résineuses en ayant recours à l'abattage mécanisé. Pour cela, l'investissement dans une machine de bûcheronnage adaptée à ce type de travaux est envisagé.

Le coût moyen d'acheminement/repliement d'une machine par une entreprise de transport utilisant un porte engin est de l'ordre de 200€ pour chaque déplacement.

Après une étude de son marché, l'exploitant constate que les clients habituels, propriétaires forestiers, possèdent plus de 2000ha de pins maritimes qui font l'objet de chantiers d'éclaircies compris entre 4 et 10ha.

Question 1 - Critères de choix de la technique d'abattage mécanisé d'éclaircies résineuses

À partir de la documentation (Document n°12 : à Document n°19 :), **présenter** les avantages et les inconvénients de s'orienter vers l'abattage mécanisé d'éclaircies résineuses pour la société Foréx.

Question 2 - Choix de matériels

L'exploitant forestier envisage deux scénarios d'activité :

- Soit la récolte mécanisée des deux premières éclaircies uniquement,
- Soit la récolte mécanisée de la totalité des éclaircies y compris de certaines coupes rases dont il maîtrise la chaîne commerciale.

2.1 - Pour chaque scénario d'activité, **choisir**, selon des critères techniques, la machine munie de sa tête d'abattage qui vous semble la plus appropriée (Document n°21 :à Document n°25 :).

2.2 - La société Forex a arrêté quatre solutions d'équipement possibles. A partir des données figurant dans le Document n°26 :, **calculer** le résultat annuel, pour les quatre solutions d'équipement et les deux scénarios d'activité.

2.3 - **Présenter** les avantages et inconvénients des différentes stratégies d'acquisition et d'activité.

Question 3 - Diagnostic et maintenance des systèmes de mesure

3.1 - À partir de la documentation (Document n°25 :Document n°27 :Document n°28 :), évaluer chacune des pannes à l'origine des erreurs des systèmes de mesure selon les critères suivants :

- Fréquence d'apparition ;
- Facilité du diagnostic (compétence du personnel, accessibilité du composant, disponibilité du matériel de diagnostic, lieu du diagnostic) ;
- Facilité de la réparation (compétence du personnel, accessibilité du composant, disponibilité du composant de remplacement, lieu de la réparation).

Pour ce faire, **présenter** vos estimations dans un tableau.

3.2 - **Établir** le logigramme de diagnostic de panne à partir du tableau réalisé en 3. 1.

Question 4 - Sécurité

4.1 - En utilisant les Document n°29 :et Document n°30 :, **réaliser** l'arbre des causes de l'accident survenu sur un chantier de récolte mécanisée.

4.2 - **Présenter** les mesures de prévention à mettre en œuvre dans ce cas.

Liste des documents

Les documents reproduisent les éléments d'informations techniques tels qu'ils sont exprimés par leurs auteurs. Toutefois, certains documents ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve.

Document n°12 :	La forêt des Landes de Gascogne	23
Document n°13 :	Conduite du Pin Maritime	24
Document n°14 :	Le massif des Landes de Gascogne et les tempêtes.....	25
Document n°15 :	Évolution présumée de la structure des Landes de Gascogne à la suite de la tempête de 2009	25
Document n°16 :	Évolution du bûcheronnage mécanisé en France	26
Document n°17 :	Évolution des ventes machines de bûcheronnage 1999-2019	27
Document n°18 :	Mécanisation des différents types de peuplements.....	28
Document n°19 :	La pénurie d'opérateurs se poursuit	29
Document n°20 :	Productivité et coût technique en exploitation forestière	30
Document n°21 :	Caractéristiques des abatteuses John Deere 1070G et 1170G	31
Document n°22 :	Caractéristiques techniques des têtes d'abattage John Deere.....	32
Document n°23 :	Caractéristiques techniques de l'abatteuse Sampo HR46X	33
Document n°24 :	Caractéristiques techniques des têtes d'abattage Kesla	34
Document n°25 :	Organes d'une tête de bûcheronnage.....	35
Document n°26 :	Données économiques	36
Document n°27 :	Influence des matériels et de leurs paramétrages sur les mesures	37 à 40
Document n°28 :	Type de logigramme de recherche de panne	41
Document n°29 :	Fiche de scénario d'analyse d'un accident en bûcheronnage mécanisé	42
Document n°30 :	Construction d'un arbre des causes	43

DOCUMENTS POUR LA PARTIE 1 : Choix d'une installation de traite pour bovins (10 points)

Les documents reproduisent les éléments d'information technique tels qu'ils sont exprimés par leurs auteurs, toutefois certains documents ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve.

Liste des documents

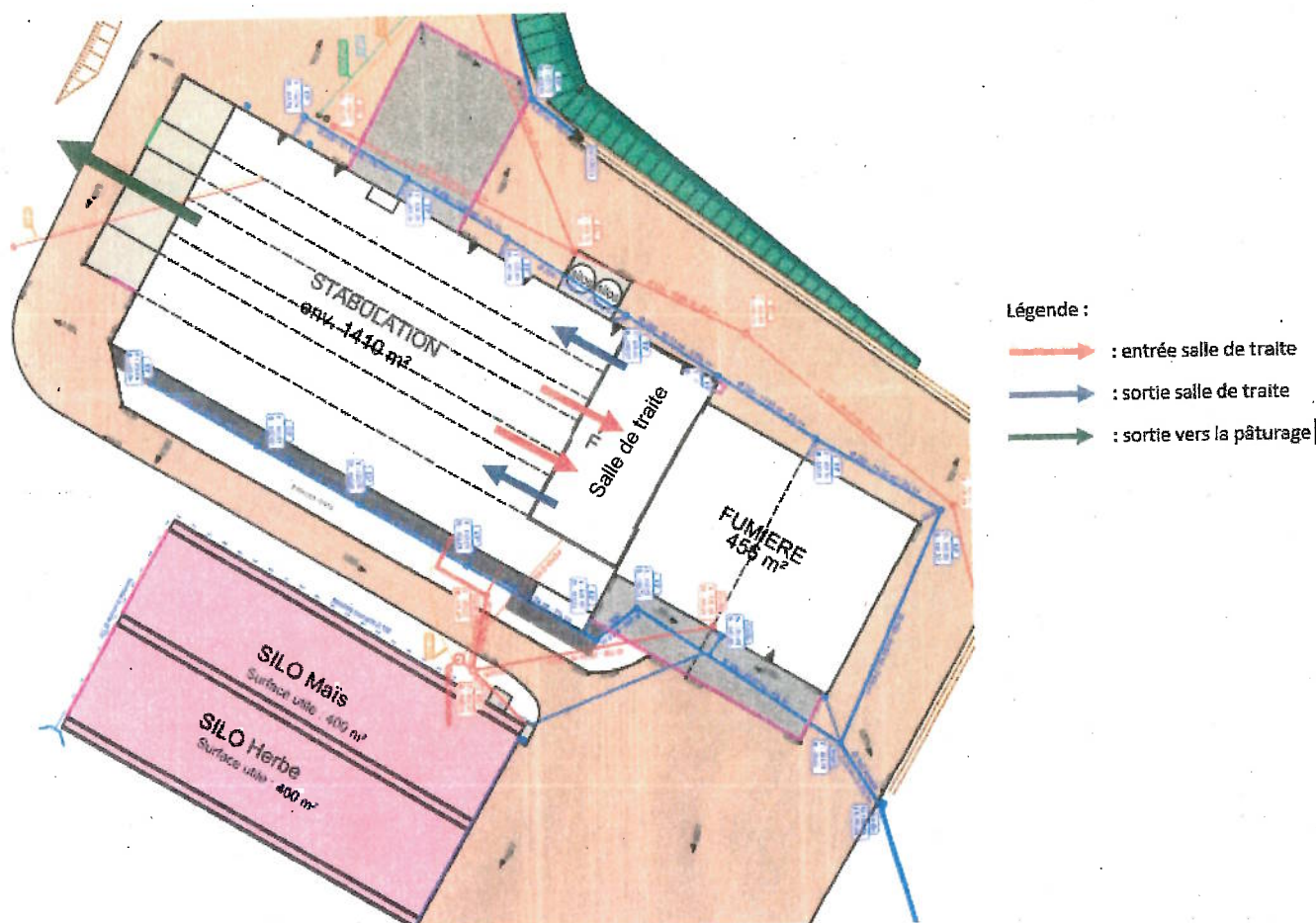
Les documents reproduisent les éléments d'informations techniques tels qu'ils sont exprimés par leurs auteurs. Toutefois, certains documents ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve.

Document n°1 :	Fiche signalétique de l'exploitation agricole.....	8
Document n°2 :	Principe de la traite.....	9
Document n°3 :	Différents types de salle de traite	10
Document n°4 :	Perspectives de la filière laitière.....	11
Document n°5 :	Troubles musculo-squelettiques - TMS - en salle de traite	12
Document n°6 :	Robotisation de la traite.....	13
Document n°7 :	Comparaison quantitative entre robot et salle de traite	14
Document n°8 :	Extrait du cahier des charges « Emmental Grand Cru Label Rouge »	15
Document n°9 :	Extrait du cahier des charges de l'Indication Géographique Protégée « Gruyère de France IGP ».....	16
Document n°10 :	Robot et pâturage.....	17 à 18
Document n°11 :	Circulation en traite robotisée	19 à 21

Document n°1 : Fiche signalétique de l'exploitation agricole

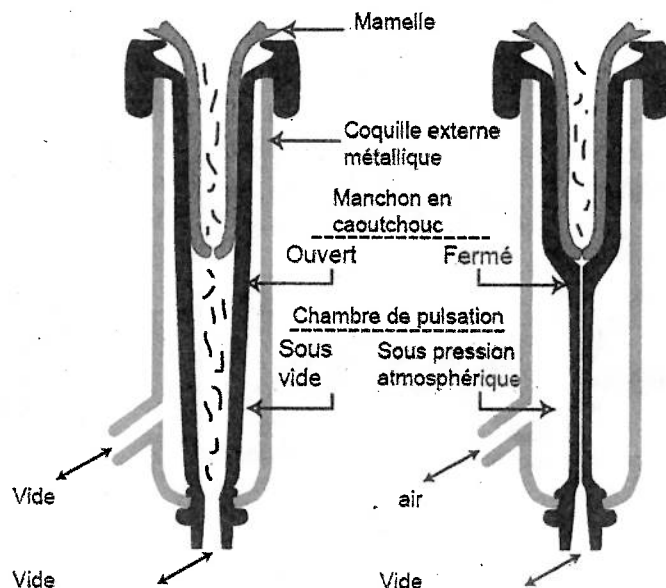
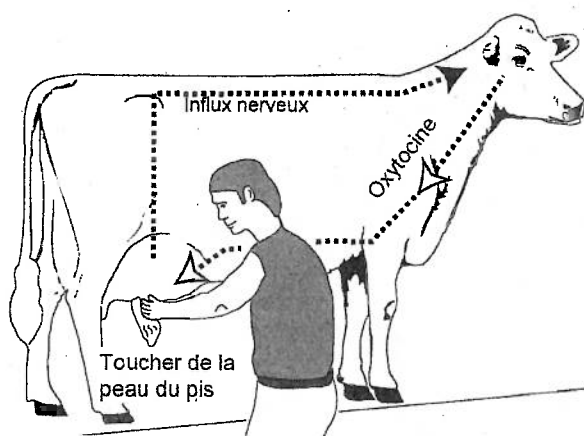
Fiche signalétique	
Statut et nom de l'entreprise	GAEC du Pivert
Nombre d'associés	3 associés Bertrand 40 ans Christian 42 ans Jacques 58 ans
Droit à produire	407 000 litres de lait
Surface Agricole Utile	150 hectares
Surface céréalière et oléo protéagineuse	90 hectares cultures pratiquées : blé, orge, maïs grain, féverole, colza, soja.
Surface fourragère principale	60 hectares : 40 hectares de prairies permanentes dont 6 hectares accessible depuis le bâtiment d'élevage laitier. 20 hectares de maïs ensilage accessible depuis le bâtiment d'élevage laitier.
Mode de faire valoir	80 % en propriété 20 % en location
Bâtiments	Fonctionnels, récents, adaptables Mise aux normes réalisée

Figure 1 : Plan de masse du bâtiment actuel



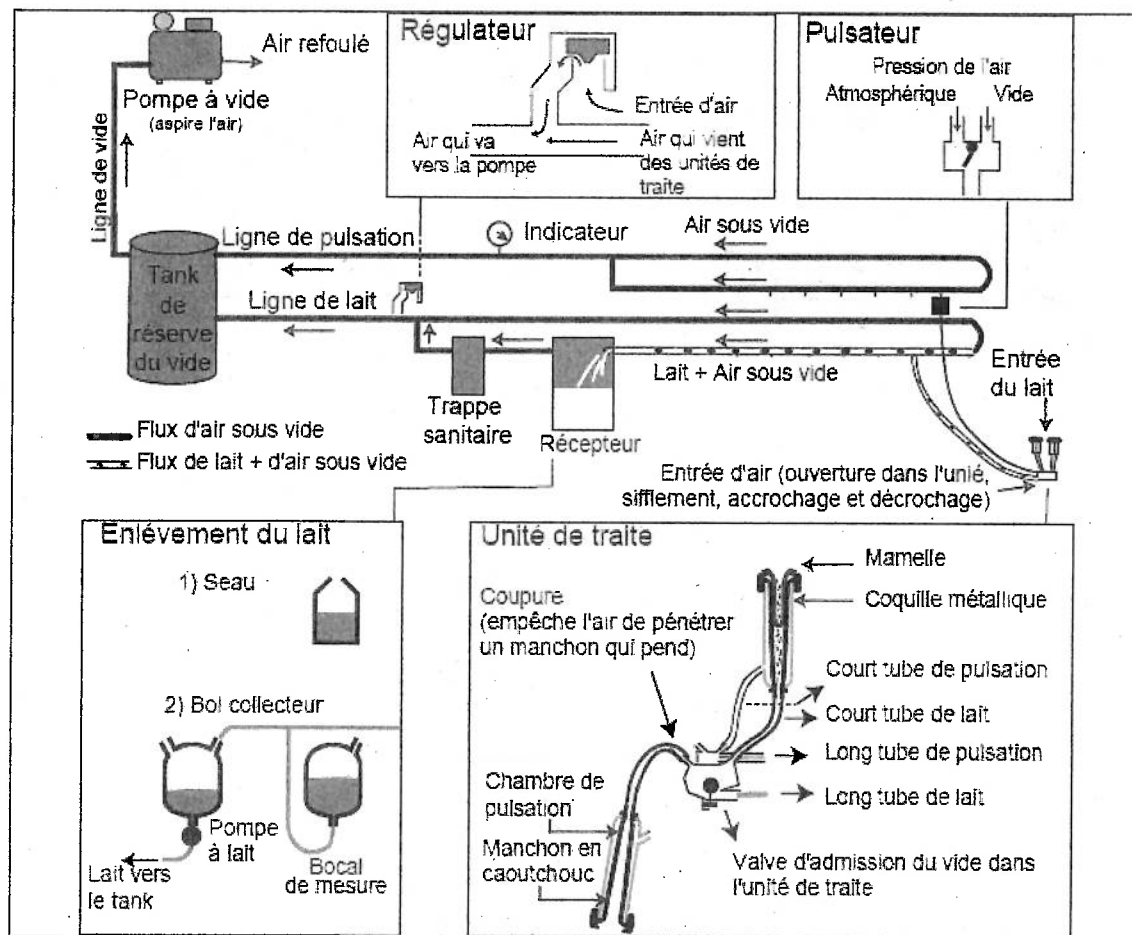
Document n°2 : Principe de la traite

Source : Institut Babcock Michel A. Wattiaux



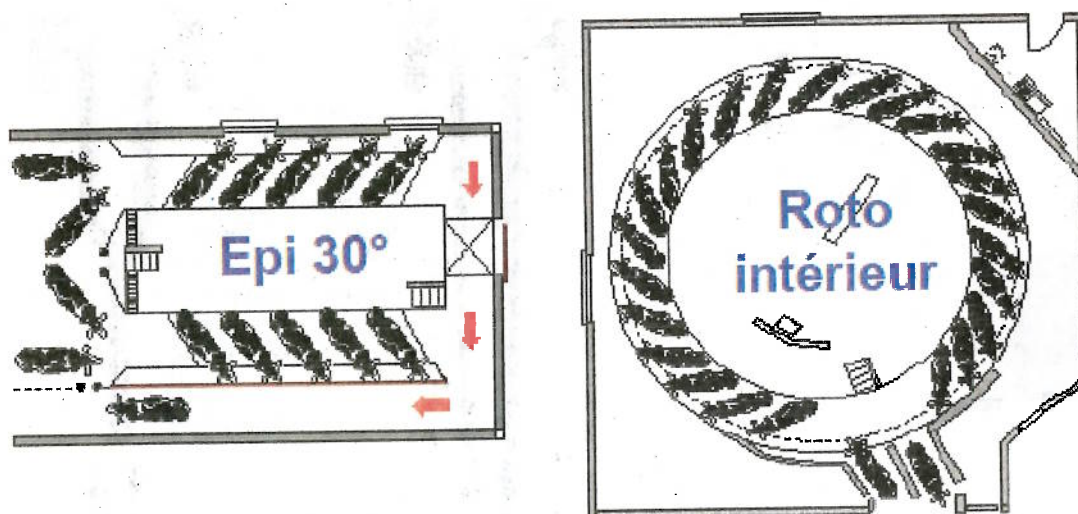
Essentiels Laitiers: Lactation et Récolte du Lait

La Machine à Traire

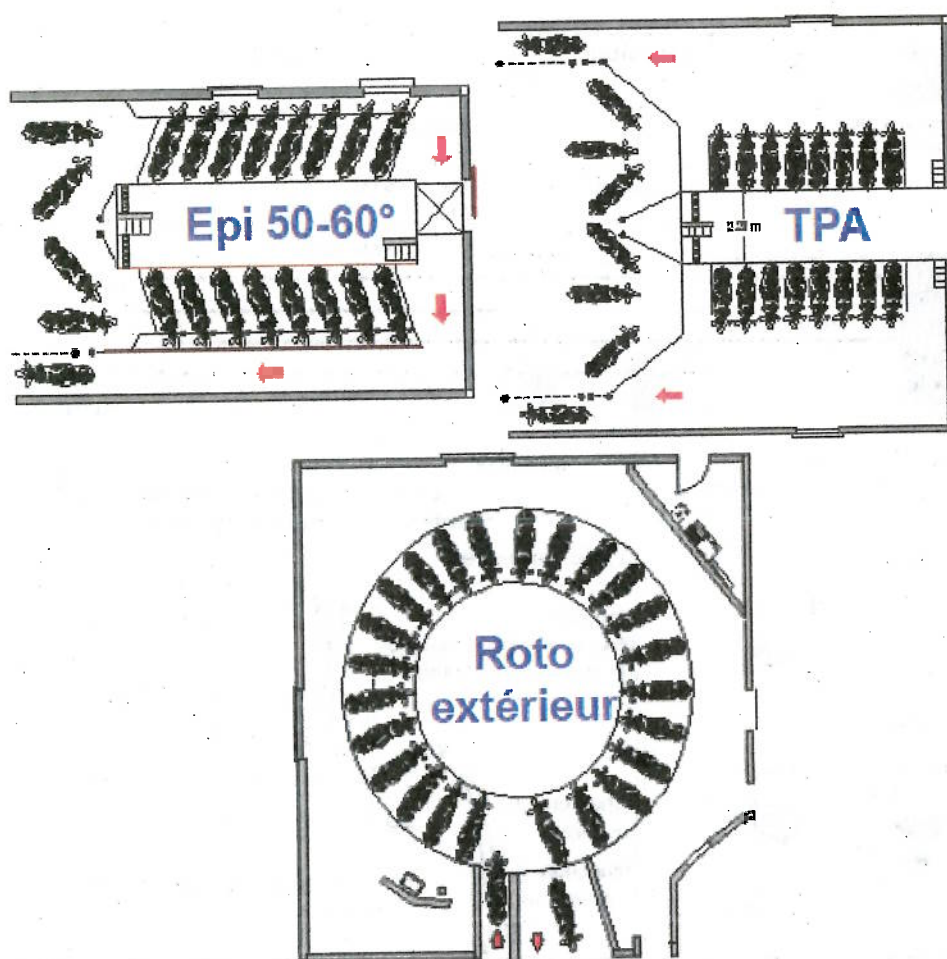


Document n°3 : Différents types de salle de traite

Source : Chambre d'agriculture de Bretagne
Traite par le côté :



Traite par l'arrière :





août 2017

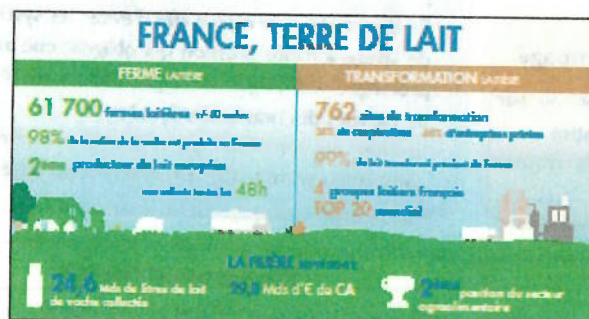
ÉTATS GÉNÉRAUX DE L'ALIMENTATION : LA FILIÈRE LAITIÈRE FRANÇAISE MOBILISÉE

La filière laitière est synonyme de diversité et de vitalité pour la France, à l'image de ses territoires et de ses paysages, de ses fermes et de ses vaches laitières, de ses acteurs et des nombreux processus de transformation, de ses produits et de leurs bienfaits.

Depuis plusieurs années, la filière laitière française connaît de profondes mutations. Elle s'adapte à un nouveau cadre réglementaire, après trente ans de régulation et de stabilité et doit apprendre à faire face à la volatilité des marchés. De plus, elle subit de plein fouet une crise économique majeure, tant par son ampleur que par sa durée. Le secteur connaît une profonde restructuration. Le nombre de producteurs continue de diminuer régulièrement ainsi que le nombre d'usines. Concernant l'amont, le métier d'éleveur laitier présente en effet un déficit d'attractivité qui s'est encore renforcé sur les dernières années. L'astreinte journalière liée à l'activité laitière cumulée aux faibles revenus, de plus en plus volatils, en sont les raisons principales. La moitié des exploitants laitiers a perçu des revenus inférieurs à 354 €/mois en 2016. La consommation de produits laitiers est, au mieux, stable en France et dans l'Union européenne. Et ces marchés qualifiés de « matures » sont exposés aux discours « anti-lait » envahissants et à de nouvelles tendances de consommation privilégiant les protéines végétales au détriment des protéines animales. Par ailleurs, d'autres marchés s'ouvrent : la demande mondiale est structurellement à la hausse et la France reconnue pour son savoir-faire inégalable.

Dans cette nouvelle donne laitière, la filière française a pourtant de formidables atouts : son exigence et son savoir-faire en termes de qualité, la richesse de son offre en produits laitiers, son lien au sol, sa géographie favorable. Quant à son potentiel de compétitivité, il peut être renforcé tant au stade de la production que de la transformation, pour faire face à de nombreux défis : changement climatique, volatilité, demande mondiale croissante, attentes sociétales renouvelées.

La filière laitière est déterminée à saisir les nouvelles opportunités offertes par le développement des marchés, notamment à l'international, mais aussi au sein du marché européen en apportant des réponses aux attentes des consommateurs, de tous les consommateurs.



Document n°5 : Troubles musculo-squelettiques - TMS - en salle de traite

Source : Préfecture et MSA de Haute-Marne ; Commission Paritaire d'Hygiène de Sécurité des Conditions de Travail du département de la Haute-Marne

Les TMS

Les articulations des membres supérieurs rassemblent 84 % des TMS. Le poignet, avec les affections du canal carpien, est largement en tête. Les tendinopathies de l'épaule suivent. Le coude (épicondylite) et la colonne vertébrale (lombalgies) occupent la 3^e place avec 13 à 14 %. Le coût moyen d'une TMS s'élève à 32 101 €.

Les troubles musculo-squelettiques sont des lésions touchant les tendons, les cartilages, les muscles, les nerfs et les vaisseaux sanguins, survenant par une forte sollicitation des structures corporelles qui servent aux mouvements. Ils peuvent donner une symptomatologie très douloureuse et devenir invalidants ; syndrome du canal carpien, syndrome de la coiffe des rotateurs, épicondylite... Un diagnostic précoce est important.

Les facteurs favorisant l'arrivée de TMS

Les facteurs qui favorisent l'arrivée de TMS sont les gestes répétitifs, l'effort physique, la posture de travail, l'amplitude des mouvements, les vibrations, l'organisation du travail contraignant, mais aussi la sensibilité individuelle (vieillesse, homme ou femme, hérédité). Le froid, l'humidité, les cadences, le stress sont des facteurs qui favorisent le développement des TMS.

Il n'existe pas d'installation idéale proprement dite, il faut tenir compte de critères techniques, économiques et organisationnels : taille du troupeau, race et niveau de production.

Mais la salle de traite doit correspondre avant tout au(x) trayeur(s). N'oublions pas qu'une salle de traite est un investissement lourd, censé être fonctionnel le plus longtemps possible.

Quelques pistes pour réduire l'apparition des TMS

Posture

- Adapter la hauteur du quai à la taille du trayeur (ex : fond de fosse réglable en hauteur)
- Installer les barres de contention en évitant les contraintes visuelles liées à celles-ci qui génèrent des flexions et des torsions lombaires
- Organiser la fosse pour avoir les accessoires à hauteur (ex. en utilisant une servante)

Circulation des animaux

- Prévoir une ouverture automatique (pneumatique)
- Installer des interrupteurs dans la zone de confort sous la rive du quai et en nombre suffisant (un tous les 3 à 4 postes)

Nettoyage de la mamelle

Utiliser une essoreuse ou une autre technique de nettoyage (mousse, papier) afin de supprimer les torsions des poignets liées à l'essorage des lingettes

Pose et dépose des faisceaux trayeurs

- Réduire le poids des griffes (1,7 à 3,3 kg)
- Il existe des dispositifs permettant de supprimer deux phases, l'accès au terminal pour lancer le processus de la traite et la manipulation de la cordelette de dépose
- Définir la longueur idéale des cordelettes de décrochage

Désinfection des trayons et post-trempe

- Privilégier une application par pulvérisation ou par trempage à l'aide d'un dispositif semi-automatisé
- Automatiser le trempage et le rinçage des trayons (système ADF)

Lavage des quais

- Privilégier un surpresseur afin d'éviter les systèmes de lavage à haute pression qui obligent une action prolongée des doigts sur la gâchette et mobilisent les muscles des bras et des épaules
- Installer un enrouleur qui permettra de ramener automatiquement le tuyau à la fin du nettoyage

Robot de traite

Si la traite robotisée permet de réduire considérablement le risque d'apparition des TMS, elle peut occasionner d'autres risques, notamment des contraintes posturales liées aux interventions sur la mamelle, et une charge mentale importante.

Hygiène de travail

- Sommeil régulier et suffisant (7 à 9 heures)
- Hydratation régulière : avant la traite et pendant la journée
- Alimentation riche en vitamines et acides gras insaturés (fruits, légumes, huiles végétales, fruits secs)
- Exercices d'échauffement et d'étirement



A Bazeilles dans les Ardennes, Jean-Claude Lepage aime à ajouter aux quatre-vingts « Frisonnes » de son troupeau laitier sa nouvelle « bête » : un robot de traite dernière génération.

Munies d'un collier fonctionnant à la manière d'un transpondeur à émission infrarouge, les vaches sont immédiatement identifiées par le robot qui lit leur numéro. Si une vache veut se faire traire plus de quatre fois par jour, le robot lui interdit l'accès à la station. Sinon, une fois la porte métallique ouverte, le bruit de granulés tombant dans la mangeoire donne le signal d'entrée dans le box.

Le robot est en mesure de définir précisément la place d'une vache et son poids, grâce à quatre capteurs disposés à chaque coin du tapis de sol antidérapant. *« L'idée, c'est que la vache soit libre, sans entraves, dans la station. Le robot calcule la position du centre de gravité puis il suit ses mouvements »*, explique Guillaume Chabra, directeur commercial de Lely France.

Le bras articulé se met rapidement en action. Grâce à un scanner balayant l'espace, le bras calcule la distance et l'angle de chaque pis. Le robot adapte ensuite automatiquement les paramètres de traite (pulsation, vide) au débit instantané de lait de chaque vache. Il dispose d'un système de désinfection à la vapeur, sans produits chimiques, pour chaque gobelet trayeur. Le temps moyen d'une traite par vache (jusqu'à 50 litres par jour) varie entre trois et quatre minutes.

Le robot de traite n'est pas uniquement un robot à traire. Il permet aussi à l'éleveur de gérer son troupeau au plus près de sa réalité vétérinaire. Ainsi, parce que le robot est en mesure d'enregistrer le taux cellulaire des mamelles, l'éleveur peut détecter plus rapidement une mammite, infection de la mamelle assez courante dans les élevages.

Un PC livré à l'éleveur avec un logiciel d'interprétation permet d'afficher l'historique précis de toutes les analyses quotidiennes du lait ou les relevés de poids. L'éleveur ardennais confie par exemple avoir réduit la consommation d'antibiotiques grâce à un meilleur contrôle de leur efficacité. Le robot lui permet aussi de mieux gérer l'alimentation de son troupeau, plus calme et moins stressé qu'avec les anciennes stations de traite.

A trente-sept ans, célibataire et confronté au prochain départ en retraite de ses parents, Jean-Christophe Lepage n'imaginait pas passer sa vie « aux culs des vaches ». Le robot lui permet une liberté d'autant plus grande qu'il est équipé d'un programme de diagnostic de pannes qui l'alerte, par serveur vocal, sur son téléphone fixe ou sur son mobile. S'il ne peut se déplacer rapidement, le réparateur est en mesure de prendre à distance le contrôle du robot pour en déceler les anomalies et réparer certaines pannes. Encore faut-il disposer d'une liaison haut débit. C'est là, sans doute, l'un des impératifs qui pourraient aujourd'hui entraver le développement naissant du marché des robots de traite

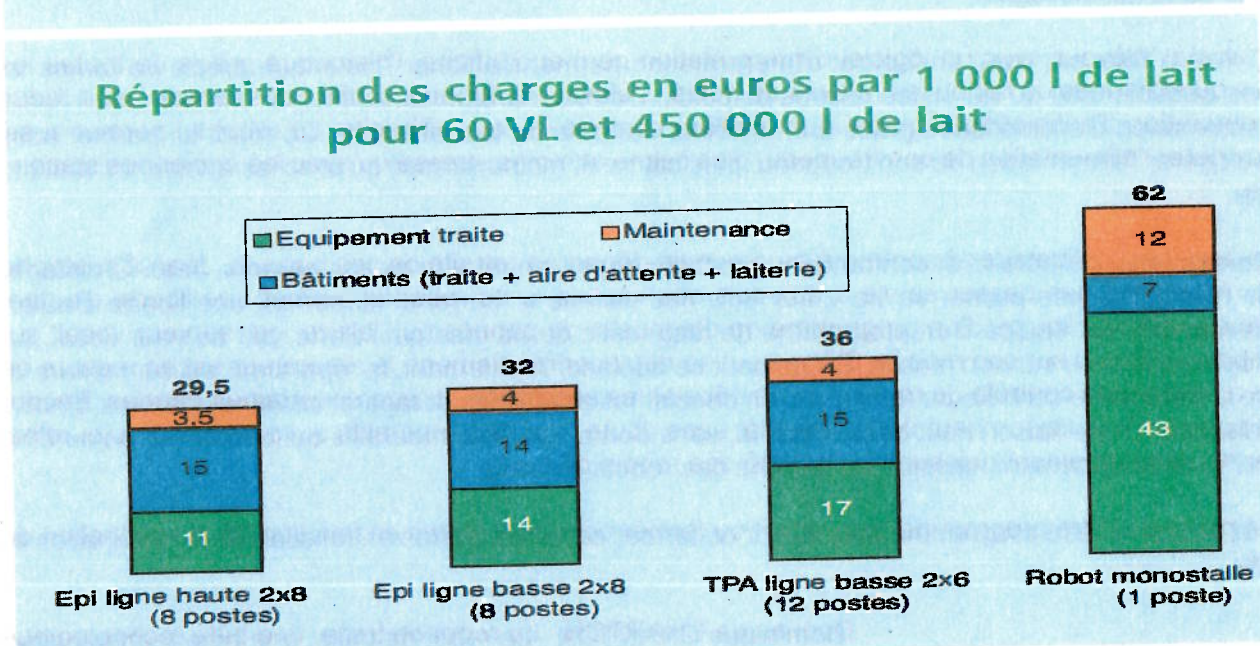
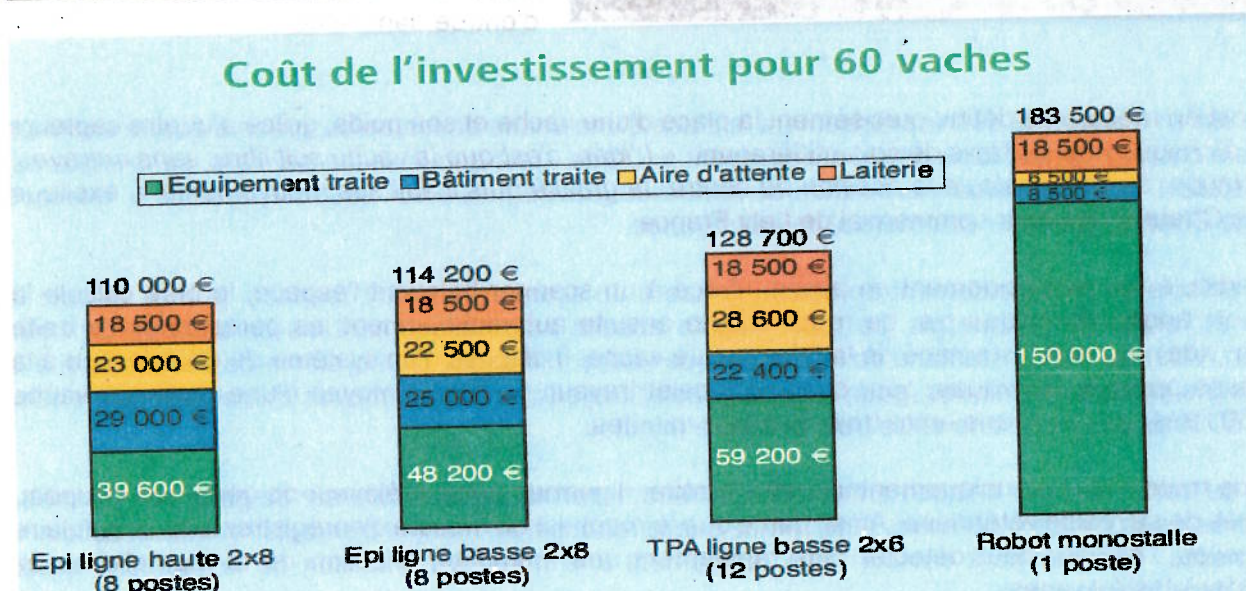
Le robot peut ainsi être programmé pour ouvrir ou fermer certaines portes en fonction de la destination de la vache.

Dominique CHARTON Le robot de traite, une bête technologique

Document n°7 : Comparaison quantitative entre robot et salle de traite

Tableau comparatif des temps des travaux hebdomadaires de l'éleveur	Heures par semaine	Robot	Salle de traite
	Temps de traite ou de gestion du robot	9	23
	Temps alimentation troupeau	10	13
	Temps soins aux veaux	6	4
	Temps raclage et paillage	7	5
	Temps global élevage	32	45

Performances moyennes d'un robot de traite (source/ Lely France)	Paramètres	Données chiffrées
	Temps durée de visite par vache	Moyenne de 8 min
	Temps de traite par vache	Moyenne de 1.46 min
	Temps lavage	2 heures par 24 heures
	Capacités journalière maximale	62 vaches
	Nombre de traite moyenne	2,4 traites pour le troupeau
	Nombre de refus par vache par jour	Moyenne 0.68 pour le troupeau



Sources : Chambre d'agriculture de Bretagne

Document n°8 : Extrait du cahier des charges « Emmental Grand Cru Label Rouge »

Caractéristiques certifiées :

- Alimentation des vaches à base d'herbe et de foin sans produits fermentés.
- Fabriqué au lait cru
- Affiné 12 semaines minimum selon la tradition

Tableau de synthèse – éléments du cahier des charges influençant le plus la qualité supérieure de l'emmental label rouge :

Etapes de fabrication	Emmental Réf. Réglementation relative aux fromages et spécialités fromagères	Emmental Label Rouge
Production de lait ▪ Alimentation des vaches laitières	Réglementation générale	Alimentation à base d'herbe et de foin, sans produits fermentés. <i>Cette contrainte est nécessaire pour une fabrication au lait cru traditionnelle, garantissant des caractéristiques sensorielles supérieures et la maîtrise des fermentations butyriques.</i>
▪ Pâturage	Aucune obligation de pâturage – Elevage hors sol autorisé	Obligation de 6 mois minimum de pâturage. <i>Cette obligation permet de valoriser le potentiel aromatique des pâtures dans le lait puis dans le fromage.</i>

Critères qualité	Point de maîtrise - Valeur cible	
5.3.3. Le pâturage	Durée minimum	6 (six) mois minimum de pâturage
	Surface minimale de pâturage par animal	- Durant la période de pâturage, chaque exploitation dispose d'au moins 3000 m ² (30 ares) de surface en herbe, consommée fraîche, par vache en lactation, dont 2000 m ² (20 ares) minimum sont accessibles depuis le lieu de traite et sont affectées au pâturage.
	Chargement	- Le chargement du cheptel laitier de l'exploitation ne peut être supérieur à 1,6 UGB laitière/ha de surface fourragère affectée au cheptel laitier y compris les céréales autoconsommées.
5.3.4. L'affouragement en vert	Présentation du fourrage en cas d'affouragement en vert	- En cas d'affourage complémentaire en vert, le fourrage récolté proprement doit être ramené à l'état frais à la ferme. Il ne devra pas subir d'échauffement avant d'être donné aux animaux.
	Nettoyage des refus	- Les crèches devront être nettoyées des refus avant que ne soit réalisé tout nouvel apport de fourrage vert.
	Délai maximum de consommation par les vaches laitières	= ou < à 24 heures-après la fauche

Critères qualité	Point de maîtrise - Valeur cible	
Qualité des laits contrôlée	Nombre de traites journalières	Deux traites journalières
	Stockage du lait	- soit limité à 24 heures maximum à une température ≤ 6°C - soit limité à 48 heures maximum à une température comprise entre 2 et 4°C Température atteinte au terme de 3h30 après la dernière traite (mode d'emploi du tank à lait)

**Document n°9 : Extrait du cahier des charges de l'Indication Géographique Protégée
« Gruyère de France IGP »**

7) DESCRIPTION DE LA METHODE D'OBTENTION DU PRODUIT :

7.1. Production du lait

7.1.1. Races

On entend par troupeau laitier l'ensemble des vaches laitières et des génisses destinées au renouvellement du troupeau.

Le lait utilisé pour l'obtention de Gruyère provient uniquement de troupeaux laitiers composés de vaches de races adaptées au milieu : Abondance, Tarentaise, Montbéliarde, Vosgienne, Simmental française. Les codes races génétiques retenus sont les suivants : 12, 31, 46, 57, 35. Les croisements de ces races sont autorisés.

7.1.2. Alimentation des animaux

L'alimentation de base des vaches laitières est constituée d'herbe et de foin.

La ration totale du troupeau laitier comporte au minimum 70 % calculés sur la matière sèche, d'aliments produits sur l'exploitation.

Les fourrages grossiers consommés par le troupeau laitier proviennent au minimum à 80 % de l'aire géographique.

Les vaches laitières doivent pâturer pendant au moins 150 jours dans l'année. Les systèmes d'exploitation dans lesquels toute l'alimentation est apportée à l'auge sont interdits. La pratique consistant à ce qu'un repas journalier sur deux soit pris en stabulation est admise. L'ensemble de ces conditions conduit à mener les animaux au pâturage dès que les conditions climatiques le permettent.

Le chargement des animaux de l'exploitation ne peut excéder 1,4 UGB par hectare de surface fourragère.

La production laitière n'excède pas 5000 litres de lait par hectare de surface fourragère afin de préserver la pratique extensive de l'élevage.

Les aliments fermentés, sous forme d'ensilage ou non, sont interdits pour l'alimentation du troupeau laitier.

Les aliments complémentaires sont limités à 1800 kg par vache laitière et par an.

7.2. Traite et collecte du lait

La traite a lieu deux fois par jour, matin et soir.

La collecte du lait est au minimum quotidienne et ne peut excéder deux traites consécutives pour une exploitation donnée.

Afin de préserver la qualité du lait la durée de collecte du premier producteur de lait ramassé jusqu'au dépotage à la fromagerie ne doit pas excéder 6 heures.



Objectifs : évaluer la durabilité et acquérir des références sur les systèmes « robot et pâturage »

L'installation des robots de traite dans les exploitations se développe depuis plusieurs années : depuis 2012, en Bretagne, environ une installation de traite neuve sur 2 est un robot de traite (source : CROCIT). La mise en place d'un robot de traite s'accompagne généralement d'une baisse de la part de pâturage dans la ration, au profit des fourrages stockés, dans le but de maintenir une fréquence de traite élevée et compte tenu parfois de problème d'accessibilité au pâturage (présence d'une route...). Ces modifications entraînent des conséquences négatives sur les coûts de production, l'image des produits laitiers et l'environnement. Le maintien d'un minimum d'herbe pâturée est un enjeu important en terme économique, environnemental, de qualité nutritionnelle du lait et d'image de la production laitière. Ce constat est partagé par plusieurs pays de l'Union Européenne, parfois pour des raisons différentes (intérêt économique de l'herbe, image, bien-être animal, obligation liée à un cahier des charges...).

Dans le cadre du projet européen FP7 AutoGrassMilk (« systèmes de production innovants et durables combinant traite automatisée et pâturage de précision »), en partenariat notamment avec l'Institut de l'Élevage et le CNIEL, une action a pour objectif de suivre 6 élevages équipés de robot de traite et maintenant une part de pâturage significative, dans chaque pays partenaire du projet (Irlande, France, Suède, Danemark, Pays-Bas, Belgique). Les objectifs de ce réseau sont d'une part, d'évaluer et d'améliorer la durabilité des systèmes « robot et pâturage » (économie, social et environnement), et d'autre part, d'acquérir des références sur la gestion technico-économique de ces systèmes.

3 élevages suivis en Bretagne

Pour la France, les 6 élevages suivis sont répartis ainsi : 3 élevages en Bretagne et 3 en Pays-de-la-Loire. Ce réseau d'élevages est réalisé en partenariat avec l'Institut de l'Élevage.

Pour la Bretagne, les 3 élevages sont localisés dans le Finistère. Ils sont de plus petite taille que la moyenne des exploitations équipées de robot de traite en Bretagne et plus spécialisés, avec une part de cultures de vente plus faible. La taille et les performances techniques de l'atelier lait sont comparables, avec cependant une part de pâturage plus importante. Le coût alimentaire des 3 élevages suivis est plus faible de 9 €/1 000 litres à la moyenne régionale (tableau 1).

Tableau 1 : Description des élevages suivis (campagne 2013/2014)

	Réseau « robot et pâturage » (3 élevages)	Moyenne des exploitations équipées de robot de traite en Bretagne (source : BCELO & Eilyps - 499 élevages)
UTH	2,3	-
SAU (ha)	89	118
% de cultures de vente	26	41
Lait vendu (l)	605 000	610 000
Nombre de vaches	73	75
Lait vendu/vache (l)	8 330	8 185
Kg de concentrés/vache/an	1 560	1 560
T de MS pâture/VL/an	1,6	1,0
Coût alimentaire vache (€/1 000 l)	96	107

Les élevages sont suivis pendant 2 ans (2014 et 2015). Durant les 2 années, les résultats technico-économiques de chaque élevage sont analysés, le temps de travail selon les saisons est enregistré et un bilan des minéraux est réalisé. Des monographies, décrivant le fonctionnement de chaque exploitation, sont également réalisées chaque année.

Une intensification du système alimentaire

Avant la mise en place du robot, les exploitations enquêtées avaient un système alimentaire déjà intensif. Le robot a amplifié cette tendance (tableau 1). L'augmentation de lait de 547 litres produits par vache s'explique pour moitié par l'augmentation de concentré et pour moitié par la génétique et les conditions de logement. L'effet de la fréquence de traite ne s'avère pas être le facteur déterminant. 46 €/1 000 l de coût alimentaire séparent le ¼ économe et dépensier. 13 € s'expliquent par les fourrages et 33 € par les concentrés. La maîtrise des concentrés est le premier facteur d'optimisation.

	Données moyenne avant robot	Données moyenne après robot	Evolution
Litres lait produits par vache	7774	8321	+ 547
Kg de concentrés/vache	1385	1610	+ 225
Ares pâturés par vaches	22	13	- 9
% maïs dans la SFP	43	49	+ 6
Nombre d'élevage pratiquant l'affouragement en vert	5	13	+ 8
Coût fourrager C/1000 l	25	27	+ 2
Coût concentré C/1000 l	59*	69	10

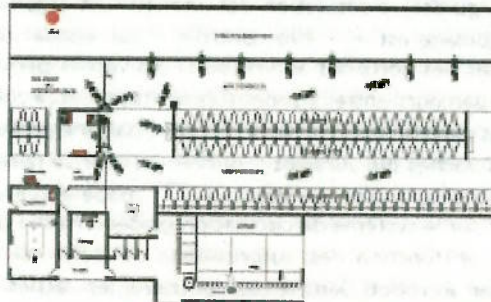
Tableau 1 : Evolution des caractéristiques techniques du système alimentaire moyen des 43 élevages enquêtés
(* : correction de l'effet conjoncture sur le coût de concentré l'année avant robot)

Document n°11 : Circulation en traite robotisée

La circulation libre

Lors de la circulation libre, la vache fait ce qu'elle veut. Le robot est généralement positionné au centre du bâtiment. La vache décide de son déplacement, ou de son « non-déplacement », vers le robot. Elle se présente donc autant de fois qu'elle le souhaite au robot. Lorsque la vache n'est pas autorisée à la traite (mode refus de traite), si elle se présente au robot elle est alors exclue de la traite. Cette circulation peut être agrémentée d'éléments secondaires comme les portes de pâturage.

Voici un exemple d'implantation quasi-parfaite de circulation libre (schéma ci-contre) : implantation du robot sur la gauche du bâtiment face à une zone largement dégagée, assujettie de couloirs larges facilitant la circulation des animaux et d'un système de déviation des animaux permettant un travail confortable et agréable pour l'éleveur. Les animaux sont ainsi dans un endroit protégé, proche du robot de traite. L'espace large devant le robot permet d'atténuer la concurrence entre les animaux (photo ci-contre).



La circulation libre

Avantages :

- Accès illimité à l'auge et à l'abreuvement
- Très peu de stress et de conflits entre animaux
- Convient très bien aux troupeaux à haut potentiel
- Coût d'installation limité au coût d'achat du robot

Inconvénients :

- Intervention nécessaire de l'éleveur sur les vaches réticentes à la traite (les vaches « en retard » sont poussées 2 fois par jour)
- Apport plus important de concentrés nécessaire (car même les vaches faibles productrices ont accès au concentré pour les inciter à accéder au robot)
- Perte de rentabilité (sans limitation d'accès, le robot peut accueillir des vaches qui ne sont pas à traire)

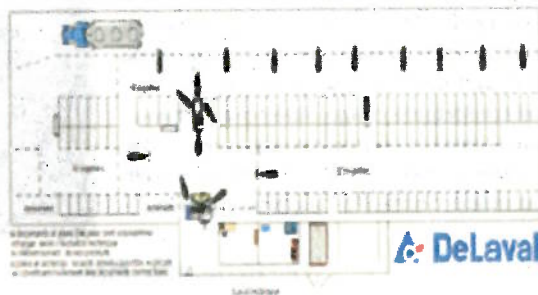
Contraintes d'installation :

- Positionner correctement le robot
- Nécessite une surface d'accès suffisamment importante
- Largeur des couloirs suffisante
- Homogénéité de la production (les vaches à faible production sont le facteur limitant)
- Implantation du parc de déviation

La circulation guidée

Dans les systèmes guidés, la circulation des animaux est organisée. Cela nécessite un mode de guidage. Le 1^{er} mode de guidage est le « libre contrôlé » qui repose sur une circulation libre dans un sens, sur lequel sont disposés des portillons anti-retours. Les vaches peuvent ainsi faire autant de tours qu'elles le souhaitent sur ce parcours entre la zone d'alimentation et la zone de couchage (logettes ou aire payée). Elles sont retenues dans le parc d'attente du robot par une porte intelligente qui a pour but de réguler les déplacements des vaches qui auraient « oublié » d'aller se faire traire (donc qui accusent un retard à la traite) et ainsi les inciter à aller au robot. Le 2^{ème} mode est le système de « pré-sélection ». Le principe repose également sur le système de circulation guidée, mais la porte intelligente est alors placée avant le robot et permet, en fonction des autorisations de traite, de trier quels animaux sont effectivement autorisés à accéder au robot. Dans le cas contraire, les vaches sont alors renvoyées vers l'auge ou vers l'aire de couchage.

Sur cet exemple de circulation libre contrôlée (schéma ci-contre), la position de la porte intelligente permet de commander aux vaches de circuler très librement entre l'auge et les logettes séparées par un portillon anti-retours, ainsi les vaches l'empruntent autant de fois la porte qu'elles le souhaitent pour effectuer le nombre de tours qu'elles veulent. Lorsque la vache a oublié de se faire traire, la porte intelligente la repère, et la retient dans le parc d'attente devant le robot de traite, ou elle l'envoie vers le parc de déviation dans l'attente d'une intervention de l'éleveur.



La circulation contrôlée

Avantages :

- Peu d'interventions de la part de l'éleveur grâce à la porte intelligente
- Adapté aux troupeaux hétérogènes
- Plus économe en apport de concentrés (vache incitée à se déplacer)
- Accès illimité à la table d'alimentation facilité
- Porte intelligente permet le pâturage et oriente vers le box de déviation
- La porte intelligente a un rôle triple :
 - Réguler la circulation
 - Dévier les animaux
 - Orienter vers le pâturage

Inconvénients :

- Risque de bouchons dans le parc d'attente (mauvais réglage de la porte intelligente)
- Coût d'installation plus élevé (porte intelligente)
- Temps d'apprentissage pour les animaux plus important
- Attente possible devant le robot
- Vérification de l'accès au fourrage nécessaire (témoin de la compréhension du circuit de circulation par les animaux)

Contraintes d'installation :

- Paramétrage informatique (réglages logiques de la porte intelligente)
- Bonne implantation de la porte intelligente
- Temps dédié à l'apprentissage des animaux suffisant

La pré-sélection

Sur ce schéma de circulation en pré-sélection, la porte intelligente oriente les animaux soit vers le parc d'attente soit vers l'auge. Le bâtiment est très cloisonné puisqu'il comporte 3 zones : prise alimentaire, traite et couchage. Le déplacement entre la zone d'alimentation et la zone de couchage se fait par des portillons anti-retours. Ce type de circulation peut s'adapter également aux aires paillées.

La pré-sélection

Avantages :

- La porte intelligente régule l'accès au robot de traite (optimisation du robot)
- Régulation du temps d'attente

Inconvénients :

- Apprentissage difficile pour les vaches (la porte a 2 fonctions traite ou auge)
- Coût supplémentaire d'installation (porte intelligente, portillons)

Contraintes d'installation :

- Identiques à la circulation libre contrôlée

Implication des différents systèmes dans la réussite de la traite

• Système libre :

- Robot positionné au milieu du bâtiment
- Les vaches circulent autour du robot
- Robot n'a qu'une fonction de traite (pas d'implication dans la circulation)
- Ce qui implique :
 - Paramètres d'attractivité au robots essentiels (alimentation, accessibilité)
 - Démarche volontaire de la vache déterminante (boiteries, frein au déplacement)
 - Eleveur acteur du déplacement des vaches en retard de traite

• Système avec circulation :

- Le système de circulation des vaches est organisé
- Le robot n'est qu'un maillon du circuit de circulation des animaux
- Accessoires supplémentaires nécessaires (portillons, porte intelligente, barrières)
- Le robot est impliqué dans l'alimentation (eau et fourrage) et le couchage
- Ce qui implique :
 - Logique d'implantation « logique » du robot indispensable
 - Paramétrage fin des outils de circulation (autorisation de traite, porte intelligente)
 - Suivi de l'alimentation et de la santé des animaux facilitée pour l'éleveur

Source : C. Journal PathoBet on line

Les documents reproduisent les éléments d'information technique tels qu'ils sont exprimés par leurs auteurs, toutefois certains documents ont été modifiés pour les besoins de l'épreuve.

Document n°12 :	La forêt des Landes de Gascogne	23
Document n°13 :	Conduite du Pin Maritime	24
Document n°14 :	Le massif des Landes de Gascogne et les tempêtes.....	25
Document n°15 :	Évolution présumée de la structure des Landes de Gascogne à la suite de la tempête de 2009	25
Document n°16 :	Évolution du bûcheronnage mécanisé en France	26
Document n°17 :	Évolution des ventes machines de bûcheronnage 1999-2019	27
Document n°18 :	Mécanisation des différents types de peuplements.....	28
Document n°19 :	La pénurie d'opérateurs se poursuit	29
Document n°20 :	Productivité et coût technique en exploitation forestière	30
Document n°21 :	Caractéristiques des abatteuses John Deere 1070G et 1170G	31
Document n°22 :	Caractéristiques techniques des têtes d'abattage John Deere.....	32
Document n°23 :	Caractéristiques techniques de l'abatteuse Sampo HR46X	33
Document n°24 :	Caractéristiques techniques des têtes d'abattage Kesla.....	34
Document n°25 :	Organes d'une tête de bûcheronnage.....	35
Document n°26 :	Données économiques.....	36
Document n°27 :	Influence des matériels et de leurs paramétrages sur les mesures	37 à 40
Document n°28 :	Type de logigramme de recherche de panne	41
Document n°29 :	Fiche de scénario d'analyse d'un accident en bûcheronnage mécanisé	42
Document n°30 :	Construction d'un arbre des causes	43

La forêt des Landes de Gascogne

La forêt de Gascogne est un massif homogène de près de 1 million d'ha soit 58% des forêts d'Aquitaine. Elle s'étend sur trois départements (Gironde, Landes et Lot et Garonne), couvrant la plaine triangulaire des Landes de Gascogne (taux de boisement moyen de 74 %). C'est une forêt essentiellement privée : 10 % seulement de sa surface appartiennent à l'État et aux collectivités locales. Le reste est la propriété de nombreux sylviculteurs. Les hommes ont su mettre en valeur un milieu naturel ingrat mais non sans atouts.

- > un terrain plat et facile d'accès,
- > un sol essentiellement sableux, pauvre en éléments minéraux avec des contraintes hydriques importantes,
- > des conditions climatiques favorables.

Un patrimoine créé par l'Homme

La forêt des Landes de Gascogne est une création de l'Homme, à partir d'une essence locale, le pin maritime, présente en Aquitaine depuis plus de 8 000 ans.

Entre le XVIII^{ème} siècle et le milieu du XX^{ème} siècle, cette essence a progressivement été implantée sur l'ensemble du territoire, voué majoritairement au pastoralisme, à partir d'un noyau d'environ 250 000 ha.

Cette extension a nécessité deux préalables :

> En premier lieu la **stabilisation des dunes littorales** indispensable au développement des peuplements forestiers côtiers qui protègent à leur tour les peuplements de la forêt de production de l'invasissement par les sables et des vents dominants océaniques.

> Ensuite la **maîtrise des techniques d'assainissement** et la création d'un réseau de fossés permettant l'écoulement

des eaux et limitant l'engorgement hivernal.

Cette forêt a connu une extension importante au cours du XIX^{ème} siècle, notamment après la mise en application de la loi de 1857 obligeant les communes au boisement des landes communales. Au fil des événements du XX^{ème} siècle (incendies de 40-49, défrichements agricoles des années 60-70), le taux de boisement s'est stabilisé depuis 1979.

L'objectif principal de la forêt landaise a longtemps été de produire de la gomme, production qui a totalement disparu à la fin des années 1970. Aujourd'hui, hormis sur le cordon littoral voué à la protection des dunes, la forêt de pin maritime a clairement un objectif de production de bois et **elle alimente une filière de transformation importante**, diversifiée et en constante évolution.

Elle n'en joue pas moins un rôle environnemental et social très important.

Une ressource renouvelable créée par l'Homme

La forêt des Landes de Gascogne est une forêt cultivée.

L'importante amélioration de la productivité depuis les années 50 (de 4 m³ à plus de 10 m³ par hectare et par an) résulte de l'application de techniques spécifiques de sylviculture (assainissement, travail du sol, fertilisation phosphatée, conduite des peuplements). La compétitivité du massif est aussi liée à l'augmentation de la mécanisation depuis l'installation jusqu'à la récolte. Le sylviculteur dispose de plusieurs scénarios de gestion pour atteindre son objectif de production et diversifier ses débouchés.

Le modèle prédominant correspond à la production de bois d'œuvre à partir de plantation (1000 à 1600 arbres/ha) ou de semis, avec 3 à 4 éclaircies effectuées entre 10 et 30 ans qui

laissent un peuplement final d'environ 300 tiges/ha pour un âge d'exploitation compris entre 35 et 50 ans; l'amélioration génétique et des pratiques culturales raisonnées permettent d'importants gains de productivité.

Selon les opportunités du marché, il est possible de produire des bois de petit volume unitaire avec un âge d'exploitation compris entre 25 et 35 ans. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est préférable de réserver ce type de scénario à des stations de bonne fertilité en évitant de le renouveler sur la même parcelle. D'autres scénarios liés à l'usage énergétique du bois sont en expérimentation.

Il est aussi conseillé de diversifier les itinéraires et les objectifs de production au sein d'une propriété afin de limiter les risques.



Source : CRPF d'Aquitaine (Centre Régional de la Propriété Forestière)

L'installation du peuplement

Le peuplement est installé par plantation ou par semis en lignes espacées d'au moins 4 m: Plantation et semis (après dépressage) ont un coût sensiblement équivalent.

> La plantation représente 70 à 80% des reboisements

- Densité initiale de 1 100 (4,5 m x 2 m) à 1 400 plants/ha (4 m x 1,8 m)
- Utilisation de plants de 6 mois

Elle permet de bénéficier du progrès génétique.

Elle facilite et réduit les entretiens (démarrage rapide, absence de dépressage) et le peuplement obtenu est homogène.



Modèle de conduite d'un peuplement dans un objectif de bois d'oeuvre

> Première éclaircie

Elle a lieu entre 10 et 15 ans suivant la densité du peuplement et la qualité de la station lorsque la circonférence moyenne est comprise entre 40 et 60 cm.

En première éclaircie on enlève de 25 à 50 % du nombre de tiges.

Il faut prévoir un cloisonnement d'exploitation pour des peuplements installés avec des interlignes de moins de 4 m (enlèvement systématique de 1 ligne sur 5) ou pour des peuplements issus de régénérations naturelles.

> Éclaircies suivantes

Elles interviennent dès que le couvert se referme, ce qui correspond à un accroissement en circonférence de 15 à 20 cm entre 2 coupes, soit un intervalle de temps de 5 à 10 ans suivant la densité du peuplement et la qualité de la station.

A chaque passage, ce prélèvement est inférieur à 40 % du nombre de tiges.

En général, 3 à 4 éclaircies sont nécessaires.

> Coupe rase

L'âge et la dimension d'exploitation sont fonction des qualités des stations et des objectifs économiques du sylviculteur.

Ce modèle de sylviculture doit permettre la récolte d'arbres d'environ 1,2 m³ entre 35 et 50 ans, avec une densité finale d'environ 300 tiges/ha en lande de bonne fertilité ou 250 tiges/ha en lande sèche.

AFDCEL



Type de travaux	Age ans	Hauteur m	Peuplement avant éclaircie				Eclaircie		
			Nombre tiges/ha	Diam cm	Volume m3/tige	Volume m3/ha	Intensité %	Nombre tiges/ha	Volume m3/ha
E1	12-13	9-10	1250	15	0.08	105	32	400	25
E2	17-18	13	850	20	0.2	170	34	290	40
E3	22-23	17	560	25	0.41	230	27	150	45
E4	27-28	19	410	30	0.68	280	27	110	55
CR	40	25	300	40	1.52	455			

Tableau issu du guide de sylviculture du pin maritime de lande-novembre 2003

Source : CRPF, Le Pin Maritime Pilier de l'économie forestière d'Aquitaine

Document n°14 : Le massif des Landes de Gascogne et les tempêtes

La ressource résineuse du massif landais a particulièrement été touchée par les tempêtes de ces 15 dernières années. La tempête Martin du 27 décembre 1999 a causé un taux de dégâts sur la forêt résineuse de 36%, soit plus de 17500 milliers de m3 touchés. En 2009, la tempête Klaus du 24 janvier a dévasté 24% de la forêt résineuse, soit environ 8500 milliers de m3. Les volumes de résineux ont donc été considérablement réduits depuis la réalisation du 4^{ème} inventaire forestier de 1998, passant de 48800 à environ 27000 milliers de m3 en 2009, soit une baisse de 45%. La ressource feuillue a été moins affectée par ces tempêtes que la ressource résineuse.

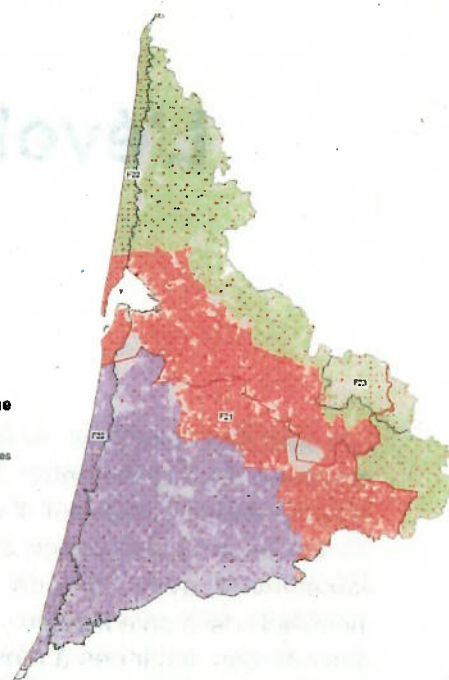
Source : Atelier BKM, Profil environnemental de la Gironde-Ressources naturelles

Landes de Gascogne

Points d'inventaire
Limites départementales
SylvoEcoRégions

Secteurs

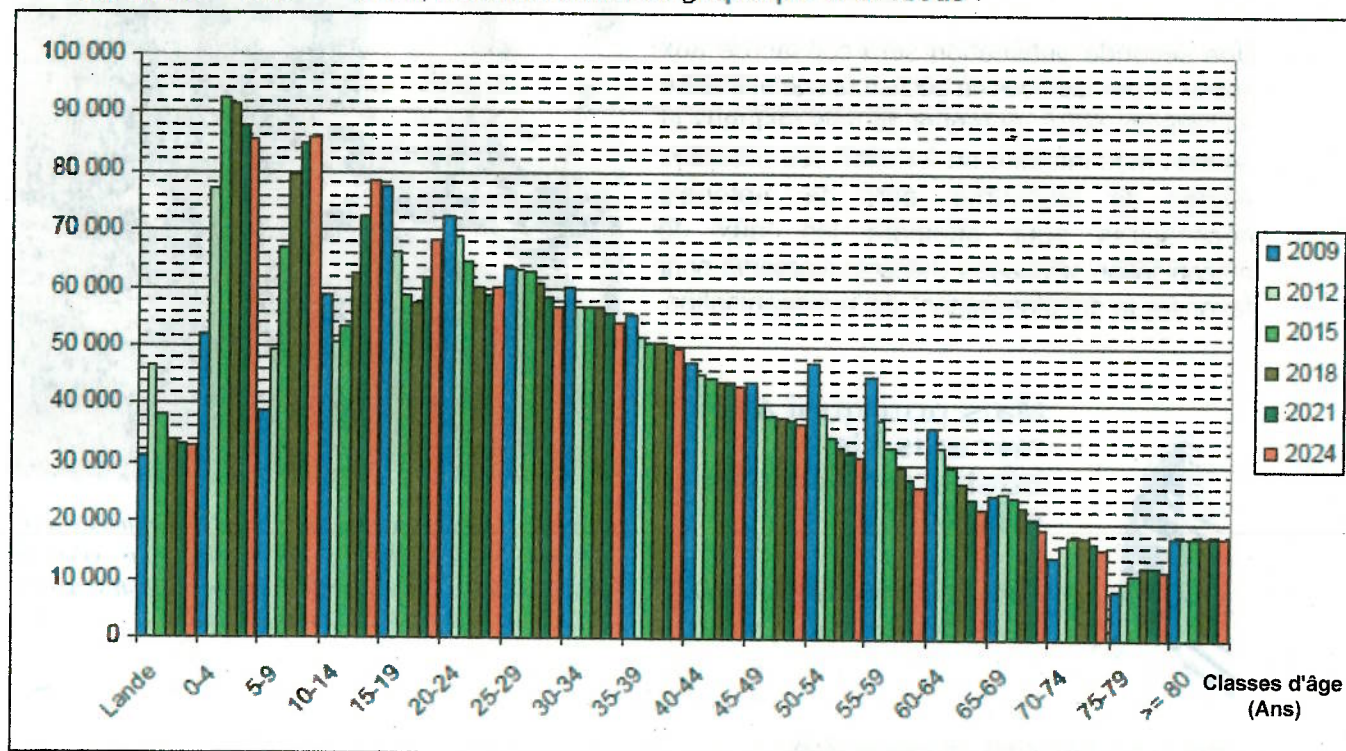
Martin (1999)
Klaus (2009)
1999 et 2009



Massif des Landes de Gascogne et ses 3 sous-secteurs selon les tempêtes Martin et Klaus

Document n°15 : Évolution présumée de la structure des Landes de Gascogne à la suite de la tempête de 2009

La tempête et l'effort d'exploitation des chablis se traduisent naturellement par un rajeunissement du massif, conformément au graphique ci-dessous :



Source : CRPF d'Aquitaine, Éléments de réflexion pour aborder la reconstitution forestière du Massif des Landes de Gascogne. Juin 2009

L'évolution du bûcheronnage mécanisé en France

Les premières machines de bûcheronnage sont apparues en France entre 1975 et 1978. On dispose donc maintenant d'un recul d'environ 25 ans sur le bûcheronnage mécanisé.

Récemment, avec l'aide de la DGFAR et des industriels de la pâte à papier, l'AFOCEL a mené deux études destinées à mesurer l'impact des tempêtes de 1999 sur le parc des engins forestiers et à tracer les perspectives du bûcheronnage mécanisé à l'horizon 2010.

Ces travaux ont nécessité, entre autres, des investigations sur l'évolution du parc des machines de bûcheronnage. L'objet de la présente fiche est d'en exposer les principaux enseignements : fluctuations des ventes annuelles de machines, panorama du parc actuel, principales évolutions des caractéristiques techniques des matériels, productivité des machines au fil des ans.

Une seconde publication sera consacrée aux enjeux et perspectives du bûcheronnage mécanisé à l'horizon 2010 : potentiel de bois résineux et feuillus mécanisable en fonction des récentes études de ressource, parc de matériels nécessaires pour atteindre les taux de mécanisation envisagés, mesures à prendre pour favoriser le développement de la mécanisation.

d'autres centres de recherche forestière à l'étranger, analysent les opérations forestières en appliquant des techniques d'organisation scientifique du travail. Leurs chronométrages, réalisés sur les bûcherons opérant en premières éclaircies, montrent que ces ouvriers consacrent environ 70 % de leur temps de travail à ébrancher les arbres, les tronçonner et empiler les billons.

Alors que l'abattage d'un jeune résineux est rapide, ces opérations de façonnage s'avèrent longues et fastidieuses en raison du nombre important de branches à couper. Elles sont physiquement pénibles car il faut rassembler et empiler de nombreux billons. Il apparaît donc logique de chercher à mécaniser d'abord le façonnage de ces résineux et de commencer par les plus petits.



L'ébrancheuse tronçonneuse Sifer 103 apparue à la fin des années 1970 : un premier pas vers la mécanisation car la machine opérait sur des arbres préalablement abattus par un bûcheron.

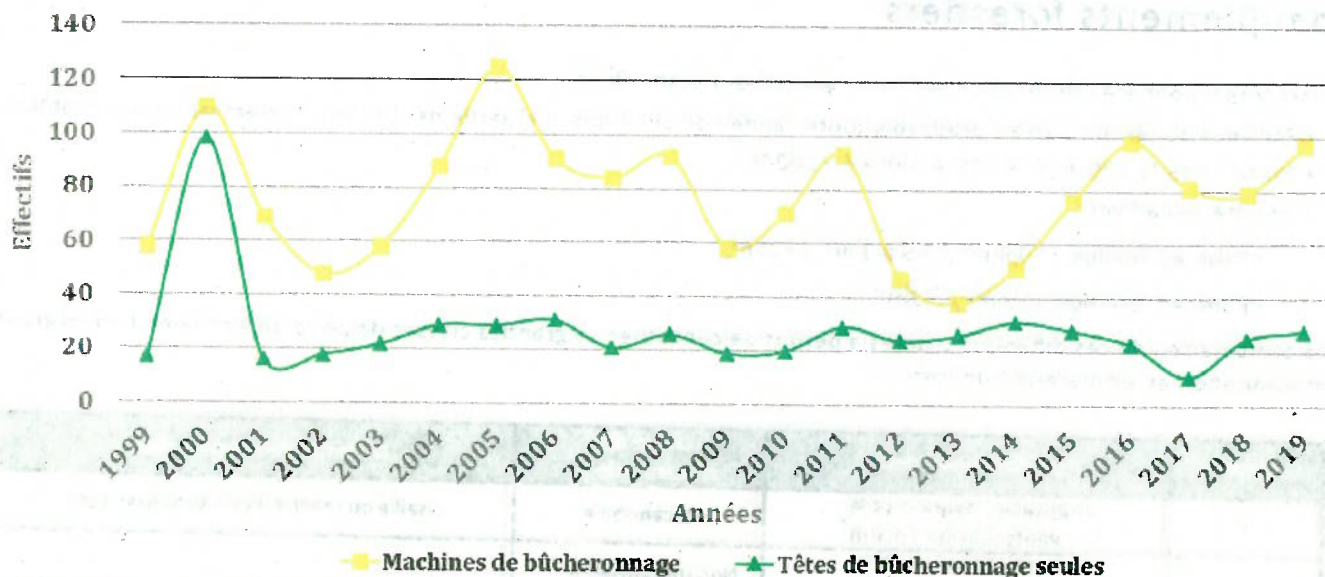


Mais pourquoi avoir mécanisé le bûcheronnage des résineux ?

Dès les années 1970, l'ARMEF et le CTBA en France, ainsi que

Source : AFOCEL, Fiche n°700

Evolution des ventes de machines de bûcheronnage 1999 à 2019



Machines de bûcheronnage

97 machines de bûcheronnage ont été vendues en 2019. Cela représente une **augmentation** des ventes de 23% par rapport à l'année précédente. Il s'agit du 2^{ème} volume de vente le plus important de la décennie écoulée tout juste derrière 2016 (98 engins).

En augmentation constante depuis 2015, la proportion de machines à 8 roues, atteint **60% des ventes** (la moyenne des 5 années précédentes s'établissant à 46%). Parallèlement, la proportion de machines à 6 roues vendues poursuit sa décroissance depuis 2015, pour tomber à 34% en 2019 (la moyenne des 5 années précédentes étant de 48%).

Une seule machine à 4 roues et 5 machines à chenilles ont été vendues en 2019.

La répartition par catégories de machines est :

- ✓ 59% de machine (57) **grande capacité** (211 à 280 CV et 600 à 750 mm de coupe)
- ✓ 39% de machines (38) à **très grande capacité** (281 à 350 CV et 751 à 950 mm de coupe)
- ✓ 2% de machines de **moindre capacité** (160 à 210 CV et 501 à 599 mm de coupe)

Pour la deuxième année consécutive, ce sont les machines considérées comme optimales en coupe rase (grande et très grande capacité) qui représentent la quasi-totalité des ventes (98%).

Les machines à très grande capacité prennent encore de l'importance (+8 engins par rapport à 2018), alors qu'elles ne représentaient que 14% des ventes en moyenne au cours des 5 années précédentes.

Aucune machine de petite capacité (100 à 159 CV et 400 à 500 mm de coupe) ou possédant un treuil d'assistance synchronisé n'a été vendue.

Têtes de bûcheronnage seules

28 têtes de bûcheronnage ont été vendues et livrées en 2019. Cela représente **+12% de ventes** par rapport à 2018. Ceci correspond à un bon niveau de ventes par rapport à la moyenne des 5 dernières années, qui s'est établit à 24 unités.

64% des têtes vendues sont de **grande capacité de coupe** (600 à 750 mm), 14% sont de **moindre capacité de coupe** (501 à 600 mm) et 11% sont de **petite capacité de coupe** (400 à 500 mm). 2 têtes de très grande capacité de coupe (751 à 950 mm) et 1 très petite tête (< 400 mm de capacité de coupe) ont également été vendues.

En 2019, la majorité des têtes de bûcheronnage vendues seules (57%) étaient destinées à remplacer des têtes usées sur des engins déjà en activité, que ce soit des machines de bûcheronnage ou des pelles hydrauliques équipées pour le travail en forêt de plus de 18 tonnes.

43% des ventes constituaient l'acquisition de matériels pour équiper des machines neuves achetées séparément, notamment des pelles hydrauliques équipées forêt.

Les ventes de machines de bûcheronnages (97 engins) ont été importantes en 2019, atteignant l'un de ses niveaux record. Ce sont toujours les machines à grande et très grande capacité à 8 roues qui sont les plus demandées.

Avec 82 matériels vendus, la région Nouvelle-Aquitaine est leader sur le nombre de ventes en 2019. Cela était également vrai en 2015, 2016 et 2017.

Source : FCBA, Les ventes d'engins forestiers en France : Principaux résultats

Document n°18 : Mécanisation des différents types de peuplements

Définition des critères de mécanisation et de semi-mécanisation des peuplements forestiers

Trois critères ont été utilisés pour définir les parcelles mécanisables :

- Portance du terrain (terrain praticable toute l'année ou au moins une partie de l'année / terrain jamais praticable),
- Pente : < 35 % / 35 à 65 % / 65 à 100 % / > 100 %,
- Volume des arbres :
 - Pour les feuillus : < 0,5 m³ / 0,5 à 2 m³ / > 2 m³,
 - Pour les résineux : < 2 m³ / > 2 m³.

La combinaison de ces différents critères a permis de constituer 13 grandes classes de peuplement selon leur degré de mécanisation et les matériels utilisés.

Catégorie	Type de peuplement	Degré de mécanisation	Matériel de mécanisation
1	Praticable / Pente < 35 % Petits feuillus < 0,5 m ³	Mécanisable	Cisaille ou machine de bûcheronnage
2	Praticable / Pente < 35 % Feuillus 0,5 à 2 m ³	Non mécanisable *	
3	Praticable / Pente < 35 % Feuillus > 2 m ³	Semi mécanisable	Grappin tronçonneur pour les houppiers
4	Praticable / Pente < 35 % Résineux < 2m ³	Mécanisable	Machine de bûcheronnage
5	Praticable / Pente < 35 % Résineux > 2m ³	Non mécanisable	Débusqueur
6	Praticable / Pente 35 % à 65 % Résineux < 2m ³	Mécanisable	Pelle araignée ou Machine de bûcheronnage avec treuil synchro
7	Praticable / Pente 35 % à 65 % Tous Feuillus et Résineux > 2m ³	Non mécanisable	
8	Praticable / Pente 65 % à 100 % Résineux < 2m ³	Semi mécanisable	Câble-mât avec reprise bord de route ou bûcheron + débusqueur
9	Praticable / Pente 65 % à 100 % Tous Feuillus et Résineux > 2m ³	Non mécanisable	
10	Non Praticable / Pente < 100 % Résineux < 2m ³	Semi mécanisable	Câble-mât avec reprise bord de route ou bûcheron + débusqueur
11	Non Praticable / Pente < 100 % Autres arbres	Non mécanisable	
12	Toutes pentes plantations de peuplier	Mécanisable	Machine de bûcheronnage
13	Pente > 100% tous arbres	Non exploitable	

Tableau 2 : Types de peuplement suivant leur degré de mécanisation et les matériels utilisés.

Attention, les critères utilisés et les classes en découlant sont établis pour le bûcheronnage et l'abattage mécanisés. Ils ne prennent pas en compte des contraintes spécifiques liées à la vidange des bois (distance de débardage).

(*) Cette catégorie 2 pourrait être considérée comme semi-mécanisable (abattage et démembrement des houppiers par un bûcheron puis reprise par une machine de bûcheronnage). Mais ce système et les machines actuelles sont en limite de capacité dans ce type de peuplement et donc avec des coûts de mobilisation élevés s'il fallait mécaniser les opérations.

Source : FCBA, Enjeux et perspectives de la mécanisation en exploitation forestière à l'horizon 2020

Les salariés

Les effectifs ci-dessous, fournis par la Caisse Centrale de Mutualité Sociale Agricole, ne portent que sur les salariés des entreprises d'exploitation forestière, tous personnels techniques réunis (code 330 regroupant les bûcherons, débardeurs, conducteurs et quelques autres salariés). Ils sont exprimés soit en équivalent temps plein (ETP), soit en salariés réels, nommément déclarés.

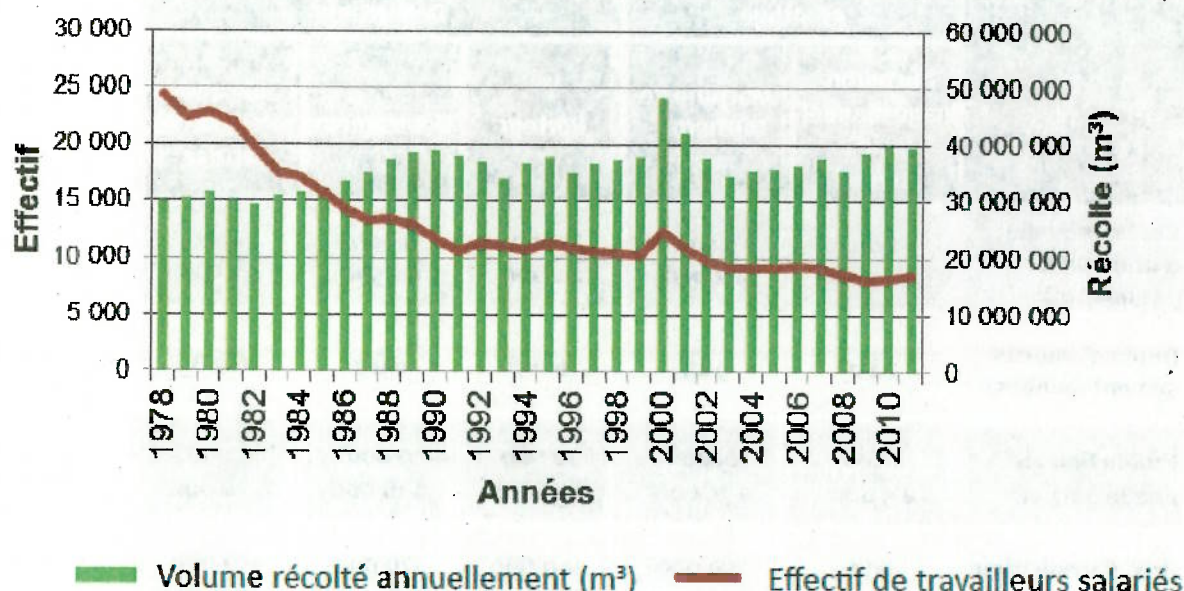


Figure 3 : Effectifs de travailleurs salariés et évolution de la récolte annuelle.

Le nombre de salariés poursuit sa décroissance. La monotonie du travail dans les petits résineux, la pénibilité des travaux de manutention des bois, les risques encourus expliquent le manque d'attrait pour le métier et le turn-over élevé. Cette décroissance ralentit cependant légèrement et s'établit aux alentours de 100 salariés en moins par an.

Depuis 2004, le nombre de conducteurs pour les machines de bûcheronnage et les porteurs suit l'augmentation du nombre de machines : plus 250 en 10 ans, soit 25 nouveaux par an, sans compter le renouvellement des conducteurs quittant le métier. A contrario, le nombre de conducteurs de débusqueurs est en baisse : moins 300 ETP en 10 ans.

Parallèlement, la diminution du nombre de bûcherons s'accélère avec plus de 400 bûcherons qui disparaissent annuellement, malgré le recours à la main d'œuvre étrangère (intégrée dans l'estimation d'effectif de bûcherons). C'est donc 1 million de m³ qu'il faut mécaniser en plus chaque année, soit l'équivalent de la production de 45 à 100 machines (suivant le type de machine, les opérations réalisées et les peuplements dans lesquels elles travaillent).



Photo 9 : La mécanisation offre des conditions de travail beaucoup plus sécurisantes qu'en bûcheronnage manuel qui présente un taux d'accident parmi les plus élevés tous secteurs d'activités confondus.

Source : FCBA, Enjeux et perspectives de la mécanisation en exploitation forestière à l'horizon 2020

Memento FCBA 2020

Exploitation forestière

Productivité et coût technique des machines forestières

	Abattage		Débardage		
	Bûcheron- nage manuel (scie à chaîne)	Machine de bûcheron- nage	Porteur	Débusqueur	Câble aérien + engin de reprise
Durée annuelle d'utilisation (heures/an)	800 à 1 400	1 400 à 2 000	1 200 à 2 000	1 000 à 1 500	600 à 1 000
Durée d'amortis- sement (années)	1 à 2	5 à 7	6 à 7	6 à 7	6 à 8
Production an- nuelle (m³/an)	1 500 à 5 000	15 000 à 35 000	10 000 à 25 000	9 000 à 16 000	5 000 à 10 000
Prix d'acquisition (€/a)	900 à 1 300	350 000 à 450 000	240 000 à 320 000	170 000 à 280 000	350 000 à 550 000
Coût technique horaire (€/heure)	35 à 50	100 à 130	60 à 110	50 à 95	150 à 230
Coût technique journalier (€/hejour)	220 à 300	900 à 1 300	600 à 1 000	500 à 650	1 400 à 2 000
Coût technique d'exploitation (€/m³)	7 à 15	7 à 16	5 à 10	7 à 13	20 à 35

Source : FCBA - 2020

Ces coûts techniques des machines forestières sont valables en simple poste. Ils intègrent les charges fixes (acquisition, assurance...), les charges variables (consommables, entretien, transfert...), et les frais de personnels. Ils ne tiennent pas compte des autres frais liés à l'entreprise : frais de structure (local, secrétariat,...) et marge commerciale qui représentent entre 10 à 15 % du coût technique.

Les principaux facteurs de variation sont les conditions de chantiers, les productions annuelles, les durées d'amortissements et les frais de personnels.

Calculez votre propre coût sur le site www.outils-appro-fcba.fr

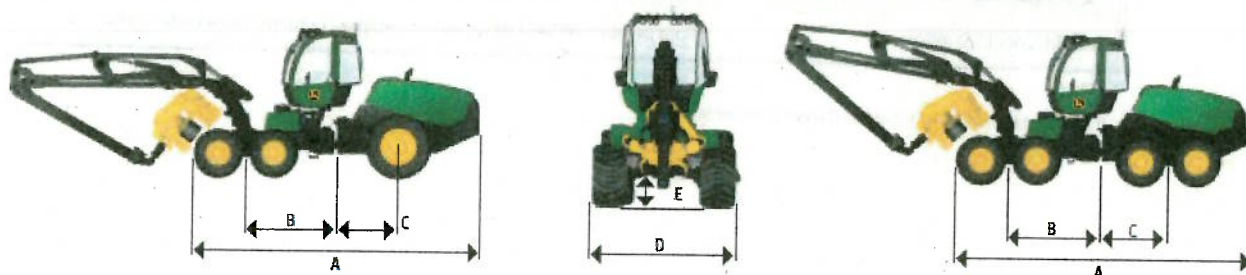
Source : Memento FCBA 2020

Document n°21 : Caractéristiques des abatteuses John Deere 1070G et 1170G

	1070G 4R / 6R	1170G 6R	1170G 8R
MOTEUR	Conforme aux normes Phase IV / Final Tier 4, John Deere 6068, 6 cylindres, cylindrée 6,8 litres		
Puissance	135,5	155	155
Couple	850 kNm	978 kNm	978 kNm
Réservoir de carburant	300 L	300 L	300 L
Réservoir de DEF (volume utilisable)	13 L	13 L	13 L
FORCE DE TRACTION	130 kNm	150 kNm	160 kNm
PNEUS			
Pont avant	34" ou 26,5" / 22,5"	24,5" ou 26,5"	24,5"
Pont arrière	34" / 26,5"	34"	24,5"
DIRECTION	Direction proportionnelle à châssis articulé avec joystick électrique		
Angle de braquage	44°	44°	44°
SYSTÈME HYDRAULIQUE	Détection de charge	Détection de charge	Détection de charge
Capacité de la pompe	160 cm³	190 cm³	190 cm³
Pression de service	24 / 28 Mpa	24 / 28 Mpa	24 / 28 Mpa
Réservoir hydraulique	160 L	160 L	160 L
CIRCUIT ÉLECTRIQUE			
Tension	24 V	24 V	24 V
Batteries	2 x 145 Ah	2 x 145 Ah	2 x 145 Ah
Alternateur	150 A	150 A	150 A
Lampes	60 lux	60 lux	60 lux
GRUES			
Grue	180S	CH6	CH6
Couple de levage brut	143 kNm	165 kNm	165 kNm
Couple de rotation	38 kNm	45 kNm	45 kNm
Angle de rotation	220°	220°	220°
Portée maximale	8,6 / 10 / 10,8 m	10 / 11,3 m	10 / 11,3 m
Angle d'inclinaison avant/arrière	28 / 14°	28 / 14°	28 / 14°
TÊTE D'ABATTAGE	H412, H413 ou H414	H412, H413 ou H414	H412, H413 ou H414
DIMENSIONS			
Longueur [A]	6500 / 6990 mm	7240 mm	7450 mm
Pont avant — articulation centrale [B]	1850 mm	2020 mm	2020 mm
Pont arrière — articulation centrale [C]	1850 mm	1850 mm	1950 mm
Empattement [B+C]	3700 mm	3870 mm	3970 mm
Largeur — pneus série 600 [D]	min 2600 / 2663 mm	min 2650 mm	- mm
Largeur — pneus série 650 [D]	min 2710 mm	min 2720 mm	min 2720 mm
Largeur — pneus série 710 [D]	min 2790 / 2823 mm	min 2840 mm	min 2840 mm
Rayon de braquage externe — pneus 710	5815 / 6017 mm	6338 mm	6496 mm
Rayon de braquage interne — pneus 710	3080 / 3247 mm	3285 mm	3467 mm
Hauteur de transport	3602–3709 mm	3733 mm	3718 mm
Longueur de transport	11443 mm	11868 mm	12174 mm
Garde au sol, articulation centrale [E]	535 / 555 mm	600 mm	580 mm
Poids minimal de la machine (avec tête d'abattage, modèle)	15200 / 16000 kg (H412)	17800 kg (H413)	19500 kg (H413)

1170G 6R

1170G 8R



Document n°22 : Caractéristiques techniques des têtes d'abattage John Deere

	H412	H754	H413
DIMENSIONS [mm]			
Largeur, tête ouverte	1320	1360	1450
Largeur, tête fermée	1070	1200	1140
Hauteur, sans rotateur ni chape	1155	1130	1330
POIDS [kg]			
Sans rotateur ni chape, à partir de	735	890	940
ABATTAGE/COUPE			
Unité de sciage SuperCut 100, tension automatique de chaîne	Standard	Standard	Standard
Diamètre de coupe maximum [mm]	470	620	580
Longueur du guide-chaîne [mm]	540	640/750	640/750
Type de chaîne	.404	.404	.404
Vitesse de la chaîne [m/s]	40	40	40
ENTRAÎNEMENT, À QUATRE ROULEAUX avec rouleaux d'entraînement en acier			
Force d'entraînement brute [kN]	Moteurs 450/200 cm³ : 17	Moteurs 400/250 cm³ : 18 Moteurs 500/315 cm³ : 22	Moteurs 400/250 cm³ : 19 Moteurs 500/315 cm³ : 23
Vitesse d'entraînement maximum [m/s]	4,9-5,8	4,5-7,0	4,8-5,6
Ouverture maximum des rouleaux [mm]	530	560	560
ÉBRANCHAGE [mm]			
Couteaux d'ébranchage	3 mobiles et 2 fixes	4 mobiles et 1 fixe	4 mobiles et 2 fixe
Diamètre d'ébranchage bout à bout	400	400	420
Ouverture maximum des couteaux supérieurs	550	560	560
Ouverture maximum des couteaux inférieurs	600	560	570
SYSTÈME HYDRAULIQUE			
Pression de service maximum [MPa]	28	28	28
Capacité de la pompe recommandée [l/min]	200-260	200-280	240-280
SYSTÈME DE COMMANDE ET DE MESURE	Pour toute adaptation, contactez votre distributeur John Deere local.		
ÉQUIPEMENTS EN OPTION			
Marquage couleur	Oui	Oui	Oui
Traitement de souche	Oui	Oui	Oui
Accumulation multitiges (MTH, Multi Tree Handling)	Oui	Oui	Oui
Rouleaux d'entraînement Mense	Non	Oui	Oui
Rouleaux d'entraînement Moipu	Non	Oui	Oui
Rouleaux d'entraînement à picots en acier	Oui	Oui	Oui
Rouleaux d'entraînement en acier à profil en V	Oui	Oui	Oui
Rouleaux d'entraînement à barrettes en acier	Non	Non	Oui
Kits de chaînes et de guide-chaîne	Oui	Oui	Oui
Kit de flexible hydraulique	Oui	Oui	Oui
Scie supérieure	Non	Non	Non
AUTRES ACCESSOIRES	Pour de plus amples informations, veuillez contacter votre distributeur.		

Source : John Deere, Brochure têtes d'abattage série H400

Document n°23 : Caractéristiques techniques de l'abatteuse Sampo HR46X

Poids et dimensions	Poids en cours de service	8.000 – 9.500 kg
	Longueur	4.950 mm
	Largeur	2.100 – 2.400 mm
	Empattement	2.735 mm
	Garde au sol	670 mm
	Hauteur	3.200 mm
Moteur	Agco Power	49 CTA, max. 124 kW @ 2.100 tr/min
	Réservoir de carburant	180 l
Transmission	Type	Hydrostatique
	Rayon de braquage	4.020 mm
	Angle de braquage des roues	50 °
	Vitesse	0 – 13 km/h
	Force de traction	90 kNm
Roues	Avant et arrière	500/70 – 28, 540/65 – 28, 650/60 – 26,5
Hydraulique	Pompe	Rexroth A10V0 140 cc/ 294 l/min/2.100 tr/min
	Réservoir d'huile hydraulique	130 l
	Pression de service	230 bar
Dispositifs électriques	Accumulateurs	24 V, 2 x 145 Ah
	Alternateur	100 A
Grue	Portée	7,1 m
	Couple de levage, brut	55 kNm
	Couple de rotation	17 kNm
Tête		Keto 51 Eco Supreme
		Kesla 18RH-II
Diamètre max. débranchage		n. 320 mm
Dispositif de mesure		Technion
		Motomit
Freins	Type	Freins à disques
Cabine		Cabine de sécurité silencieuse
	Normes	(FOPS, ROPS, OPS)
	Fenêtres	En polycarbonate de 12 mm

Source : Sampo Brochure abatteuse HR46X et tête Kesla 18RH

D'autres têtes d'abattage Kesla sont disponibles figurent dans le document Document n°24 : Caractéristiques techniques des têtes d'abattage Kesla

Document n°24 : Caractéristiques techniques des têtes d'abattage Kesla

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	18RH
Largeur tête ouverte:	1 130 mm
Largeur tête fermée:	870 mm
Longueur:	1 140 mm
Hauteur (sans rotateur):	1 100 mm
Poids (sans rotateur):	450 kg
Scie	
Diamètre de coupe maximum:	450 mm
Longueur du guide:	18 "
Cylindrée du moteur:	19 cc
Entrainement:	2 rouleaux
Ouverture maximum entre rouleaux:	400 mm
Force d'entraînement:	19 kN
Vitesse d'entraînement maximum:	5 m/s
Ebranchage	
Nombre de coupeaux:	2 mobiles, 1 fixe
Diamètre d'ébranchage (pointes des coupeaux face à face):	330 mm
Ouverture maximum des coupeaux avant:	480 mm
Ouverture maximum des coupeaux arrière:	-
Système hydraulique	
Pression:	210-240 bar
Débit requis:	170-200 l/min
Puissance requise:	60-80 kW
Grue(s) recommandée(s):	Grue à parallélogramme K



Modèle 18RH

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	20RH
Largeur tête ouverte:	1 150 mm
Largeur tête fermée:	900 mm
Longueur:	1 275 mm
Hauteur (sans rotateur):	1 220 mm
Poids (sans rotateur):	570 kg
Scie	
Diamètre de coupe maximum:	450 (520) mm
Longueur du guide:	18 (20) "
Cylindrée du moteur:	19 cm³
Entrainement:	2 rouleaux synchr.
Ouverture maximum entre rouleaux:	450 mm
Force d'entraînement:	19 kN
Vitesse d'entraînement maximum:	5 m/s
Ebranchage	
Nombre de coupeaux:	4 mobiles, 1 fixe
Diamètre d'ébranchage (pointes des coupeaux face à face):	330 mm
Ouverture maximum des coupeaux avant:	480 mm
Ouverture maximum des coupeaux arrière:	520 mm
Système hydraulique	
Pression:	210-240 bar
Débit requis:	170-200 l/min
Puissance requise:	60-80 kW
Grue(s) recommandée(s):	Grue à parallélogramme K



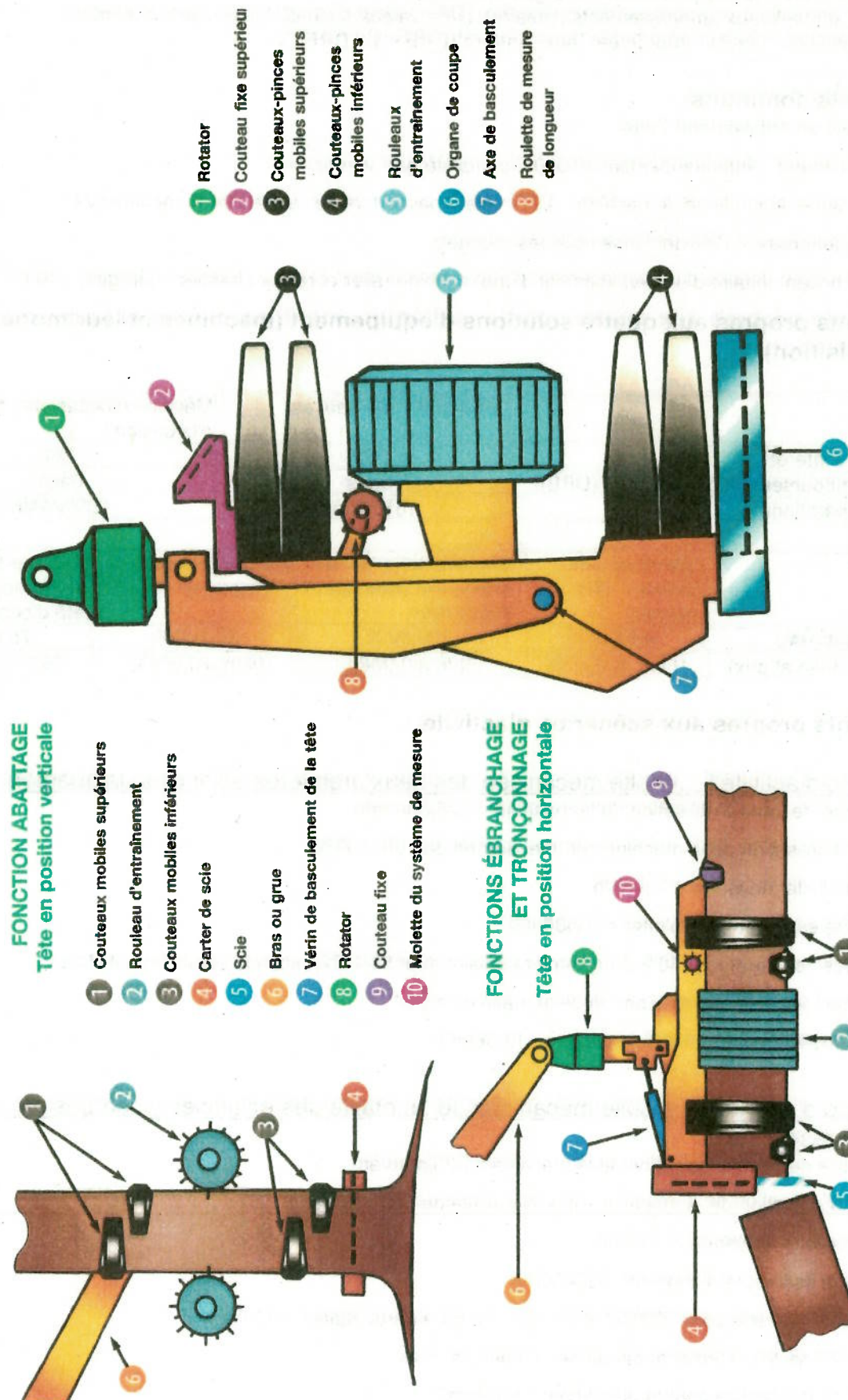
Modèle 20RH

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	25RH
Largeur tête ouverte:	1 350 mm
Largeur tête fermée:	980 mm
Longueur:	1 400 mm
Hauteur (sans rotateur):	1 390 mm
Poids (sans rotateur):	790 kg
Scie	
Diamètre de coupe maximum:	670 mm
Longueur du guide:	25 "
Cylindrée du moteur:	19 cm³
Entrainement:	2 rouleaux synchr.
Ouverture maximum entre rouleaux:	580 mm
Force d'entraînement:	24 kN
Vitesse d'entraînement maximum:	5 m/s
Ebranchage	
Nombre de coupeaux:	4 mobiles, 1 fixe
Diamètre d'ébranchage (pointes des coupeaux face à face):	390 mm
Ouverture maximum des coupeaux avant:	600 mm
Ouverture maximum des coupeaux arrière:	680 mm
Système hydraulique	
Pression:	210-240 bar
Débit requis:	200-250 l/min
Puissance requise:	75-100 kW
Grue(s) recommandée(s):	Grue à parallélogramme K



Modèle 25RH

Source : Kesla, Brochure tête d'abattage à rouleaux



Source : AFOCEL, Matériels d'exploitation forestière

Document n°26 : Données économiques

Formulaire :

Résultat annuel = produits annuels - charges annuelles

Dotation annuelle aux amortissements (linéaire): $DA = \text{valeur d'achat} / \text{durée d'amortissement}$

Frais financiers = $\text{Valeur empruntée} \times \text{Taux d'intérêt} \times (DRE+1) / (DRE \times 2)$

Éléments communs :

- Durée d'amortissement 7 ans.
- Financement : Autofinancement 40 000 € complété par un emprunt.
- Assurance annuelle de la machine : 0.5% Valeur payée lors de l'achat de la machine (VA).
- Frais généraux = 12% de l'ensemble des charges.
- Coût moyen unitaire d'un déplacement d'une machine (aller et retour chantier –garage) : 200 €.

Éléments propres aux quatre solutions d'équipement (machines et leur mode d'acquisition) :

	Machine + tête neuves	Machine d'occasion + tête d'occasion
Taux annuel d'intérêt	1,5%	2%
Durée de remboursement de l'emprunt (DRE)	6ans	6ans
Entretien/Réparations	10%VA/an	20%VA/an

	Machine John Deere + tête neuves	Machine John Deere d'occasion avec tête d'occasion	Machine Sampo + tête neuves	Machine Sampo d'occasion avec tête d'occasion
Valeur d'achat (VA)	400 000€	200 000€	300 000€	175 000€
Carburant (conso et prix)	15L/h à 0,90€/L	15L/h à 0,90€/L	10L/h à 0,90€/L	10L/h à 0,90€/L

Éléments propres aux scénarios d'activité :

Scénario d'activité 1 : récolte mécanisée des deux premières éclaircies uniquement

- Nombre de jours d'utilisation de la machine = 225jours/an
- Taux d'utilisation de la machine sur une journée de 10h = 80%.
- Productivité moyenne = 7,5m³/h
- Volume escompté à exploiter = 13500m³
- Surface couverte pour 50% E1 (première éclaircie) et 50% E2(seconde éclaircie) = 415ha
- Nombre de déplacements par an de la machine = 50
- Prix moyen facturé pour la prestation = 12,5€/m³

Scénario d'activité 2 : récolte mécanisée de la totalité des éclaircies y compris de certaines coupes rases

- Nombre de jours d'utilisation de la machine = 225jours/an
- Taux d'utilisation de la machine sur une journée de 10h = 80%
- Productivité moyenne = 13m³/h
- Volume escompté à exploiter = 23400m³
- Surface couverte pour 10%CR et E1, E2, E3, E4 à parts égales = 270ha
- Nombre de déplacements par an de la machine = 30
- Prix moyen facturé pour la prestation = 8,50€/m³

Document n°27 : Influence des matériels et de leurs paramétrages sur les mesures

L'entretien quotidien de la tête de bûcheronnage est l'opportunité de bien surveiller que les organes de mesure sont fonctionnels. La maintenance et l'ajustement réfléchi du système de mesure contribuent à ce que les données de production soient justes et utiles.

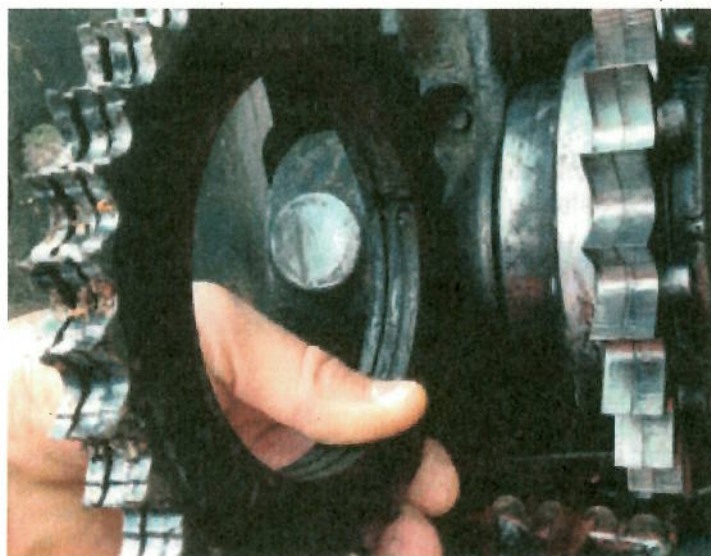
Je vérifie la roulette

La roulette doit être au contact de la tige pour suivre la longueur de bille qui défile dans la tête de bûcheronnage depuis le dernier trait de scie. Elle est pressée contre le bois de façon mécanique par un ressort ou de façon hydraulique par un vérin. Cette seconde option permet de piloter au besoin le réglage de la pression de la roulette contre les billes.

Le capteur encodeur, positionné dans la roulette en son centre, compte les rotations de la roulette, les traduit en longueur et envoie les données à l'ordinateur de bord de la machine de bûcheronnage.

Chacun de ces éléments a besoin de jouer correctement son rôle pour que des données fiables atteignent l'ordinateur de bord.

Pour trouver la roulette la plus adaptée, il est utile de trouver un interlocuteur qui pourra conseiller les bonnes dimensions (largeur et diamètre de la roulette), le nombre et la taille des picots, l'intérêt d'un modèle avec liseret entre les dents...



*«Je me souviens d'être venu changer la roulette de mesure des longueurs d'une tête récemment remplacée. Depuis sa mise en service, le chauffeur, expérimenté et réalisant des étalonnages réguliers, n'arrivait pas à stabiliser la précision des longueurs avec des sur ou sous estimations. Or c'est une roulette avec des petites dents, comme utilisée en Suède et Finlande, qui était montée et non une roulette avec des dents plus prononcées comme nous avons l'habitude d'utiliser. Dans la foulée du changement de roulette, nous avons étalonné la tête à deux avec mon collègue.»
(Mécanicien, Corrèze)*



Ci-dessus sur un chantier de printemps en période de montée de sève : l'opérateur retire de l'écorce accumulée dans la loge de la roulette.

L'entretien quotidien de la tête de bûcheronnage est l'occasion de surveiller que tout le matériel fonctionne bien.

Document n°27 : Influence des matériels et de leurs paramétrages sur les mesures (suite)

A l'usage, le fonctionnement de la roulette est très directement influencé par :

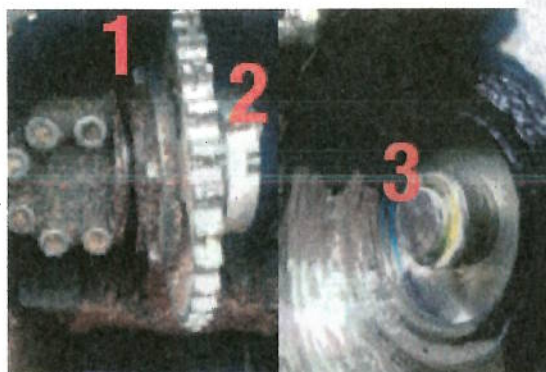
- **L'usure.** Elle fait diminuer le diamètre effectif de la roulette. Or l'ordinateur tient encore compte du diamètre initial de la roulette et calcule une longueur plus longue que celle réellement parcourue par la roulette usée. Ce biais doit être corrigé par un étalonnage. A l'usage, les dents peuvent aussi perdre en agressivité. Or si la roulette patine sur l'écorce, les longueurs ne peuvent pas être justes car le capteur reçoit une information non représentative de la réalité.
- **L'écorce et la sève.** Leur accumulation peut bloquer la rotation de la roulette ou augmenter son diamètre et ainsi fausser les longueurs mesurées.
- **La qualité du façonnage.** Quand la roulette de mesure passe sur un obstacle (chicot de branche, excroissance d'écorce...) elle parcourt une distance supérieure à la longueur réelle du billon (longueur en ligne droite mesurée parallèlement à cet obstacle). Un couteau d'ébranchage mal affûté contribue à une irrégularité de surface et donc à une augmentation de la distance parcourue par la roulette.



*« Nous avons constaté un effet de ripage récurrent de la roulette sur le tronc avec le modèle à grandes dents peu nombreuses (10). L'utilisation de roulettes avec des dents plus petites et plus nombreuses (30) a eu pour effet d'éliminer cet effet préjudiciable aux mesures. Il faut cependant éviter les allers-retours trop nombreux dans la tête. »
(Entrepreneurs de travaux forestiers et conducteurs de machines de bûcheronnage, Tam)*

Du fait de cette mise à l'épreuve quotidienne de la roulette, il est important d'en vérifier le bon fonctionnement, de contrôler quotidiennement les mesures et d'étalonner quand c'est nécessaire.

- **Vérifier que la roulette de mesure tourne, n'est pas trop usée, n'a pas trop de jeu, est bien fixée, n'est pas trop sale** (accumulation d'écorce par exemple) et n'a pas de défauts mécaniques.
- **Vérifier que le vérin ou le ressort de la roulette de mesure n'a pas de jeu, est bien fixé et fonctionne correctement.**
- **Vérifier que tout matériel de la tête directement lié à un matériel de mesure n'est pas défilant, n'a pas trop de jeu et est bien fixé.**



« J'ai vécu plusieurs semaines d'hésitation face à des longueurs qui faisaient le yoyo. A l'occasion de l'ouverture du capot (le graissage quotidien de la tête ne nécessite pas d'ouvrir le capot sur ce modèle) j'ai pu constater un écartement anormal de la roulette sur son support (1).

Surpris par cette anomalie, j'ai démonté le boîtier de la roulette (2).

Un échange de photos avec mon référent constructeur a permis de mettre le doigt sur une rayure anormale (3).

*Remplacer le boîtier a permis de résoudre le problème. »
(Conducteur de machine de bûcheronnage, Morbihan)*

Je vérifie les capteurs de diamètre

Les capteurs de diamètres sont reliés aux pièces de la tête de bûcheronnage dont l'écartement s'ajuste à la taille du bois façonné.

Selon les marques, ils sont situés soit à la base des couteaux d'ébranchage (supérieurs ou inférieurs), soit à la base des rouleaux emmeneurs.

Certaines têtes sont équipées d'une chaîne montée sur un petit pignon qui est actionné par un ressort. Ce ressort est tendu ou détendu lors de l'ouverture ou la fermeture des couteaux ou des rouleaux, faisant ainsi tourner le pignon dont la course indique le diamètre correspondant au capteur auquel il est relié.

À l'usage, le fonctionnement de ces équipements est directement influencé par :

- **L'usure des couteaux.** Un ébranchage partiel induit un écartement supérieur des pièces qui enserrant le bois et donc une mesure biaisée. Avec le temps et les frottements contre le bois, les couteaux s'amincissent ce qui introduit un biais dans la mesure du diamètre.
- **Des chocs éprouvants.** Au cours de l'ébranchage ou lorsque l'arbre tombe après abattage, ces chocs peuvent introduire des jeux ou des soucis de fixation du matériel.
- **Les mouvements excessifs de la tête.** Ces derniers peuvent induire des incohérences ponctuelles dans les mesures de diamètre :
 - Des allers-retours multiples lors de l'ébranchage ;
 - L'ouverture des couteaux pour faciliter le passage de la bûche dans la tête.

Du fait de cette mise à l'épreuve quotidienne de la tête, il est important de réaliser la maintenance préventive de l'instrumentation de mesure des diamètres :

- Ouvrir et fermer les couteaux ou rouleaux et s'assurer que les capteurs de diamètre répondent.
- Vérifier que le réglage de base des capteurs de diamètre est correct (un test avec les valeurs de base tête fermée et tête ouverte peut être réalisé sur l'ordinateur de bord de la machine). Si le réglage n'est pas correct, les capteurs peuvent être réglés manuellement.
- Vérifier que les capteurs sont correctement positionnés et serrés dans leur logement.
- Vérifier la tension du ressort et de la chaîne du capteur de diamètre lorsque la tête est ouverte (certains modèles uniquement, notamment chez Ponssé).
- Vérifier que les pièces mobiles ne se coincent pas, ne glissent pas.



« Il m'est arrivé que l'un des 2 capteurs installés sur les couteaux supérieurs grille. Les diamètres énoncés par l'ordinateur de bord sont devenus incohérents. Je m'en suis aperçu immédiatement et je suis rentré dans le système pour forcer l'arrêt du capteur défectueux. La production a continué avec le capteur encore en fonction le temps que notre mécanicien vienne vite remplacer la pièce. »

(Conducteur de machine de bûcheronnage, Nièvre)

Je vérifie le matériel de la tête pouvant influencer les mesures

- Vérifier que les vérins des rouleaux et des couteaux n'ont pas de jeu, sont bien fixés et fonctionnent correctement.
- Vérifier que les couteaux sont bien aiguisés, ne sont pas trop usés, sont bien fixés et n'ont pas de défauts mécaniques.
- Vérifier que les rouleaux ne sont pas trop usés et n'ont pas de défauts mécaniques.

En cas de problème, réagir avec des mesures correctives !

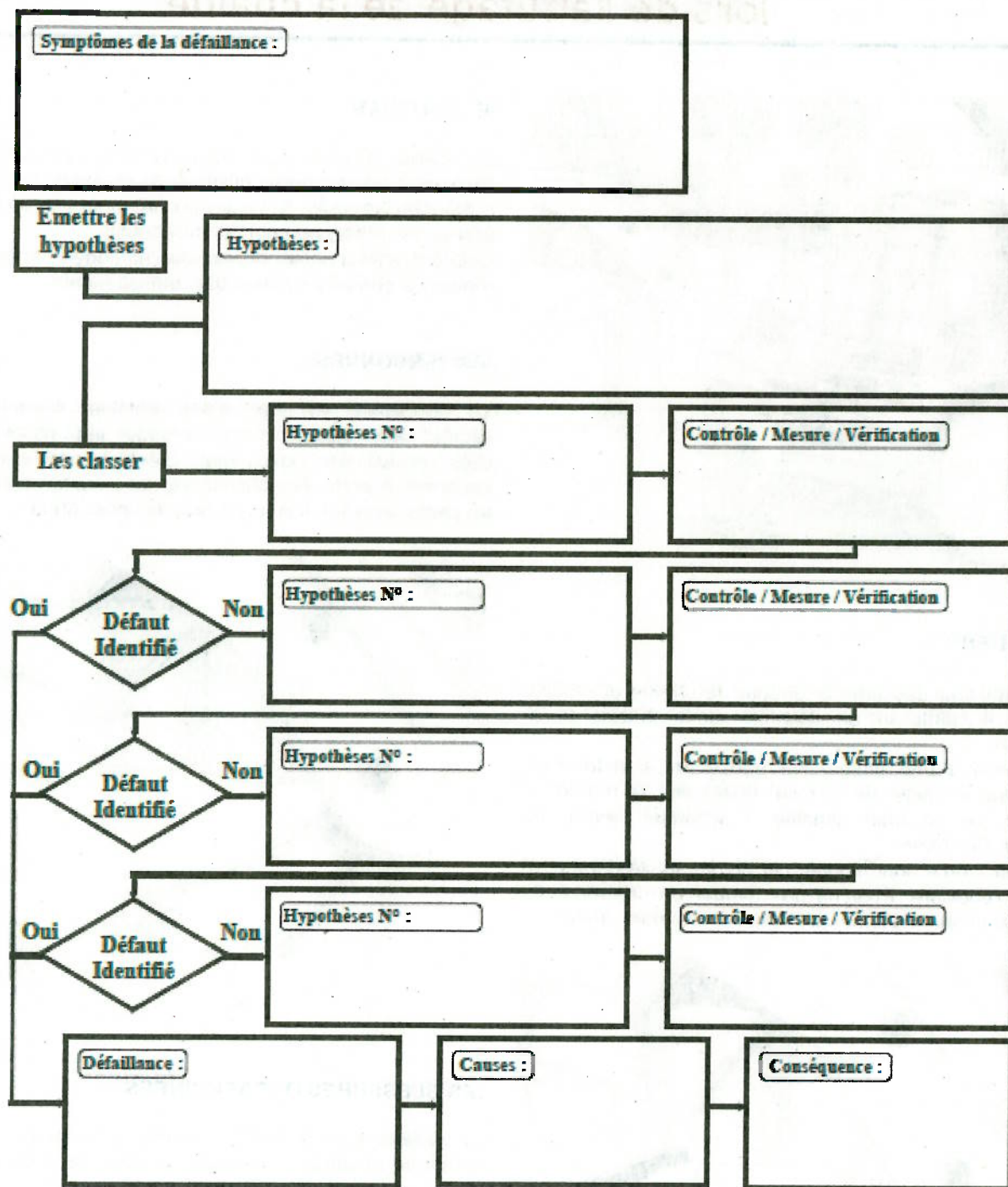
Je paramètre les pressions et les vitesses

- Régler la pression des couteaux, rouleaux et de la roulette de mesure ainsi que de la vitesse d'avancement du rouleau d'alimentation **en fonction des conditions de chantier**. La machine sera plus performante avec un fonctionnement plus doux. Un nombre limité d'allers/retours contribue à bien mesurer les produits.
- Adapter les réglages de pression pour chaque classe de diamètre. La pression exercée par les couteaux et les rouleaux d'alimentation doit être suffisamment élevée pour supporter la tige sans trop ralentir le défilement.
- Maintenir une pression plus élevée en période de montée de sève pour les outils servant au mesurage (vérin de la roulette de mesure de la longueur, couteaux ou rouleaux).

Envisager de se faire conseiller si des questions demeurent, d'autant qu'il existe des spécificités d'une marque à l'autre.

Ce travail en commun peut être l'occasion de parler des performances de mesure et de leur suivi dans la durée.

Source : FCBA, Les fiches Fiabiliser l'utilisation des systèmes de mesure des machines de bûcheronnage, Décembre 2018



Source : http://lycees.ac-rouen.fr/modeste-leroy/spip/IMG/doc/Le_Diagnostic_c.doc



Un conducteur d'abatteuse se coupe lors de l'affûtage de la chaîne



LE CONTEXTE :

En début d'après midi, une machine est en train d'exploiter une première éclaircie de résineux. Le terrain a été débroussaillé. Il y a un peu de sable au pied des arbres, les affûtages sont donc fréquents. Cela fait environ deux heures que l'affûtage n'a pas été réalisé, la chaîne ne coupe plus suffisamment.

LES PERSONNES :

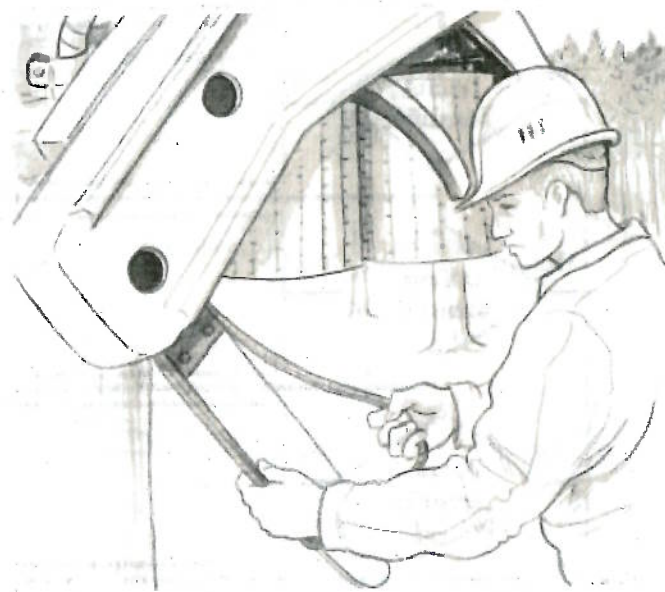
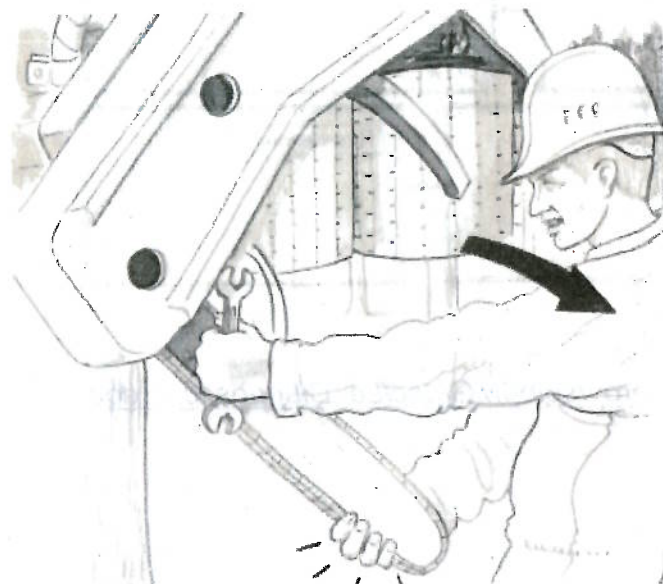
Le conducteur est âgé d'une trentaine d'années, il conduit cette machine depuis presque cinq ans et en a déjà conduit une autre avant. C'est un professionnel confirmé. Il porte des chaussures de sécurité mais pas de gants, en effet, il les juge gênants pour affûter.

L'ACCIDENT :

Le conducteur desserre le tendeur de chaîne et enlève celle-ci. Il l'affûte sur un étau fixé sur le châssis de la machine.

Une fois la chaîne affûtée, il la repose sur le guide. Puis il tire sur le guide de la main droite afin de tendre la chaîne. De la main gauche, il actionne l'écrou du tendeur de chaîne.

Alors qu'il force pour bloquer cet écrou, sa clé dérape et il perd l'équilibre. Pour ne pas tomber en arrière, il se rattrape au guide chaîne qu'il tenait de sa main droite.



LES BLESSURES OCCASIONNEES :

La victime a trois doigts entaillés à la hauteur de la troisième phalange. Il enroule sa main dans de la gaze de sa trousse de premiers secours puis éteint sa machine. La victime se rend ensuite par ses propres moyens à l'hôpital le plus proche.

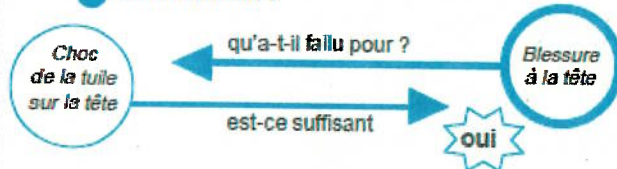
Sur l'un des doigts, un des tendons est sectionné entièrement ; sur un autre, le tendon l'est partiellement. Une intervention chirurgicale est pratiquée très rapidement et trois semaines d'arrêt sont prescrites.

Source : AFOCEL, Fiche sécurité n°41, Juillet 2002

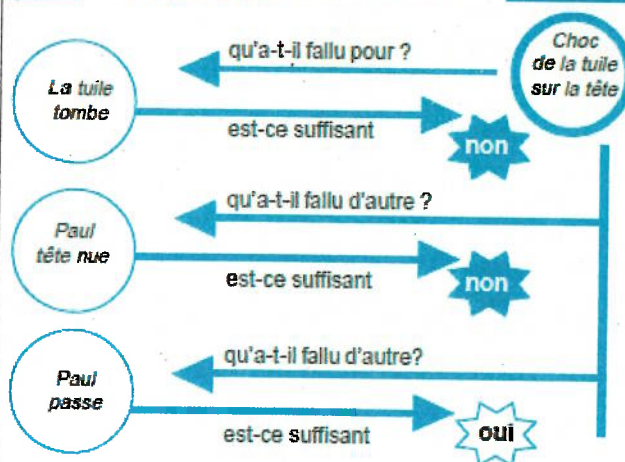
2 Organiser les faits : construire l'arbre des causes

Il s'agit de reconstruire les enchaînements et les combinaisons des faits qui ont joué un rôle dans la survenue de l'accident. Pour construire l'arbre des causes, nous posons deux questions à partir de la blessure :

- qu'a-t-il fallu pour ?
- est-ce suffisant ?



Une réponse positive permet de poursuivre



Pour notre exemple, après le recueil des faits, voici l'histoire de l'accident :

Paul, mécanicien qualifié, a été appelé à 11 heures pour réparer une centrifugeuse de l'atelier C. Cette réparation était urgente car une commande importante devait être prête le soir même.

L'atelier entretien se trouve dans le bâtiment A. Le chemin le plus court et habituel longe le bâtiment B dont la toiture était en réfection. L'accès de ce passage était interdit par un panneau de signalisation mais non barré matériellement. Le jour de l'accident, le vent soufflait depuis le matin en violentes rafales.

Paul, tête nue, passait avec sa caisse à outils au pied du bâtiment B, quand il a reçu sur la tête une tuile tombant de la toiture. Le choc a occasionné une profonde blessure à la tête qui a nécessité le transport de la victime à l'hôpital.

Arbre des causes :

