



# **Les innovations dans les systèmes laitiers herbagers**

**Guillaume BERNARD**

Boursier Nuffield 2015

**Promotion 2015**

Etude réalisée grâce au financement  
du Crédit Agricole dans le cadre  
d'une bourse Nuffield



**NUFFIELD  
FRANCE**

*Developing people through agriculture  
Developing agriculture through people*

**A Nuffield Farming Scholarships Trust  
Report**

*Award sponsored by*



**Innovations in grass-based  
production systems**

**Guillaume BERNARD**

**May 2017**

**NUFFIELD**

## Présentation

**« L'innovation, c'est ce qui distingue le leader d'un suiveur », Steve JOBS**



Dans ce contexte laitier en pleine mutation, il est primordial de pouvoir proposer des pistes pour réussir à concilier cette délicate équation de nourrir l'ensemble des citoyens de la planète tout en préservant les ressources naturelles et en diminuant le recours aux achats massifs d'intrants à l'extérieur. En élevage laitier, l'autonomie fourragère et protéique est devenue l'enjeu majeur à relever : l'herbe figure comme l'une des réponses à ce défi. Cette conviction est profondément ancrée en moi.

Natif de Basse-Normandie, près de Saint-Lô, j'ai suivi un cursus de formation agricole pour me destiner ensuite à reprendre l'exploitation laitière familiale en 1995. Mon stage d'étude de BTS m'a conduit à étudier les outils de pilotages du pâturage expérimentés sur la station expérimentale de la Blanche Maison (50). Cette expérience m'a ensuite permis, sur la ferme familiale de transposer les techniques de gestion du pâturage tournant en paddocks et de mesurer les hauteurs d'herbe avec l'herbomètre. Au début des années 2000, le Contrat Territorial d'Exploitation herbager m'a conforté dans la conduite de ce modèle de production avec l'implantation d'associations RGA/Trèfle blanc. Depuis 2012, j'accompagne les producteurs laitiers sur l'autonomie alimentaire au sein du Bureau Technique de la Promotion Laitière et ensuite dans le cadre de la démarche « Production Laitière Durable » du groupe Savencia avec comme mission de promouvoir des pratiques permettant une meilleure valorisation de l'herbe pour le troupeau laitier en élevage.

### **La bourse Nuffield : une formidable opportunité d'approfondissement du sujet**

En 2015, la fondation Nuffield France m'a accordé une bourse d'étude pour étudier à l'étranger les techniques de gestion de l'herbe innovantes expérimentées dans les centres de recherche ainsi que sur les exploitations de mes confrères éleveurs laitiers du réseau Nuffield. Mon choix s'est porté sur des pays dans lesquels les systèmes herbagers prédominent : les Pays Bas, l'Irlande, le Royaume Uni et la Belgique pour l'hémisphère nord ainsi que l'Australie et la Nouvelle Zélande pour l'hémisphère sud. Durant ces déplacements, j'ai pu découvrir une diversité de modèles laitiers herbagers, des stratégies de production diversifiées (pâturage, affouragement en vert à l'auge...) avec cependant le même dénominateur commun : produire du lait en s'adaptant à son environnement, tout en répondant au mieux aux contraintes de la filière laitière du pays. Mon étude s'est déroulée entre avril 2015 et novembre 2016 et m'a permis d'enquêter les pratiques des producteurs laitiers dans les bassins laitiers de 6 pays.

Planning des voyages effectués pour mon enquête

<b>Pays</b>	<b>Date</b>	<b>Organismes ou fermes</b>	<b>Lieux</b>
<b>Pays-Bas</b>	2 au 17 avril 2015	Fermes du Flevoland, Eleveurs laitiers Nuffield et du programme Dairyman Université de Wageningen Dairy Campus (WUR)	Régions : Lelystad, Utrecht Régions : Groningen et Leuwarden Wageningen (Arnhem) Goutum (Leuwarden)
<b>Belgique</b>	19-20 avril 2015	Université de Liège et exploitations en région de Liège (Wallonie)	Liège
<b>Irlande</b>	27 avril au 10 mai 2015	Producteurs laitiers Nuffield Agriculture and Food Authority (TEAGASC) Sinead demonstration farm	Comtés de Cork, Waterford, Galway Moorepark, (Fermoy)
<b>Irlande du Nord</b>	10 au 14 mai 2015	Producteurs laitiers Nuffield Agri-Food and Biosciences Institute (AFBI)	Comté d'Omagh, Belfast Hillsborough, Loughgall
<b>Ecosse</b>	14 au 20 mai 2015	Producteurs laitiers Nuffield Scotland Rural College (SRUC)	Ayrshire, Perthshire, Dumfries University
<b>Grande Bretagne</b>	20 au 28 mai 2015	Producteurs laitiers Nuffield Rothamsted Research	Gloucestershire, Cornwall North Wyke, Okehampton
<b>Australie</b>	20 septembre au 3 octobre 2016	Producteurs laitiers Nuffield FutureDairy Project Sydney University Melbourne farm university	Etat du Victoria Camden Research Center, Brownlow La Trobe, Melbourne
<b>Nouvelle Zélande</b>	3 au 21 octobre 2016	Producteurs laitiers Nuffield Fonterra Factory Dairy NZ Massey University Landcorp Lincoln Demonstration Farm	Ile Nord et ile Sud Auckland Hamilton Research Center Palmerston North Wellington Christchurch University

Durant cette étude, toutes ces visites et ces rencontres m'ont beaucoup apporté et ont renforcé mes convictions sur l'intérêt de la place et du rôle des prairies dans les élevages laitiers. Il est temps de redonner sa grandeur et ses lettres de noblesse aux prairies :

« **MAKE PASTURES GREAT AGAIN** »

**Date du mémoire :** Mai 2017

**Titre :** Les innovations dans les systèmes laitiers herbagers

**Boursier Nuffield :** Guillaume BERNARD

**Financeur :** Crédit Agricole

**Objectif de la mission Nuffield :** dresser un panorama des différentes innovations rencontrées dans les centres de recherches et les exploitations laitières herbagères rencontrées

**Enseignements :**

- Les innovations au niveau des exploitations laitières sont situées dans tous les domaines du développement durable : innovations techniques, de processus, économiques, environnementales et sociétales.
- Le contexte pédoclimatique (potentiel des sols, pluviométrie, températures...) et économique (production de commodités laitières stockables ou périssables...) impactent fortement sur les techniques d'élevage (performances individuelles laitières des vaches, saisonnalité de la production, hivernage du troupeau en stabulation, complémentation en concentré...)
- Des progrès ont été réalisés sur la sélection des variétés d'herbe et les races de vaches laitières afin d'obtenir des résultats plus efficaces sur la conduite du pâturage
- L'optimisation technique de la gestion du pâturage requiert des éleveurs avec un haut niveau de technicité : les innovations techniques axées sur des outils de prévision et de gestion des stocks fourragers sont des outils d'aide à la décision devenus indispensables pour les éleveurs.
- Les méthodes d'élevage ont considérablement évolué (l'accroissement des troupeaux laitiers et la traite robotisée) : les techniques pour la conduite du troupeau au pâturage se sont aussi adaptées à ces nouveaux paramètres.

## Remerciements

Je remercie, en premier lieu, la fondation Nuffield France et tout particulièrement son Président Benoit Presle pour sa confiance qu'il m'a accordé pour mener cette étude.

Merci à toutes les personnes qui m'ont permis de me libérer pour cette étude et mes parents pour leur aide sur la ferme alors que j'étais parti faire cette étude sous d'autres latitudes.

J'adresse mes remerciements aux équipes des universités de Wageningen (NL), Liège (BE), la Trobe (AUS), des centres de recherche TEAGASC, AFBI, SRUC Dumfries, Dairy Australia et Dairy NZ pour leur accueil et leur disponibilité dans le cadre de mon étude.

Je tiens à remercier aussi ma sœur Florence pour son aide et ses remarques apportées lors de la relecture finale de mon mémoire.

Enfin, je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux agricultrices et agriculteurs Nuffield australiens, britanniques, irlandais, néerlandais et néozélandais qui m'ont accueilli sur leur exploitation et m'ont consacré de leur temps durant mon étude.

Je remercie, en particulier, le Crédit Agricole pour son soutien financier au travers de sa bourse d'étude qui a contribué au bon déroulement de cette étude et à la réalisation de ce mémoire.

## Résumé

Les systèmes herbagers en production laitières s'inscrivent dans les modèles de production à l'avenir car ils répondent favorablement aux futurs enjeux du développement durable sur l'ensemble des piliers techniques, économiques, environnementaux, sociaux et sociétaux. Calés sur la croissance de l'herbe, ces modèles de production sont guidés par les objectifs de production des éleveurs ainsi que des besoins des industries laitières. En Europe et dans le reste du monde, différents modèles de production à l'herbe coexistent : les éleveurs laitiers innovants ont été amenés à faire évoluer leurs techniques et leurs pratiques sur leurs exploitations pour s'approcher de la « triple performance » (technique, économique et environnementale) et afin de mieux s'adapter au nouveau contexte laitier international. Ces progrès ont le plus souvent été accomplis grâce à différents types de coopération ou d'échanges : partenariat tripartite vertical « recherche - développement technique - éleveurs, échanges horizontaux entre éleveurs dans le cadre de groupes techniques « herbe » ou simplement des initiatives personnelles développées par les éleveurs...

Le développement de ces innovations est dépendant de l'environnement pédoclimatique et économique dans lesquelles les exploitations laitières sont situées.

Deux principaux modèles de production laitière se distinguent selon les pays ou les régions :

- Les modèles de production laitière linéarisée ou les éleveurs privilégient des performances individuelles élevées par vache via une alimentation mixte (pâturage et distribution de fourrages à l'auge). Les apports de fourrages récoltés (ensilage d'herbe et maïs) et de concentrés ont pour but d'équilibrer la ration et de maximiser les performances individuelles de production du troupeau.
- Les modèles de production laitière saisonnalisés caractérisés par un pâturage du troupeau laitier optimisé, une faible productivité laitière par vache ainsi qu'une complémentation en fourrages conservés et concentrés restreinte

Les programmes de recherche sont menés conjointement entre les stations expérimentales des instituts de recherche, des fermes de démonstration et des fermes réseaux ou de référence des éleveurs laitiers. Ces programmes sont orientés vers une approche systémique des élevages laitiers en travaillant sur les domaines des techniques d'implantation des prairies, la sélection des vaches et les techniques de prédiction et d'exploitation des prairies au niveau du pâturage et de la fauche.

Les innovations développées issues de ces 3 axes de travail ont permis d'apporter des progrès considérables permettant aux producteurs laitiers d'être en phase avec les nouveaux défis du développement durable et de l'autonomie alimentaire.

**Mots clefs :** autonomie alimentaire, croisements, diploïde, Holstein X Jersiaise, mono-traite, on/off grazing, plateforme de pâturage, prairies, RGA, tétraploïde, trèfle blanc, Wedge

**Key Words :** crossbreeding, , diploïd, forage autonomy, Holstein X Jersey, milking platform, Once A Day, on/off grazing, pastures, rye grass, tétraploïd, Wedge, white clover

## Table des matières

Table des cartes, encadrés, figures et tableaux

Table des sigles et des abréviations

Lexique

Introduction .....	3
<b><u>Partie 1 : Les innovations dans le domaine de l'agriculture</u></b> .....	4
<b>I) Concept d'innovation</b> .....	4
<b>II) Les différentes innovations adoptées</b> .....	5
<b><u>Partie 2 : Les modèles herbagers : des systèmes autonomes et écologiques</u></b> .....	7
<b>I) L'autonomie alimentaire des troupeaux laitiers</b> .....	8
<b>II) Les modèles herbagers : un système complexe sur les mouvements de flux</b> .....	10
<b>III) Des modes de productions calés sur les systèmes herbagers</b> .....	12
<b><u>Partie 3 : Les innovations au service des systèmes laitiers herbagers</u></b> .....	13
<b>I) Innovations techniques et économiques : 3 axes de recherche</b> .....	13
1) <u>Des prairies à haute valeur nutritives et adaptées au pâturage saisonnalisé</u> .....	14
a) Structure du sol : les clefs de réussite pour la productivité des prairies .....	14
b) Des resemis de RGA pour maintenir la productivité de la « plateforme herbagère » .....	16
c) RGA : des indexes de sélection sur les critères qualitatifs et quantitatifs .....	17
d) Trèfle blanc et RGA : un gain économique réel .....	20
e) Des resemis de RGA pour améliorer la production laitière .....	22
2) <u>Conduite du troupeau : longévité, fécondité et performances comme objectifs</u> .....	24
a) Des conduites divergentes suivant le type de vache laitière .....	24
b) Des vaches laitières fertiles et adaptées aux systèmes pâturants .....	28
3) <u>Une gestion de l'herbe pointue tout au long de la saison de pâturage</u> .....	36
a) Les outils de gestion du pâturage .....	36
b) Des outils de pilotage du pâturage « Hi-Tech » .....	39
c) Les « Stand-off pads » ou paddocks stabilisés et la technique du « on/off grazing » .....	43
4) <u>« les modèles saisonnalisés » et la traite robotisée : quelles perspectives ?</u> .....	47
a) Ian Snippe : concilier pâturage et traite automatisée en agriculture biologique .....	47
a) Université de Liège : le concept du robot de traite mobile .....	48

b) Stratégie 3 blocs de pâture à Moorepark .....	49
c) Camden et le roto automatisé de DeLaval .....	52
<b>II) Les innovations complémentaires (sociales, organisationnelles, sociétales).....</b>	<b>54</b>
1) <u>Innovation sociale : les groupes d'échange</u> .....	54
2) <u>Innovation d'organisation : mutualiser les moyens de récolte et d'affouragement du troupeau dans les élevages</u> .....	56
3) <u>Innovation sociétale : la communication vers le consommateur</u> .....	57
<b>Conclusion</b> .....	<b>59</b>
<b>Limites et perspectives de l'étude</b> .....	<b>60</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>62</b>
<b>Liste des annexes</b> .....	<b>64</b>

## Table des cartes, encadrés, figures et tableaux

- Figure 1 : les différents paramètres interférant sur les exploitations laitières
- Figure 2 : autonomie fourragère et protéique dans les élevages laitiers français
- Figure 3 : rations types distribuées en fonction des systèmes laitiers
- Figure 4 : comparaison de l'autonomie alimentaire des rations type (% de la MS ingérée)
- Figure 5 : flux et pertes d'azote à l'échelle des systèmes laitiers
- Figure 6 : pertes d'azote par lessivage lié au système fourrager
- Figure 7 : les déterminants de la rentabilité des systèmes herbagers
- Figure 8 : évolution des différents stades du RGA pour l'optimisation du pâturage
- Figure 9 : système 3 blocs de pâture de la traite robotisée à Moorepark

- Graphique 1 : comparaison des besoins alimentaires des VL avec la croissance de l'herbe
- Graphique 2 : comparaison de productivité entre 2 prairies
- Graphique 3 : conduite annuelle de la reproduction des VL avec la croissance de l'herbe
- Graphique 4 : détermination de la « balance date » (ou « magic date »)
- Graphique 5 : « wedge » à atteindre pour un pâturage optimisé
- Graphique 6 : incidence des différentes conduites de pâturage sur la croissance de l'herbe

- Tableau 1 : les déterminants des innovations environnementales
- Tableau 2 : grille d'évaluation de l'état de dégradation des prairies
- Tableau 3 : résultats en production laitière sur la conduite de prairies RGA et RGA+TB
- Tableau 4 : critères de conduite de troupeau selon le modèle de production
- Tableau 5 : critères de vache selon le modèle de production
- Tableau 6 : performances laitières sur 3 années en système mono-traite
- Tableau 7 : comparaison des critères de reproduction de TEAGASC et de Dairy NZ
- Tableau 8 : intérêts techniques de la Norvégienne Rouge sur les croisements
- Tableau 9 : incidences technico-économiques du croisement sur les troupeaux lait
- Tableau 10 : comparaison technique des races sur 3 niveaux de chargements
- Tableau 11 : indicateurs d'objectifs sur le pâturage automnal
- Tableau 12 : ratios d'objectifs pour le pâturage au printemps
- Tableau 13 : avantages et inconvénients des paddocks stabilisés (stand off pads)
- Tableau 14 : comparaison de différentes techniques de « on/off grazing »
- Tableau 15 : comparaison de la production laitière avec 2 niveaux d'apport de concentré
- Tableau 16 : protocoles de pâturage robotisé à Moorepark
- Tableau 17 : résultats techniques selon le niveau de distribution de concentrés

## Table des sigles et des abréviations

AFBI : Agri Food Biosciences Institute

AFOM : Atout Faiblesse Opportunités Menace – SWOT : Strength Weakness Opportunities Threaten

CNIEL : Centre National Interprofessionnel Economique Laitier

Dairy NZ : Dairy New Zealand

EBI : Economic Breeding Index

GES : Gaz à Effet de Serre

IA : Insémination Artificielle

MS : Matière Sèche – DM : Dry Matter

MSU : Matière Solide Utile

N : Azote ; P : Phosphore et K : Potasse

NEC : Note d'Etat Corporelle

OAD : Once A Day milking (Monotraite)

PAC : Politique Agricole Commune

PV : Poids Vif

RGA : Ray Grass Anglais

SAU : Surface Agricole Utile

SFP : Surface Fourragère Principale

STH : Surface Toujours en Herbe

SR : Stocking Rate (chargement bovin UGB)

SRUC : Scotland Rural College

TEAGASC : *The Agriculture and Food Development Authority*

TB : Trèfle Blanc

UGB : Unité Gros Bovin

VL : Vache Laitière

## Lexique

**Matière Solide Utile (MSU)** : critère de paiement du lait dans les exploitations laitières orientées pâturage saisonnalisé. Les laiteries ont opté pour ce critère car la richesse en MSU détermine le rendement en fabrication de produits industriels (poudres, matières grasses, caséine...)

**Modèle de production saisonnalisé** : stratégie de production où l'éleveur produit l'essentiel de son lait pendant la saison de pâturage grâce à la croissance de l'herbe. Si le prix du lait n'est pas très élevé sur cette période, les coûts de production sont relativement bas permettant de dégager une marge nette intéressante.

**Modèle de production linéarisé** : système de production où l'éleveur étale sa production sur l'ensemble de l'année. Une partie de sa production est calée pendant la saison de pâturage mais des apports de fourrages et concentrés à l'auge sont nécessaires. Le prix du lait est globalement plus élevé mais les coûts de production sont beaucoup plus élevés compte tenu de la productivité laitière par vache élevée et de la nécessité d'hiverner le troupeau en stabulation en hiver.

**Plateforme de pâturage** : surfaces totales de prairies dédiée au pâturage des vaches laitières qui ne comprennent pas les surfaces uniquement destinées à la fauche.

**Ploïdie** : nombre de chromosomes dans une cellule. Sur l'herbe, on distingue :

- les variétés diploïdes ( $2n$ ) avec un bon potentiel de tallage, des feuilles peu riches en eau davantage adaptées à des pratiques de fauche
- les variétés tétraploïdes ( $4n$ ) avec un faible potentiel de tallage plus faible, des feuilles plus larges et riches en eau et en sucres (meilleure appétences pour le pâturage des vaches)

**Programme d'amélioration génétique** : schéma de sélection axé sur les besoins des producteurs et de la filière. En modèle de production saisonnalisé, les critères s'attachent davantage à la fertilité, rusticité et le taux de matière solide utile. En modèle de production linéarisé, les critères sont davantage orientés sur le gabarit (capacité corporelle), la production laitière et la mamelle.

**Systèmes pâturants** : exploitations laitières dont plus de 80% de la production laitière est assurée grâce au pâturage des prairies.

**Systèmes laitiers herbagers** : exploitations laitières où l'herbe représente plus de 60 % de la ration du troupeau laitier en herbe pâturée ou distribuée à l'auge.

## Introduction

Base de l'alimentation des bovins laitiers, les prairies (permanentes, temporaires...) occupent une place essentielle dans l'alimentation des troupeaux pour les systèmes herbagers laitiers. Fourrage équilibré et riche en protéine, elle permet, en conduite optimisée du pâturage et/ou de la récolte des prairies, d'assurer une bonne rentabilité des systèmes laitiers herbagers.

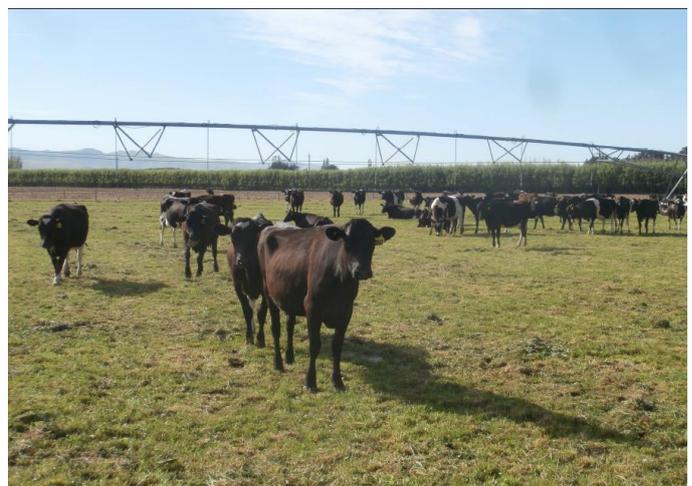
Cependant les prairies, constituant le fourrage de base des modèles herbagers de production, ne se limitent pas seulement à une fonction alimentaire. En effet elles apportent également des contributions sur le plan de l'environnement, de l'autonomie alimentaire et de la biodiversité des territoires.

Ces rôles sont largement reconnus auprès des acteurs du monde agricoles (agriculteurs, gérants des industries agroalimentaires, chercheurs, conseillers...) mais aussi au niveau de la population civile (citoyens, consommateurs...).

Les nouveaux enjeux européens de l'agriculture et en particulier de la filière laitière menacent la place des prairies et leur rôle au sein même des modèles herbagers laitiers. Cependant, dans certains pays herbagers l'intensification des exploitations laitières amène les producteurs à développer des techniques pour optimiser la conduite des prairies.

Différents programmes nationaux, européens ou internationaux sont actuellement menés pour mieux cerner le fonctionnement complexe de ces systèmes herbagers et pouvoir apporter des réponses pour mieux les concilier avec les enjeux du développement durable, l'autonomie alimentaire et la rentabilité économique des exploitations laitière. D'autres études s'attachent aussi à démontrer les incidences positives sur la fabrication et les qualités organoleptiques des produits laitiers et sur les impacts positifs du pâturage sur la santé des troupeaux laitiers.

J'ai souhaité au travers de ce mémoire pouvoir recenser les pratiques « innovantes » des producteurs laitiers et les programmes de recherche conduits en stations expérimentales pour comprendre les raisons qui ont amené ceux-ci à les développer. Dans la première partie, je définirai le concept d'innovation en agriculture puis j'aborderai dans un second temps les enjeux et les intérêts des modèles laitiers herbagers et j'exposerai plus longuement l'ensemble des programmes de recherche et les pratiques innovantes que j'ai pu étudier durant mes différents séjours Nuffield.



## Partie 1 : Les innovations dans le domaine de l'agriculture

### I) Concept d'innovation

Les innovations sont souvent réduites à une dimension technique, synonyme de progrès technique. L'innovation nécessite une validation par le marché et son utilisation induit un changement économique et social d'une manière radicale ou progressive. En 2005, le manuel d'Oslo définit l'innovation comme « *la mise en œuvre d'un produit ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, l'organisation du lieu de travail ou de relations extérieures* » (Rousselle, 2011).

L'innovation s'est affirmée comme une composante majeure des économies de marché. Steve JOBS avait affirmé à ce propos que « *l'innovation c'est ce qui distingue un leader d'un suiveur* » et Michael PORTER a défini l'innovation comme « *la clef de la prospérité économique* ».

Les innovations se déclinent dans tous les domaines : technique, social, économique mais aussi environnemental. Ce volet environnemental figure désormais au cœur des préoccupations des entreprises ainsi que des exploitations agricoles. Ces dernières se sont récemment emparées de cette problématique et ont développé ou adopté de nombreuses innovations qui résultent soit de facteurs poussés par la recherche (technologie push) soit de la demande sociétale (demand pull).

Tableau 1 : les déterminants des innovations environnementales

<b>Déterminants réglementaires et politiques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mise en place de politiques environnementales : instruments réglementaires et économiques</li><li>- Anticipation de nouvelles réglementations environnementales</li><li>- Cadre réglementaire : sévérité, flexibilité, temporalité</li></ul>
<b>Déterminants du côté de l'offre</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Economie de coûts, amélioration de la productivité</li><li>- Innovations organisationnelles : systèmes de management environnemental, responsabilité étendue du producteur</li><li>- Relations industrielles, relations verticales, activités de réseau</li></ul>
<b>Déterminants du côté de la demande</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conscience environnementale et préférences des consommateurs pour les écoproduits</li><li>- Augmentation des parts de marché et pénétration de nouveaux marchés</li></ul>

Source : Oltra, 2008.

Toutes ces innovations ont pour finalité de pouvoir à terme de favoriser la compétitivité des entreprises ou exploitations agricoles et le développement de leurs produits sur le marché.

## II) Les différentes innovations adoptées

Depuis le début des années 90, les exigences environnementales imposées par la Commission Européenne aux exploitations laitières se sont progressivement accrues. La Réforme de la PAC de 2015 a conditionné le versement des paiements verts à des bonnes pratiques environnementales. Ces exigences impactent l'ensemble des filières agricoles et la filière laitière qui n'échappe pas à cette tendance.

De plus, le contexte européen (suppression des quotas, réforme de la PAC) et les différentes réglementations françaises (Grenelle de l'Environnement de 2007, Directive Nitrates, Plan Ecophyto 2025...) ont instauré un nouveau cadre réglementaire de production avec de nouvelles contraintes essentiellement sur le plan environnemental. Ces lois contiennent des engagements concernant essentiellement la biodiversité, le domaine des ressources énergétiques (réduction des émissions de gaz à effet de serre, plan climat énergie...) et la gouvernance.

Les innovations sont censées apporter des réponses à la réglementation environnementale. Selon les théories de Porter, elles doivent agir au niveau de la performance environnementale et de la performance économique.

Pour la performance environnementale, ces innovations procureraient des externalités positives répondant à une demande sociale (ou sociétale) toujours sensible à la protection de l'environnement. Les systèmes laitiers herbagers s'inscrivent pleinement dans ce schéma puisque le troupeau laitier pâturant des prairies induit des signaux positifs en termes d'environnement, de bien-être animal et de qualité nutritionnelles et organoleptiques dans les produits laitiers (Oméga 3 et 6, qualité organoleptiques du beurre ou fromage à l'herbe...).

Sur le plan économique, l'innovation doit avoir pour finalité de réduire les coûts ou d'améliorer l'efficacité productive.

### **Cibler la nature des innovations**

Différentes natures d'innovations existent. Elles peuvent d'ordre technologique, d'ordre organisationnel ou d'ordre social.

#### **Les innovations technologiques :**

Elles portent essentiellement sur le produit ou le procédé de fabrication de celui-ci. Les exploitations laitières sont davantage positionnées sur les innovations de procédés qui s'intéressent aux processus de production du produit : le lait. Ces méthodes ont pour finalité l'amélioration de la qualité du produit et la diminution du coût unitaire de production. La conduite alimentaire optimisée du troupeau laitier s'inscrit pleinement dans ce type d'innovations.

### **Les innovations organisationnelles :**

Elles consistent à adopter une nouvelle organisation dans les pratiques de production. Elles ont pour finalité d'améliorer les performances d'une entreprise. L'accroissement de la taille des exploitations laitières a généré des nouvelles méthodes d'organisation que l'on peut assimiler à ce type d'innovations.

### **Les innovations sociales :**

Ces innovations sont censées répondre à des nouveaux besoins sociaux en impliquant la participation ou la coopération des acteurs concernés. Les pratiques de production de biens alimentaires s'inscrivant dans un meilleur respect de l'environnement à destination du consommateur s'inscrivent pleinement dans cette catégorie d'innovations.

L'acteur à l'origine de l'innovation peut différer suivant le type d'innovation : les innovations organisationnelles et sociales proviennent essentiellement des initiatives personnelles (éleveur, citoyen, consommateur...) tandis que celles d'ordre technologique émergent davantage du secteur privé.

Cette classification par nature permet d'analyser et de comprendre le type d'innovations développées dans les exploitations laitières face aux enjeux du développement durable. Cette nomenclature présente néanmoins certaines limites, notamment celle de la perméabilité entre les différents types d'innovations. En effet, les innovations techniques et organisationnelles sont étroitement liées et il est souvent difficile d'imputer certaines innovations entrepreneuriales dans une de ces classes.

Ce rappel sur la définition des différents types d'innovations nous permet de mieux catégoriser les différentes techniques ou pratiques novatrices présentes dans les exploitations laitières rencontrées ainsi que les programmes de recherche et d'étude développés dans les différentes stations expérimentales que j'ai visité.

J'aborderai les innovations technologiques et de processus ensemble car, sur les techniques de production, il est difficile de les dissocier.

## Partie 2 : les modèles herbagers : des systèmes autonomes et écologiques

Les surfaces herbagères sont au cœur du système d'alimentation des bovins herbivores. Les exploitations laitières herbagères situées en Europe du Nord et dans les pays de l'hémisphère Sud, bénéficient d'un climat océanique tempéré et figurent certainement parmi les modèles de production les plus efficaces sur l'ensemble des trois piliers du développement durable (technique, environnemental et économique).

Les prairies des systèmes laitiers herbagers présentent de nombreux atouts multifonctionnels notamment sur 2 plans :

- L'autonomie du troupeau laitier
- Les impacts environnementaux et agro-écologiques

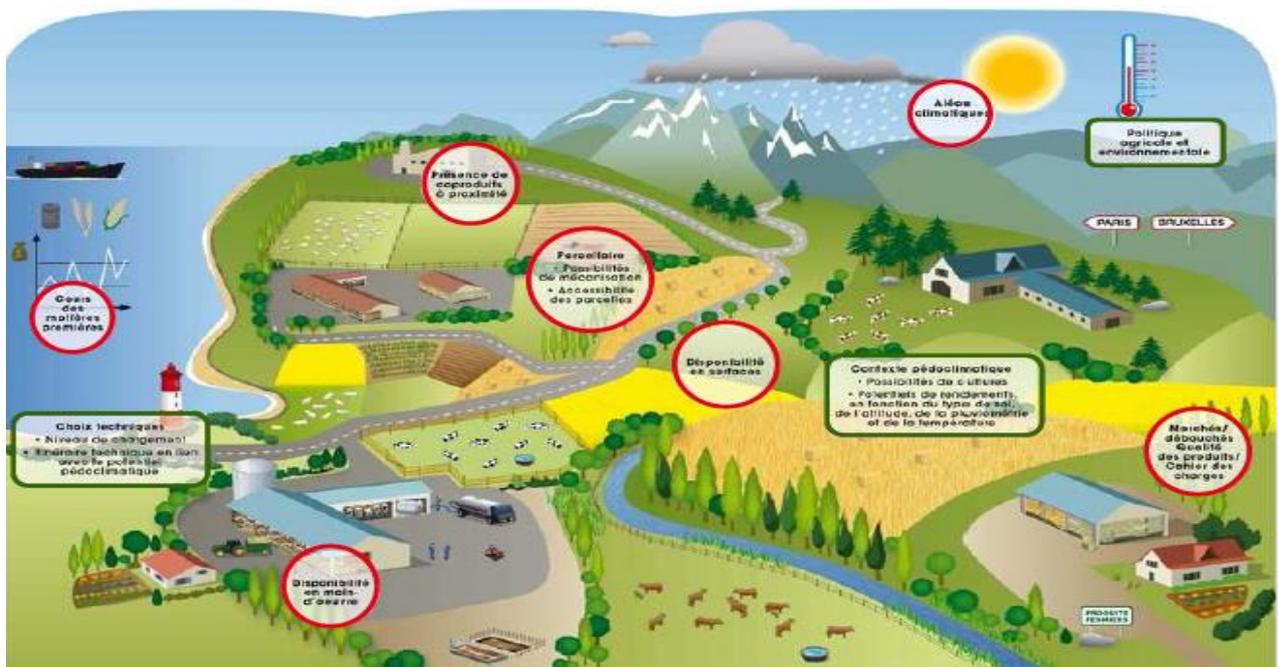
On observe selon les pays laitiers des différences de modèles laitiers sur les exploitations herbagères rencontrées. Ces systèmes varient en fonction de :

- La part des prairies et du maïs ensilage dans la ration
- La saisonnalité de la production sur l'année
- Le niveau d'intensification laitière en termes de chargement et de niveau d'étable par vache

L'environnement et les paramètres extérieurs interfèrent également sur les modèles laitiers incite les éleveurs laitiers à s'adapter à cet environnement (figure 1) :

- Le climat (températures et pluviométrie)
- La réglementation environnementale (nitrates, phosphore, émissions de GES...)
- La concentration de la filière aval
- Le type de produits laitiers fabriqués (beurre, poudre, PGC...)

Figure 1 : les différents paramètres interférant sur les exploitations laitières



Source : Institut de l'élevage, 2013

## I) L'autonomie alimentaire des troupeaux laitiers

Cette autonomie se décline sous différentes formes : fourragère (ou massique), protéique et énergétique. L'autonomie des rations constitue indéniablement le point fort des modèles laitiers français (figure 2) :

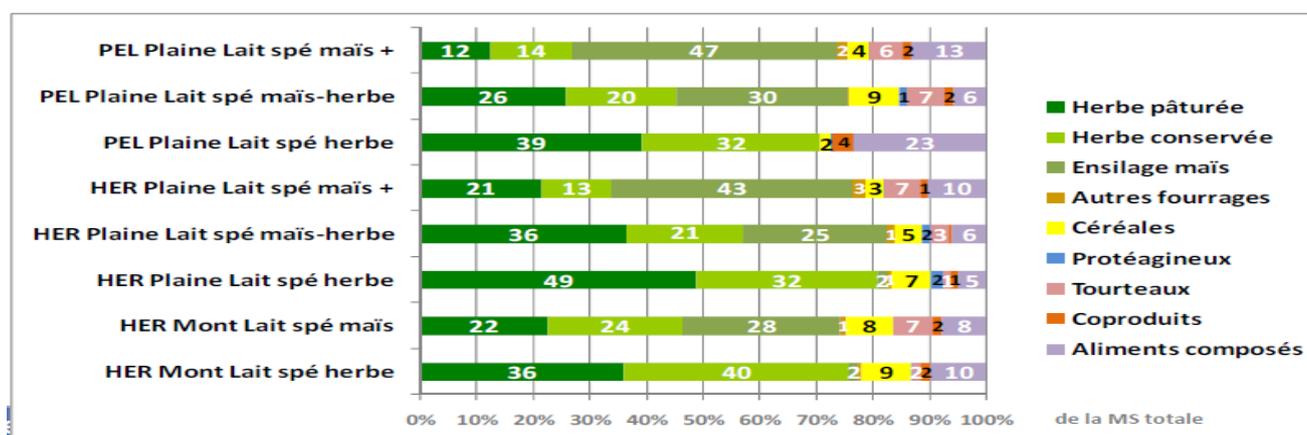
Figure 2 : autonomie fourragère et protéique dans les élevages laitiers français



Cependant de fortes disparités existent entre les régions françaises ainsi que des modèles de production rencontrés. Ils sont fortement liés à la diversité des contextes pédoclimatiques ainsi qu'au degré de spécialisation des systèmes laitiers. La France a maintenu une diversité de systèmes d'alimentation (graphique ci-dessous). Ainsi, coexistent deux situations présentant des niveaux d'autonomie différentes (INRA, PA 2013) :

- Les exploitations des régions de piémont-montagne (Auvergne, Franche Comté, Rhône-Alpes, Vosges..) présentent un faible niveau de chargement (faibles excédents azotés) et caractérisent une forte proportion d'herbe et une faible part de maïs dans la ration. La dépendance énergétique est relativement forte (3,7 et 8)
- Les régions de cultures fourragères de l'arc atlantique (Nord, Normandie, Bretagne, Pays de la Loire...). Elles comptent des exploitations intensives (fort chargement et excédents azotés) avec une part importante de prairies temporaires mais aussi de maïs ensilage (1, 2, 4, 5 et 6). Les prairies temporaires et le maïs ensilage permettent de réduire la dépendance aux concentrés.

Figure 3 : rations types distribuées en fonction des systèmes laitiers

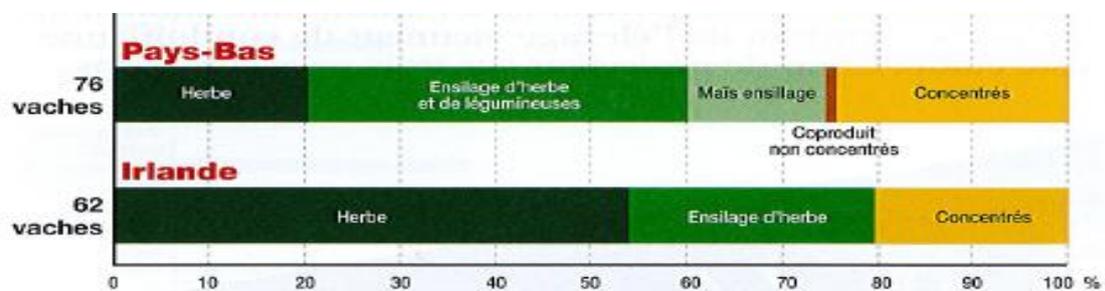


Source : Idele (2012)

## Irlande et Pays-Bas : l'équilibre entre autonomie et intensification laitière

Les stratégies d'autonomie alimentaire diffèrent suivant les pays européens. Le coût du foncier élevé en Irlande et aux Pays Bas (30000 à 45000 €/ha) freinent l'agrandissement des exploitations. Depuis la suppression des quotas l'enjeu des éleveurs laitiers européens est d'accroître la production laitière tout en conservant une autonomie alimentaire satisfaisante basée sur une ressource fourragère peu coûteuse et des achats limités d'intrant extérieurs. Les objectifs moyens d'atteindre cet équilibre autonomie/intensification laitière diffèrent selon ces 2 pays et dépendent essentiellement des rations distribuées aux vaches (figure 4) notamment sur les critères de la part d'herbe, de maïs ensilage et de concentré.

Figure 4 : comparaison de l'autonomie alimentaire des rations type (% de la MS ingérée)



Source : RLF mars 2014

Aux Pays Bas, la productivité laitière/VL élevée et la limitation de la part de maïs dans la SFP imposent aux producteurs laitiers des achats de concentrés importants pour équilibrer leurs rations mixtes (herbe/maïs). Cette tendance dégrade fortement l'autonomie alimentaire des élevages qui subissent de plein fouet la volatilité des cours du concentré et de l'azote minéral. En revanche, cette voie « concentré » reste la piste la plus privilégiée pour agir sur l'augmentation de la production de volumes additionnels.

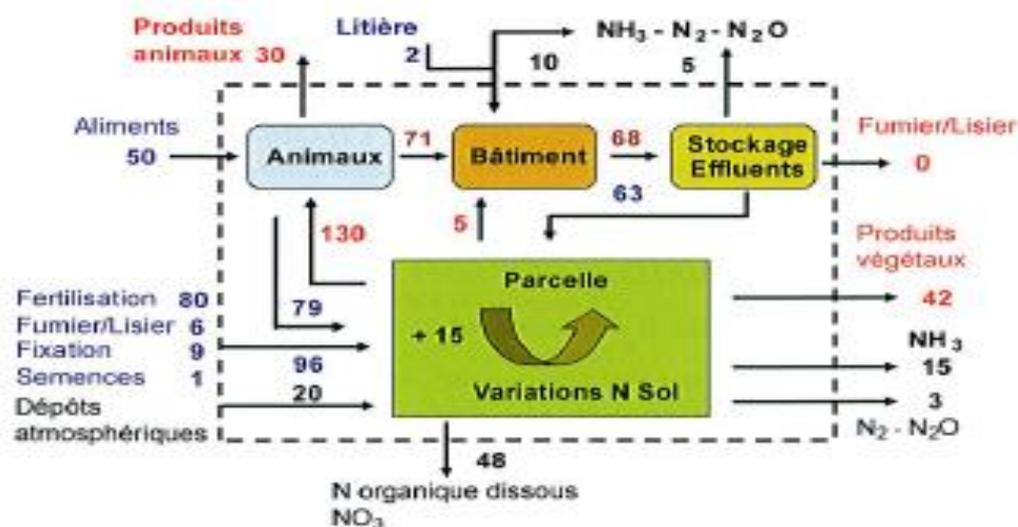
En Irlande (tout comme en Nouvelle Zélande), la ration VL est essentiellement constituée d'herbe (80 à 90% de la ration VL). L'objectif est de pouvoir maintenir ou augmenter la production laitière sans dégrader significativement la marge alimentaire. Cette intensification laitière dépendra avant tout de la capacité des éleveurs à optimiser la conduite de ses prairies et limiter les pertes d'excédents d'herbe.

La seconde option consistant à étaler la production laitière sur l'année coûte relativement cher. Elle nécessite une complémentation plus soutenue en fourrages conservés en hiver (ensilage d'herbe et enrubannage) et davantage de recours aux achats d'intrants (engrais et surtout concentrés). L'objectif sera de développer des techniques innovantes permettant de réduire des coûts de productions annuels tout en augmentant l'efficacité de la valorisation de l'herbe. Cette optique se traduit aussi bien en termes de potentiel de rendements qu'au niveau de la valeur alimentaire et ce, dans le but de limiter le recours à la complémentation en concentrés. Les prairies (perçues comme des sources protéiques bon marché) s'avèrent donc incontournables pour atteindre cette autonomie et par conséquent une performance technico-économique élevée des modèles laitiers saisonnalisés ou linéarisés

## II) Les modèles herbagers : un système complexe sur le mouvement des flux

Les exploitations laitières sont articulées autour de 4 éléments (animaux, bâtiment, stockage des effluents et parcelle) permettant de valoriser les effluents d'élevage. Ceux-ci contribuent à la production de la biomasse fourragère nécessaire à l'alimentation du troupeau. Ce cycle de production n'est cependant pas étanche et dégage des pertes environnementales (N,P et K) (Dollé, J-B et al 2013)

Figure 5 : flux et pertes d'azote à l'échelle des systèmes laitiers



Source : INRA PA, 2013

Ces 4 éléments interfèrent entre eux ainsi qu'avec les éléments extérieurs aussi bien à l'entrée du système que sur les éléments de sortie.

- **Animaux** : leur alimentation va être déterminante et va être conditionnée à l'équilibre entre les besoins d'entretien et de production et les apports. Les quantités d'effluents et les pertes vont dépendre de l'équilibre de la ration (Peyraud *et al*, 1995) et se traduire sur les quantités d'azotes présentes et à épandre sur les parcelles. le système d'élevage (affouragement intérieur ou pâturage) va aussi influencer sur les pertes de volatilisation sur les effluents
- **Bâtiment** : le système d'agencement du bâtiment choisi par l'agriculteur influence les sorties des effluents (type et quantité). Il occupe une place plus importante dans les systèmes fourragers où les animaux sont affourragés sur un pas de temps important à l'intérieur du bâtiment (systèmes fourragers Arc Atlantique, Pays Bas) avec des rations fourragères où la part d'ensilage d'herbe et de maïs y sont prépondérantes.
- **Stockage des effluents** : le mode de stockage (fumier ou lisier) va influencer sur les variables d'entrées (paille) ainsi que sur les clefs de sorties sur la fertilisation des sols (valeur N, P et K des effluents, arrières effets de minéralisation) ainsi que sur les dégagements de NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O...

- **Parcelles** : celles-ci doivent être considérées comme un support de valorisation des éléments de sortie en fonction de leur disponibilité (surfaces et période), en fonction de l'effectif bovin (chargement), du potentiel du sol (profondeur, structure et texture du sol) ainsi que la culture implantée (prairie, culture fourragère annuelle, culture de vente...) et son occupation sur l'année.

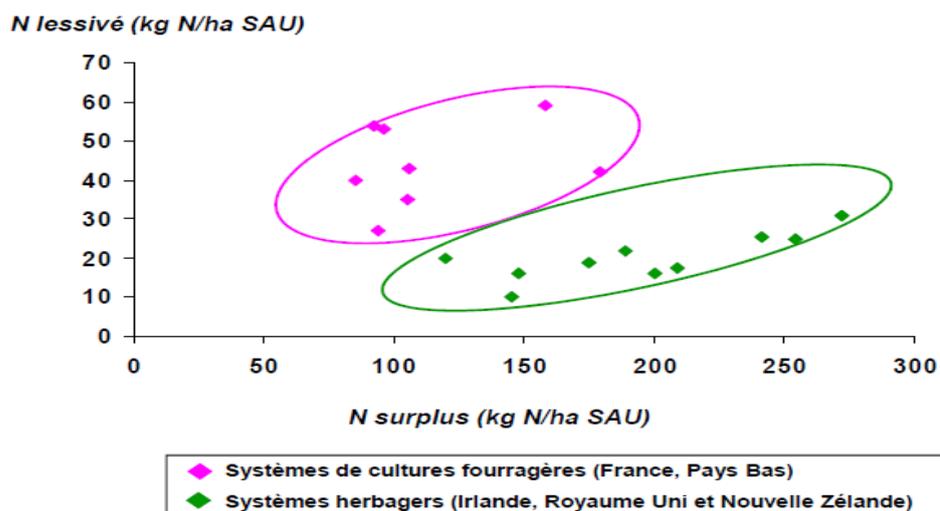
Ces éléments fonctionnent ensemble pour assurer la fonction de production mais selon les systèmes fourragers privilégiés et le niveau d'intensification, certains éléments vont être plus ou moins efficaces.

Par exemple, dans un système lait intensif sur le troupeau et sur les cultures présentant une forte proportion de maïs dans la SFP, nous pouvons observer un niveau de dépendance aux intrants plus important (concentrés, engrais, fuel) entraînant des consommations d'énergie directes et indirectes importantes.

En outre les rejets d'effluents vers les parcelles vont engendrer :

- Des pertes de volatilisation (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O...) plus importantes sur le segment bâtiment-stockage ainsi que pour le segment stockage-parcelle liée à une manipulation du lisier (chargement, transport, épandage)
- Des pertes de carbones plus importantes dans le cadre de retournements de parcelles (prairies ou labour maïs)
- Des pertes d'azote par lessivage et par lixiviation plus importantes notamment sur les parcelles de maïs (voir graphique ci-dessous)

Figure 6 : pertes d'azote par lessivage liées au système fourrager



Source : Raison 2008

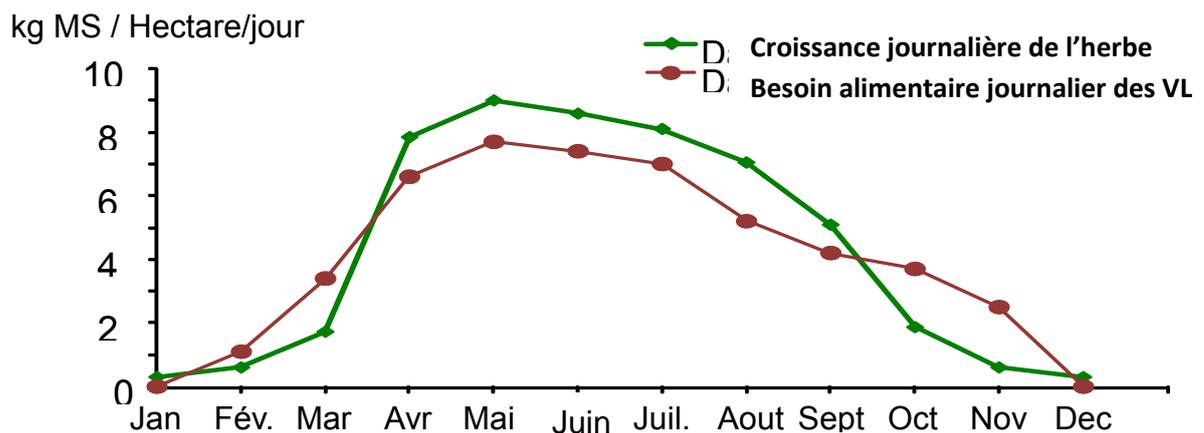
Les modèles herbagers présentent de nombreux atouts tels que la limitation du recours aux intrants (concentrés, engrais, phytosanitaires...) et la réduction des pertes d'azote dans le sol. De récentes études prouvent que ces systèmes offrent aussi des intérêts en matière de séquestration de carbone et de maîtrise de la qualité de l'eau.

### III) Des modes de production calés sur les systèmes fourragers

Comme évoqué précédemment, 2 modèles herbagers se distinguent :

- Les modèles herbagers avec une production relativement linéaire tout au long de l'année. Ces systèmes sont majoritairement rencontrés dans les pays nord européens tels que l'Allemagne, les Pays Bas, la Belgique et le Danemark. La part de pâturage sur ces troupeaux laitiers ne représente pas l'essentiel du menu du troupeau laitier : les ensilages d'herbe et ou de maïs occupent également une part importante de la ration globale de la vache laitière y compris dans les exploitations considérées comme herbagères. Ils sont moins sensibles aux aléas climatiques mais les coûts de productions (charges directes et de structures) sont plus élevés de par les coûts de récolte des fourrages conservés et les charges de structure d'hivernage du troupeau.
- Les modèles herbagers avec une production laitière saisonnalisée. Les exploitations laitières rencontrées sont principalement situées en Irlande, dans l'hémisphère sud (Nouvelle Zélande et Australie région Victoria) et en proportion moins importante au Royaume Uni (Ecosse, Irlande du Nord) Ces systèmes sont ceux qui maximisent le pâturage et compressent au maximum les charges alimentaires et de structure (peu ou pas d'infrastructures pour hiverner le troupeau laitier en hiver). L'objectif est de synchroniser au mieux les besoins du troupeau (et le pic de production laitière) avec la courbe de croissance de l'herbe (graphique 3) et de minimiser le recours à la distribution de fourrages récoltés.

Graphique 1 : comparaison des besoins alimentaires des VL avec la croissance de l'herbe



Source : Hennessy et al., 2013

J'ai souhaité comparer ces 2 approches totalement opposées. Mon choix s'est porté sur les exploitations laitières aux Pays-Bas et en Belgique pour les modèles en production linéarisée. L'Irlande, l'Australie et la Nouvelle Zélande ont été retenus pour étudier les systèmes laitiers en production saisonnalisée.

## Partie 3 : les innovations au service des systèmes laitiers herbagers

Après avoir étudié le rôle des prairies et cerné l'ensemble des nouveaux enjeux qu'auront à relever les producteurs laitiers dans les prochaines décennies, j'ai souhaité traiter mon étude sur les innovations au travers de la problématique suivante :

**Quelles innovations permettront aux producteurs laitiers de relever les futurs enjeux techniques, économiques, environnementaux et sociétaux ?**

Dans ce mémoire, la place des innovations techniques (ou organisationnelles) et économiques a occupé une place prépondérante de mon étude car les programmes de recherche sont essentiellement orientés sur ce domaine. Les innovations sociales et sociétales seront exposées à la fin de ce mémoire.

### **I) Innovations techniques et économiques : 3 axes de recherche**

La conduite des exploitations laitières herbagères s'articule autour de la gestion des prairies, du troupeau laitier et de la technicité des éleveurs à adapter celle-ci en fonction des contraintes de l'environnement extérieur.

Trois voies d'entrée sont étudiées pour améliorer la performance et la rentabilité des systèmes laitiers pâturants :

- les fourrages (valeur nutritive, rendements de récolte, mélanges fourragers...),
- le troupeau laitier (sélection génétique, croisement, alimentation...),
- la conduite technique du pâturage

Cette étude consiste, dans un premier temps, à recenser les différentes expérimentations menées par :

- dans les centres de recherche des pays visités
- dans des fermes de démonstration résultant d'un consortium de coopératives laitières

Dans un second temps j'ai souhaité enquêter au sein des exploitations laitières gérées par les éleveurs du réseau Nuffield sur leurs pratiques et les innovations en matière de gestion des troupeaux laitiers au pâturage. Les entretiens avec les agriculteurs enquêtés m'ont permis d'une part d'évaluer les motivations et les freins sur les stratégies d'intensification laitière et d'autre part de vérifier ou d'infirmer la transposition des pistes d'optimisation.

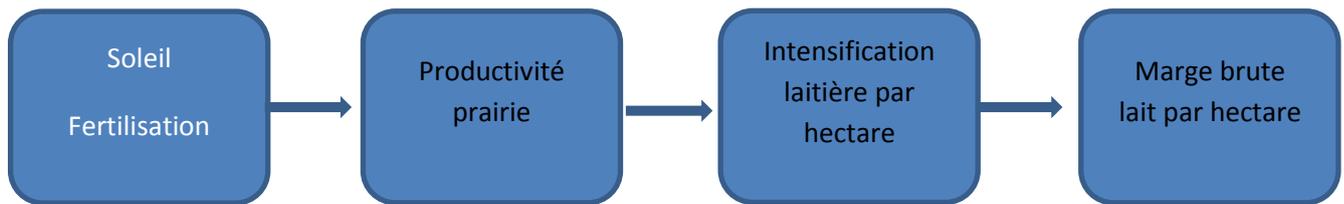
Dans mon étude j'ai souhaité développer 5 axes de travail que sont les suivants :

- L'implantation des prairies
- La sélection du troupeau laitier
- La conduite du cheptel laitier
- La gestion technique du pâturage
- Robot et pâturage

## 1) Des prairies à haute valeur nutritive et adaptées au pâturage saisonnalisé

Atteindre un haut niveau de productivité des prairies au printemps tout en combinant une valeur nutritive élevée de l'herbe ingérée par le troupeau laitier, tels sont les objectifs de chaque éleveur laitier irlandais (Hennessy, 2011) A l'échelle de la parcelle, la conduite (figure 6) peut se résumer au schéma suivant :

Figure 7 : les déterminants de la rentabilité des systèmes herbagers



Tout système herbager requiert une approche systémique de la conduite des prairies autant sur la préservation de la fertilité des sols que sur la gestion de la productivité et la qualité de l'herbe offerte aux vaches.

- a) Structure du sol : les clefs de réussite pour la productivité des prairies

### L'organisation parcellaire au service de la structure des sols

La portance des sols est le critère essentiel pour optimiser la gestion du pâturage. En termes de structure, la compaction des sols constitue le risque majeur rencontré : sur des sols argileux hydromorphes, une forte pluviométrie associée à un piétinement de la surface par le troupeau laitier ou le passage de matériel de récolte de l'herbe provoquent une compaction des terrains et dégrade la porosité des sols : ce phénomène rend plus difficile l'infiltration de l'eau dans le sol. L'accroissement progressif des tailles de troupeaux et l'hivernage en extérieur du troupeau (pratique courante en Australie et en Nouvelle Zélande) augmentent ce phénomène de tassement des sols.

L'aménagement des accès aux pâtures ainsi que le drainage des sols améliorent considérablement la structure, la vie microbienne du sous-sol et facilitent aussi le développement racinaire du RGA. (Lalor et *al.*, 2011).

## Application dans les élevages

Dans l'objectif d'une intensification des élevages, les travaux de drainages se développent de plus en plus de manière à améliorer la structure des sols exploités en prairies.

Les producteurs laitiers Nuffield rencontrés ont bien compris l'importance de la rationalisation du parcellaire de pâturage et ont effectués des travaux de drainage (lorsque les conditions et les types de sols y sont favorables) et surtout aménagé les paddocks (clôtures, abreuvement...) et les chemins d'accès.

John Buckley, producteur laitier dans le comté de Bantry exploite 190 ha dont 1/3 de prairies humides. Ces prairies peu productives (3,5 à 4 T MS/ha) avec une flore végétale de piètre qualité pour le troupeau laitier ont orienté son choix vers un système calé sur 2 périodes de vèlages avec une introduction de maïs pour les VL dans le groupe de vèlage hivernal. Les possibilités d'intensification de son système ne pourront se réaliser qu'au travers d'un drainage et un resemis de RGA afin d'obtenir une productivité des prairies plus élevée. Le modèle herbager saisonnalisé n'est pas envisagé sur le moyen terme par l'éleveur car son système actuel permet une répartition plus linéaire des pics de travail.

En Nouvelle-Zélande, le problème de structure du sol est d'autant plus prégnant que les élevages possèdent des cheptels laitiers de taille importante (entre 400 et 900 VL par exploitation) et l'hivernage sous bâtiment n'est pas pratiqué par ces éleveurs pour des raisons économiques (coût de construction d'un bâtiment trop onéreux vis-à-vis de la rentabilité des exploitations). Les producteurs laitiers ont donc dû trouver des solutions alternatives. Bede O'Connor, éleveur laitier à Wespport sur la côte est de l'île du Sud est soumis à une forte pluviométrie sur ses sols peu portants : il a investi dans des paddocks stabilisés pour son cheptel pendant les périodes de pluies abondantes. Comme ses collègues, il conserve une partie de ses surfaces à la fauche pour ensuite distribuer ces fourrages dans ces conditions et préserve ainsi ses sols du piétinement en conditions pluvieuses.

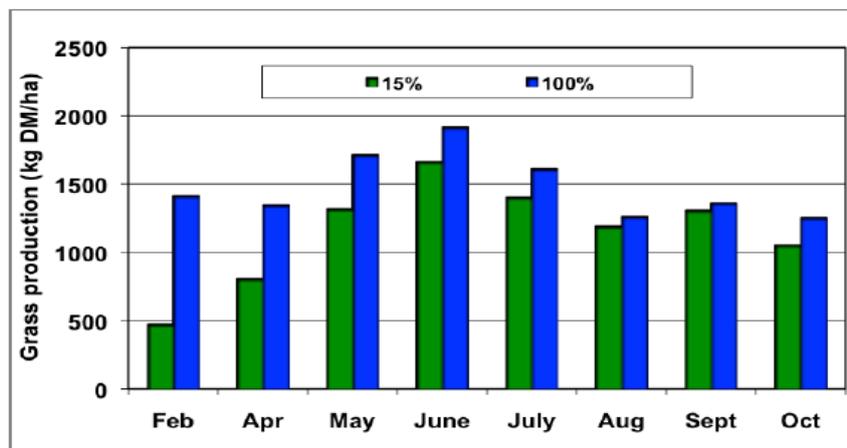
Aux Pays-Bas, la portance sur les sols de type polders sont assez favorables (limons profonds se ressuyant rapidement) et les parcelles sont souvent séparées par des digues que les éleveurs entretiennent régulièrement car elles leur permettent de faire varier le niveau d'eau suivant les conditions météorologiques. Dans le Nord du pays, les sols argileux avec une portance plus faible, la stabulation VL permet d'abriter le troupeau laitier durant les périodes pluvieuses et pendant l'hiver limitant ainsi la dégradation des parcelles. A Dairy Campus de Leeuwarden, les accès aux parcelles sont bétonnés pour faciliter le déplacement des animaux et les parcelles sont divisées en paddocks de 0,5 ha pour limiter le temps de séjour et le piétinement dans chaque parcelle. Un apport de fourrage complémentaire est aussi distribué à l'auge. Les conditions climatiques conditionnent la sortie ou l'hivernage du troupeau en bâtiment afin de préserver la structure des sols.

b) Des resemis de RGA pour maintenir la productivité de la « plateforme herbagère »

A partir de 7 années d'exploitation, la productivité annuelle des RGA diminue de 25% (3 Tonnes de MS par ha) (Dillon, 2014). Une comparaison de productivité a été menée entre 2 prairies

- prairie de 7 ans avec 15% de RGA
- prairie resemée à 100% de RGA

Graphique 2 : comparaison de productivité entre 2 prairies



Source : Dillon et al., 2014

L'écart de productivité se remarque principalement en février lors du démarrage de la saison de pâture ainsi que sur le pic de croissance de l'herbe pour s'atténuer en été.

Chaque éleveur devrait resemer chaque année entre 10 et 15% de leurs prairies pour ne pas pénaliser la productivité de la « plateforme de pâture » (O'Donovan et al., 2010). Ces resemis permettent d'améliorer le fonctionnement global des systèmes laitiers. L'amélioration quantitative et qualitative de la prairie influe sur :

- la date de mise à l'herbe
- le potentiel de chargement VL
- la productivité laitière par VL (+8%)
- la réponse de l'herbe à la fertilisation

Les éleveurs néozélandais ne se fixent pas de délai de renouvellement des prairies mais Dairy NZ a établi un outil d'aide à la décision pour noter l'état de dégradation des prairies. Cette grille échelonnée entre 1 et 5 permet au producteur de décider de la méthode de renouvellement de la prairie.

Tableau 2 : Grille d'évaluation de l'état de dégradation des prairies

Rang	Description	Action suggérée
1	Paddock sévèrement piétiné et endommagé	Planter une culture de printemps en été (radis) et semer un RGA pour l'automne
2	Zones de paddock endommagées avec un fort peuplement d'adventices	Planter une nouvelle culture (radis, chicorée, plantain...) ou procéder à un sursemis de chicorée avec fertilisation d'azote
3	Majorité des paddocks légèrement dégradés avec une baisse de la vigueur de la prairie et présence d'adventices	Appliquer un épandage d'azote estival pour dynamiser la prairie
4	Parties du paddock légèrement abimées	Vérifier la fertilité de la prairie et appliquer un épandage d'azote estival pour dynamiser la prairie
5	Bonne densité de RGA et trèfles	Pas d'action à envisager

Source : Dairy NZ

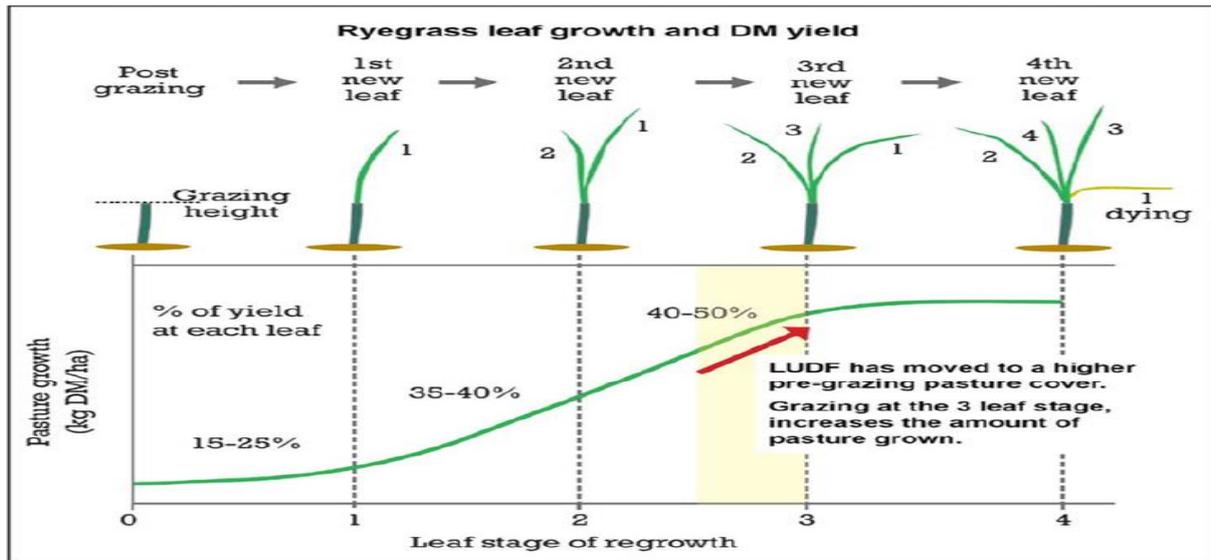
Le choix de la variété de RGA utilisée est essentiel pour augmenter la productivité et la valeur nutritive de l'herbe.

c) RGA : des indexes de sélection sur les critères qualitatifs et quantitatifs

La synchronisation de la courbe de production laitière sur celle de la croissance de l'herbe est essentielle. Le choix de l'espèce d'herbe doit se raisonner en adéquation avec la courbe laitière et permettre des niveaux de croissances importantes au pâturage au printemps tout en fournissant une valeur nutritive (teneur en énergie, protéine, digestibilité...) équilibrée au troupeau.

Le Ray Grass Anglais (RGA), largement répandu en Irlande, aux Pays-Bas et en Nouvelle Zélande présente de multiples avantages : il s'adapte facilement au climat océanique et pluvieux du pays et en outre il cumule aussi une bonne réponse à la fertilisation azotée en termes de productivité. Enfin la perte de la valeur nutritive lors de l'augmentation de la croissance de la plante reste modérée car la majorité des variétés de RGA se lignifient lentement et ont des dates d'épiaisons tardives. L'objectif, pour chaque éleveur, est d'atteindre le stade de 3 feuilles développées lors de l'entrée du troupeau dans chaque paddock de pâture. La souplesse d'exploitation (capacité du RGA à conserver le plus longtemps sa valeur alimentaire et sa digestibilité) est également un critère recherché par les éleveurs laitiers des modèles pâturants car il leur faut avoir un maximum de flexibilité dans la conduite du pâturage de leur troupeau : une teneur élevée en protéine permet de maximiser un niveau de production de matière solide utile élevé et la valeur énergétique du RGA limite l'amaigrissement du troupeau (note d'état corporelle) condition essentielle pour assurer avec succès la conduite de la reproduction du troupeau.

Figure 8 : évolution des différents stades du RGA pour l'optimisation du pâturage



Source : SIDDC Lincoln University

Le choix des variétés se base tout d'abord sur le domaine de la génétique. Deux variantes de ploïdies du RGA se partagent le marché :

- Le RGA Diploïde : largeur de feuilles faibles et taux de MS plus élevé. C'est une espèce davantage privilégiée pour la fauche de parcelles. Elle améliore aussi la densité de l'herbe lors des re-semis
- Le RGA Tétraploïde : largeur de feuilles importantes et taux de matière sèche plus faible. Sa meilleure digestibilité en fait une variété relativement bien adaptée pour le pâturage

Afin de guider les éleveurs dans leurs choix de variétés de RGA, les centres de recherche (TEAGASC, DairyNZ...) expérimentent différentes variétés de RGA et établissent un indice pour chacune d'entre elle : le Pasture Profit Index pour l'Irlande et le Forage Value Index pour la Nouvelle Zélande. Ils résultent de la compilation de différents critères qualitatifs et quantitatifs de la plante évalués et ensuite convertis en profit économique pour l'éleveur. Le catalogue annuel recense différentes variétés de RGA. Deux critères descriptifs sont mentionnés (ploïdie et date d'épiaison) et 5 critères sont évalués et affectés d'une pondération (pourcentage) permettant ainsi de fournir cette valeur économique pour chaque variété :

- La productivité sur la saison de pâturage (31%) : évaluation de la productivité de la plante sur 3 périodes distinctes de pâturage : printemps, été et automne
- La valeur alimentaire (20%) : teneur en énergie de la plante et comportement de développement sur le critère optimum de 3 feuilles développées au pâturage
- L'ensilabilité de la plante (15%) : rendements des RGA à la récolte
- La persistance sur les saisons de pâturage (34%) : évaluation de la productivité de la plante dans le temps (5-6 ans).

## Application dans les élevages

Les éleveurs laitiers choisissent leur variété de RGA en fonction de 3 critères de sélections :

- le mode d'exploitation de l'herbe (pâture ou fauche)
- le niveau de chargement instantané de la parcelle
- les caractéristiques pédoclimatiques de la parcelle

Sean O'Donnel, éleveur laitier Nuffield Irlande près de Cork procède à des mélanges de ploïdie en RGA sur la même parcelle afin de cumuler les avantages de ces 2 espèces.

Pour le pâturage sur les sols portants :

- RGA : mélange 60% tétraploïde et 40% diploïdes

Les tétraploïdes présentent l'avantage de la digestibilité et la valeur nutritives supérieure aux diploïdes. La proportion de diploïde peut légèrement augmenter sur les parcelles de pâture précoce du troupeau en février (limitation du piétinement bovin)

Sur les sols humides (pâturage et fauche) :

- RGA : mélange 30% tétraploïde et 70% diploïdes

Le pouvoir de tallage plus élevé du RGA diploïde et la meilleure résistance au piétinement bovin en conditions humides expliquent la proportion supérieure de celui-ci dans le mélange prairial. Ces prairies sont aussi utilisées en combinaison mixte pâture-fauche.

La date d'épiaison est prise en considération car les différences de cumul de températures entre le Nord (comté du Donegal) et le Sud (comté de Cork) de l'Irlande influent sur le développement de la plante.

Dans les plaines du Canterbury en Nouvelle Zélande, la ferme de Lincoln a fait le choix de cultiver ses prairies en privilégiant le mélange de RGA tétraploïde et du trèfle blanc. 555 VL croisées pâturent sur une surface de pâturage de 160 ha et 16 ha pour l'ensilage d'herbe (3,5 VL/ha) La pluviométrie de 600 mm par an impose une irrigation soutenue pour produire entre 15 et 22 Tonne de MS/ha par an et maîtriser les 21 jours de rotation pour chaque paddock. L'objectif de la ferme est de pouvoir produire un niveau élevé de matière solide utile par ha (500 kg MSU/VL et 1750 kg MSU/Ha soit 20000 l/ha) sans concentré tout en limitant les stocks d'herbe récoltée. L'utilisation de variétés de RGA tétraploïdes permet :

- un rendement à l'entrée des parcelles plus important tout en conservant une qualité d'herbe grâce à l'utilisation de variétés tétraploïdes
- une digestibilité d'herbe supérieure et un niveau d'ingestion par vache plus élevé
- une souplesse d'exploitation de l'herbe plus importante. L'amélioration de la qualité des parcelles de pâture permet au troupeau d'augmenter sa production et surtout de limiter la baisse de la note d'état corporelle durant la lactation.

Cette gestion du pâturage permet d'obtenir d'excellents résultats de reproduction notamment sur le critère du pourcentage de vaches vêlées en 6 semaines et la production laitière annuelle coïncide exactement avec la courbe de la croissance de l'herbe.

L'irrigation présente l'intérêt de pouvoir contrôler la croissance de l'herbe selon les paramètres climatiques (pluviométrie, températures....) et techniques (chargement animal, niveau de fertilisation...).

d) Trèfle blanc avec RGA : un gain économique réel

Le coût de la fertilisation minérale a augmenté en moyenne sur les 10 dernières années de 9% par an sur les 10 dernières années (Phelan *et al.*, 2011). Le nombre restreint de fabricants d'engrais ne contribue pas à la baisse des prix de ventes.

Peu utilisé par les éleveurs laitiers, le trèfle blanc ne semblait pas adapté au modèle unique de pâturage irlandais. Sa faible productivité au printemps vis-à-vis de la fertilisation azotée soutenue explique principalement son absence dans les « plateformes de pâturage ». Il restait néanmoins présent dans les exploitations de bovins viande ou de bovins lait présentant des niveaux de chargement plus faibles.

Le travail de sélection sur sa précocité et sa résistance à des niveaux de fertilisation azotée élevés ont permis sa réintroduction progressive dans les exploitations laitières avec un niveau de chargement élevé.

Les essais menés à Moorepark ont montré que le trèfle blanc fournit chaque année entre 75 et 200 kg d'azote disponible par ha à la prairie (Hennessy *et al.*, 2011)

Le plafonnement du niveau de fertilisation azotée, la fixation de l'azote dans le sol et surtout l'intérêt du trèfle sur la qualité de la prairie en termes de biodiversité et de source protéique expliquent le récent regain d'intérêt pour son utilisation (Mac Auliff, 2015).

Afin de promouvoir l'intérêt du trèfle dans les élevages laitiers, une étude comparative de 3 systèmes de pâturage a été menée à Moorepark sur les saisons 2013 et 2014.

- RGA pur fertilisé à 250 unités/ha
- RGA + Introduction de trèfle avec fertilisation à 150 kg MS/ha
- RGA + Introduction de trèfle avec fertilisation à 250 kg MS/ha

Le trèfle blanc utilisé était une variété réputée résistante à la fertilisation azotée

Sur chaque système, le niveau de chargement VL a été maintenu à 2.74 UGB/ha

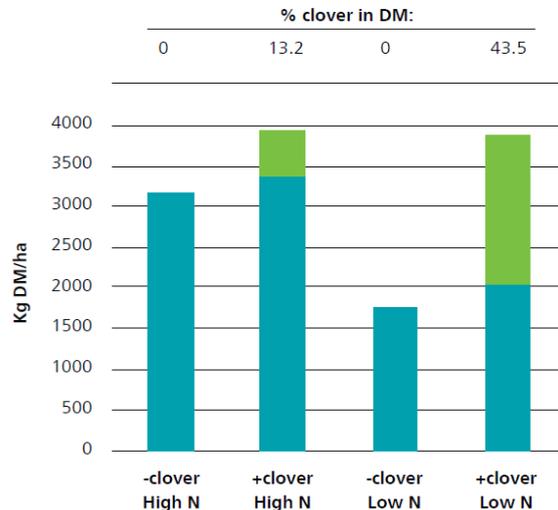
Tableau 3 : résultats en production laitière sur la conduite de prairies RGA et RGA+TB

	<b>RGA 250</b>	<b>TB 250</b>	<b>TB 150</b>	<b>Ecart (1)/(2)</b>
<b>Production fourragère annuelle (kg MS/ha)</b>	14233	14317	14355	Non Significatif
<b>Part de trèfle dans la prairie (en % de la MS)</b>	0	24	27	
<b>Productivité laitière (kg/VL/jour)</b>	20.62	22.05	21.13	
<b>Production totale composition lait</b>	1.58	1.7	1.69	
<b>TB (en %)</b>	4.43	4.47	4.58	
<b>TP (en %)</b>	3.62	3.58	3.61	
<b>Composition accumulée sur la saison de pâture (kg/VL)</b>	454	489	485	+ 33 kg/VL

Source : Phelan *et al.*, TEAGASC 2015

L'introduction de trèfle dans les pâtures de RGA ne pénalise donc pas la productivité des prairies. La productivité fourragère annuelle sur chaque système est restée sensiblement identique mais en revanche le rendement maximal des 2 variétés de trèfle se trouve atteint vers le 7<sup>ème</sup> (TB 250) et le 8<sup>ème</sup> (TB 150) cycle de pâture (Mac Auliff et *al.*, 2015).

Les 7 années d'essais menés en Nouvelle Zélande dans les centres de recherche des régions du Waikato (île du Nord) et du Canterbury (île du Sud) confirment les résultats irlandais avec un net avantage sur le système RGA + Trèfle blanc 42% faible fertilisation azotée. L'introduction du trèfle blanc dans les prairies entre 10 et 40% permet d'obtenir des gains de productivité des prairies comprise entre 1,4 et 3,4 tonnes de MS/ha par an.



Source : Dairy NZ, 2014

Sur le troupeau laitier, pas de variation sur le niveau d'ingestion mais en revanche la production de matière solide utile s'est améliorée sur les prairies RGA + trèfle blanc.

Des préconisations ont toutefois été prises sur les troupeaux laitiers expérimentaux sur les 2 saisons de pâture :

- Pâturage à 3.5 cm sur la 1<sup>ère</sup> rotation
- Retours de parcelle compris entre 18 et 21 jours
- 1200 à 1500 kg de MS par ha avant entrée de parcelle

A niveau de chargement animal équivalent, l'association RGA et trèfle blanc présente 3 principaux atouts :

- des rendements fourragers équivalents
- l'amélioration de la « matière solide utile »
- la réduction de la fertilisation azotée (baisse des charges de fertilisation)

L'intérêt technico-économique démontré par les Instituts de recherche tels que TEAGASC, Dairy NZ et des essais également concluants par AFBI Irlande du Nord vont fortement inciter les éleveurs laitiers des systèmes pâturants à revenir vers cette légumineuse.

En outre, les préoccupations environnementales devenant de plus en plus prégnantes, les éleveurs laitiers seront amenés à raisonner le chargement bovin et le niveau de fertilisation global de leurs exploitations afin de répondre aux prochaines contraintes environnementales européennes ou de l'hémisphère sud.

#### e) Des semis alternatifs pour améliorer la production laitière

Si les RGA et les trèfles composent majoritairement les systèmes herbagers laitiers, d'autres espèces d'herbe présentent aussi des caractéristiques intéressantes dans les exploitations laitières selon les pays que j'ai visités.

Dans les élevages laitiers néerlandais, la fléole des prés est une graminée qui est souvent utilisée associée avec les RGA. Elle présente plusieurs intérêts dans les systèmes hollandais :

- Une bonne productivité pour des fertilisations élevées (8 à 10 tonnes en 1<sup>ère</sup> coupe)
- Une tolérance aux sols à pH bas ce qui la rend particulièrement intéressante dans les sols argileux et tourbeux acides
- Une résistance aux problèmes d'inondations fréquents dans les polders et les sols inondables des Pays Bas

En Australie, le climat chaud et sec du New South Wales oblige à irriguer les prairies en période estivale et demande aussi des prairies résistantes au piétinement pendant les périodes humides. Le Kikuyu, graminée pérenne originaire des pays tropicaux permet une implantation d'une prairie résistante au sec et au piétinement avec un coût d'implantation peu élevé.

Variété de kikuyu



Troupeau laitier pâture des navets



En Nouvelle Zélande, le renouvellement des prairies s'effectue au moment du pic de croissance de l'herbe. Afin de pouvoir intensifier la production laitière, les paddocks les moins productifs sont semés en brassicacées (navet, chou frisé...) ou en betteraves fourragères. Cette technique présente plusieurs avantages :

- Ecrêter le pic de croissance de l'herbe en limitant les stocks d'ensilage et ainsi maîtriser les coûts de récolte (confiée le plus souvent à un prestataire extérieur)
- Affourager le troupeau laitier au champ au moindre coût en limitant les coûts de distribution de fourrages conservés
- Effet bénéfique des racines sur la structure et la porosité du sol qui se tasse progressivement avec l'augmentation du chargement animal à l'hectare

Une fois ces paddocks de brassicacées pâturées, une réimplantation des prairies RGA et trèfle est réalisée afin que la parcelle puisse intégrer de nouveau la plateforme de pâturage.

### Application dans les élevages

Les éleveurs laitiers Nuffield irlandais rencontrés s'avèrent plus réticents à recourir aux prairies associant RGA et trèfle. Ces freins sont essentiellement techniques et pratiques. Tout d'abord la productivité fourragère n'est pas identique au pic de production laitière ce qui complexifie la gestion du pâturage et des stocks fourragers au printemps.

La gestion prévisionnelle de stocks d'herbe journalière au printemps basée sur la mesure des rendements de chaque parcelle est beaucoup plus complexe à réaliser et interpréter.

De plus, la conduite du pâturage par temps pluvieux est beaucoup plus délicate à gérer car le risque de détériorer davantage les parcelles est plus prégnant.

Enfin les rotations courtes 18-21 jours dans chaque parcelle accroissent considérablement les risques de météorisation du troupeau surtout lorsque la part de trèfle dans la prairie atteint son pic (60% de la MS totale de la prairie) sur le 7-8<sup>ème</sup> cycle.

Maire Mac Carthy, productrice laitière (Nuffield 2015) à Innishannon (comté de Cork) possède un troupeau de 350 VL Prim'Holstein. La plateforme de pâturage se situe sur des terres argileuses peu portantes en condition de pluies extrêmes. L'introduction de trèfle sur ses parcelles ne permet pas un pâturage optimisé avec la Prim'Holstein (taille, poids et besoins alimentaires) car le trèfle blanc serait fortement dégradé en conditions de sols humides. Le « on/off grazing » (encadré 1) est pratiqué en condition de pluie modérée et l'hivernage temporaire (concentré et ensilage herbe) en étable est pratiqué en situation de pluies abondantes.

Ben Allomes, éleveur laitier en Nouvelle-Zélande, près de Palmerston North, possède une plateforme de pâturage vallonnée et procède à des programmes de resemis en RGA et TB. Pendant la période d'excédent d'herbe, il détruit les prairies les moins productives et les implante en navet. Les champs plats, une préparation du sol incluant un labour est systématiquement faite alors que les parcelles situées sur les collines sont semées après une destruction chimique par voie aérienne de la prairie. Cette technique lui permet d'assurer chaque année une production fourragère d'environ 15 T de MS par hectare pour alimenter ses 2 troupeaux.

La station expérimentale laitière de Camden, rattachée à l'Université de Sydney, mise sur un modèle de production faiblement saisonnalisée sans hivernage en bâtiment. Les prairies sont implantées en RGA avec des pivots d'irrigation pour les périodes de faible pluviométrie. La variété de Kikuyu assure essentiellement la complémentation fourragère pendant la période d'hiver du troupeau car la couverture du sol de cette plante résiste au problème de portance du sol. Cette plante présente néanmoins l'inconvénient d'avoir une très faible valeur nutritive et ne permet pas de pouvoir maintenir une production correcte du troupeau Prim'Holstein sans complémentation en concentré au DAC.

## 2) Conduite du troupeau : longévité, fécondité et performances comme objectifs

Pour Frank Buckley et Donagh Berry, chercheurs de TEAGASC à la ferme de Moorepark, « *La vache idéale pour l'Irlande est une vache qui produira efficacement de hauts niveaux de composants laitiers à partir de l'herbe pâturée avec un veau par an et peu de problèmes sanitaires* ». Cette phrase résume assez succinctement les objectifs de croissance de la vache dans un mode de production pâturant saisonnalisé.

### a) Des conduites divergentes suivant le type de vache laitière

Les critères d'élevage et les objectifs des producteurs laitiers sont très liés au modèle laitier choisi. Ainsi le type de vache sélectionné sera totalement différent comme l'explique le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : critères de conduite de troupeau selon le modèle de production

	Pâturage et production saisonnalisée	Pâturage complémentation à l'auge et production saisonnalisée
Format de la vache	Trapu	Grand
Race	Jersiaise ou croisée (J.x.F)	Prim'Holstein
Poids (kg de poids vif)	450	600
Capacité d'ingestion (kg MS/j)	13 à 16	20 à 25
Concentré/VL (kg/VL/an)	100 et 400	1800 à 2200
Niveau d'étable	Faible	Elevée
Facultés reproductives	Bonnes	Médiocres
Etat sanitaire	Vache rustique	Vache fragile
Facilité de vêlage	Facile	Modéré à difficile

Le format du troupeau, le degré de spécialisation en production laitière et le niveau de saisonnalité de la production induisent clairement le choix de conduite de l'élevage.

Les modèles de production désaisonnalisés avec des vaches hautes productrices (Pays-Bas) misent sur un affouragement à l'auge permettant de pouvoir viser de hautes performances : la maximisation de la capacité d'ingestion et l'équilibre « azote-énergie » sont donc primordiales. Si le pâturage reste insuffisant pour atteindre de telles performances, la maîtrise du stade de pâturage du troupeau et de récolte de l'herbe en ensilage est essentielle pour maximiser la valeur protéique des prairies. La complémentation individuelle en concentrés est soutenue en Hollande (2 à 2,5 tonnes par vache) avec pour objectif de la réduire les apports de correcteurs azotés (soja...) lorsque la teneur en MAT des ensilages d'herbe est élevée. La recherche d'une ration avec une consommation élevée d'herbe s'explique par un choix de revenir vers un troupeau avec des vaches moins fragiles

pour allonger le nombre de lactations sur leur carrière et ainsi augmenter les tailles de troupeau par une croissance interne tablant sur un taux de renouvellement élevé couplé avec un taux de réforme plus faible. La conduite des génisses de renouvellement est assez soutenue en termes d'objectifs de croissance pour diminuer l'âge au premier vêlage (objectif 24 mois) et limiter la durée de l'élevage considérée comme « improductive ».

Les références sur la conduite du troupeau en modèle pâturant saisonnalisé ont débuté en Nouvelle Zélande et se sont ensuite étendues dans les autres pays suivant le même modèle (Irlande, Australie...). Les techniques d'élevage reposent sur une intensification du chargement bovin à l'hectare avec une conduite simplifiée avec des animaux peu productifs. Ces vaches peu productives produisent un lait plus concentré plus propice à la production de MSU (critère de paiement le plus courant), leurs aptitudes à la reproduction sont nettement supérieures (taux de réussite en IA fécondante, IVV...). Le but est de pouvoir simplifier au maximum la conduite de l'élevage des génisses (de plus en plus délégué à l'extérieur, les « run off »). Enfin ces vaches faiblement productrices sont beaucoup plus adaptées à la technique de la monotraite qu'une vache de race Holstein.

Tableau 5 : critères de vache selon le modèle de production

	Pâturage et production saisonnalisée	Pâturage complémentation à l'auge et production linéarisée
Niveau d'étable	-	+++
Matière Solide Utile	++	+/-
Fertilité et IVV	+++	+/-
Equilibre de la ration	-	+++
Poids de carcasse réforme	+	++
Croissances compensatrices	++	-
Taux cellulaire	++	-/+

Au niveau de l'alimentation, le concentré ne remplit pas le même rôle dans ces 2 systèmes :  
 -dans les modèles désaisonnalisés, le choix du type de correcteur ou concentré de production est réfléchi en fonction des objectifs de production et des analyses de fourrages : il a pour fonction principale d'équilibrer les rations et d'augmenter la densité énergétique dans la ration totale

-dans les systèmes pâturants saisonnalisés, l'apport de concentré se raisonne en fonction des opportunités de prix (VL 18, tourteau palmiste...) et ne sert qu'à pouvoir saturer la panse de la vache lors des périodes de déficit fourrager par rapport à la pousse de l'herbe. Sa distribution permet aussi de pouvoir ajuster les notes d'état corporel des vaches lorsque celles-ci sont faibles. La seconde technique de maîtriser les NEC (ainsi que les résultats de reproduction) reste la monotraite sur le démarrage des lactations des vaches et tout particulièrement les primipares.

## La monotraite : une conduite alternative pour les grands troupeaux

Largement développée en Nouvelle Zélande, cette pratique tend à se développer en Irlande. La motivation de la majorité des éleveurs pour la mono-traite sur leur troupeau reste la diminution de la charge de travail notamment sur la période de pointe notamment pendant les vêlages. Le second intérêt de cette pratique : l'amélioration des résultats de reproduction.

En 2012, 6 éleveurs laitiers irlandais Nuffield ont décidé d'expérimenter la mono-traite sur leurs troupeaux (tableau 6)

Mark Sullivan (comté de Waterford) est l'un des candidats à la mise en place de la monotraite. Son troupeau se compose d'environ 90 VL Holstein X Jersiaises.

Tableau 6 : performances laitières sur 3 années en système mono-traite

	Traite 2 fois par jour (Année N)	Monotraite (1 <sup>ère</sup> année N+1)	Monotraite (2 <sup>ème</sup> année N+2)	Monotraite (3 <sup>ème</sup> année N+3)
<b>Effectif VL</b>	85	87	90	92
<b>Niveau d'étable (kg/VL/an)</b>	4794	3680	4120	4180
<b>TB (%)</b>	4.2	4.37	4.56	4.64
<b>TP (%)</b>	3.54	3.75	3.76	3.77
<b>Matière solide utile (kg/VL/an)</b>	358	274	343	360

Source : Glanbia., 2012

Le passage à la pratique de la mono-traite se traduit par une chute brutale du niveau d'étable du troupeau durant la première année avant de remonter sur les années suivantes. Cette diminution de la productivité laitière par vache améliore les résultats en TB et TP par effet de concentration.

Les résultats de leurs changements de pratiques sont assez similaires sur leurs 3 années d'expérience à savoir :

- Hausse du taux de réussite en 1<sup>ère</sup> IA et diminution du taux de vaches vides
- Augmentation du TB et TP
- Chute de la production laitière par vache entre 20 et 30 %
- Baisse de la consommation de concentré
- Réduction des problèmes de boiteries
- Augmentation du taux cellulaire

Ces résultats confirment les études néo-zélandaises et indiquent que la baisse de production est plus marquée sur les troupeaux de Holstein pur (30%) que sur les races croisés (20%). De plus, les primipares sont davantage affectées par cette chute que les multipares.

### Application dans les élevages

La mono-traite appliquée sur la totalité de la lactation provoque une chute de production laitière non négligeable dans un élevage laitier mais elle peut s'avérer intéressante sur les premiers mois de lactation. En effet, plusieurs bénéfices à cette pratique :

- Moins de perte d'état corporel au moment du pic de lactation et ainsi une amélioration des résultats de reproduction (détection des chaleurs, taux de réussite en 1<sup>ère</sup> IA...)
- Une amélioration de la composition du lait induisant une meilleure rémunération du litre de lait
- Une faible incidence sur le taux cellulaire car la vache en fin de lactation n'est pas concernée par la mono-traite

Kevin Moran, éleveur laitier dans le comté de Galway (Nuffield 2015) possède une centaine de vaches de race Holstein X Jersiaise. L'approche de la mono-traite n'est raisonnée qu'au niveau individuel : elle est pratiquée sur la plupart des primipares et sur les vaches avec des NEC en dessous de 3 au moment du vêlage. Elle n'est pratiquée que dans un temps limité. La complémentation en concentré et en fourrages pâturé et conservé reste identique sur tout le troupeau pour des raisons pratiques de charge de travail.

Ben Allomes conduit un de ses 2 troupeaux laitiers (200 VL) en mono-traite toute l'année. Ce troupeau Kiwi X Jersiaises pâture les parcelles les plus éloignées et les plus vallonnées de sa plateforme de pâturage. Cette technique lui permet d'optimiser la conduite du troupeau et d'obtenir de bons résultats en matière de reproduction, boiteries et état sanitaire global. Sa production chute de 17% par vache mais compte tenu d'un chargement bovin plus important à l'hectare et d'un lait plus concentré en MSU par litre, la baisse sur son troupeau se limite à 10%.

En revanche son taux cellulaire est plus élevé que le troupeau conduit en 2 traites par jour. Enfin, cette stratégie lui assure également une certaine flexibilité dans son planning de travail :

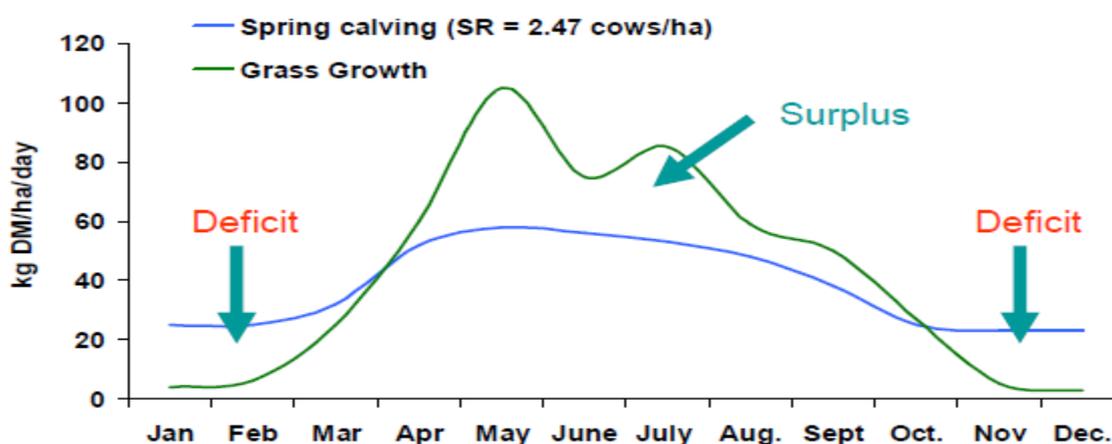
- Se concentrer davantage sur son troupeau principal
- Gestion du personnel de traite et du temps de travail
- Conduite des parcelles de renouvellement

b) Des vaches laitières fertiles et adaptées aux systèmes pâturant

## Une conduite rigoureuse de la reproduction

La courbe production laitière doit être parfaitement synchronisée avec la courbe de croissance de l'herbe. Pour viser cet objectif, la période de vêlage doit être la plus compacte possible : la maîtrise de la reproduction du troupeau est essentielle. Elle reste identique pour l'ensemble des systèmes herbagers saisonnalisés qu'ils soient situés en Irlande, Australie ou Nouvelle Zélande. Pour les pays situés en hémisphère sud, les saisons sont inversées. Afin de mieux cerner la conduite de la reproduction des éleveurs je me suis inspiré de l'exemple des éleveurs irlandais comme le montre le graphique ci-dessous (graphique 9) car les périodes de croissance de l'herbe sont assez proches de celles des éleveurs français.

Graphique 3 : conduite annuelle de la reproduction des VL avec la croissance de l'herbe



Source : Hennessy et al., 2009

Les éleveurs laitiers s'attachent à une conduite technique pointue et attentive sur la conduite alimentaire du troupeau (apports en concentrés et complémentation minérale) sur les premiers mois de lactation. Les IA démarrent entre mi-avril et début mai avec une gestion de la fertilité découpée sur 3 périodes :

- La préparation du troupeau à la mise à la reproduction (4 semaines avant le démarrage des IA).

Des modifications de conduite sur le troupeau, en particulier sur les VL sensibles à la mise à la reproduction. Les éleveurs corrigent la conduite sur les vaches possédant une note d'état corporelle faible soit par une complémentation alimentaire renforcée (ensilage d'herbe ou concentré selon le coût de complémentation) ou par des pratiques limitant l'amaigrissement des vaches (mono-traite jusqu'à la confirmation de gestation)

- La période d'insémination du troupeau laitier

L'observation des œstrus pour l'insémination est cruciale sur cette période. Le taux de réussite en 1<sup>ère</sup> IA détermine la durée d'étalement des futurs vêlages et le stock de génisses

d'élevage pour le renouvellement du troupeau. Cette période s'étale entre 6 et 12 semaines de manière à procéder à une seconde insémination sur les vaches lors de retours en chaleur

- Le « rattrapage » des vaches infécondes par le taureau

TEAGASC et Dairy NZ ont fixé 4 indicateurs de reproduction avec des objectifs à atteindre pour les éleveurs (tableau 5). Les techniciens animant les « groupes herbe » travaillent avec les groupes d'éleveurs laitiers sur la conduite de leurs troupeaux pour atteindre ces objectifs

Tableau 7 : comparaison des critères de reproduction de TEAGASC et de Dairy NZ

<b>Critères de reproduction</b>	<b>Moorepark</b>	<b>Dairy NZ</b>
<b>Période maximale d'insémination (semaines)</b>	12	12
<b>Taux de réussite en 1<sup>ère</sup> IA</b>	90%	90%
<b>% de VL vélées les 6 premières semaines</b>	75%	87%
<b>% de VL vélées les 12 premières semaines</b>	90%	98%

*Source : TEAGASC - Dairy NZ , 2012*

### Application dans les élevages

Dans les élevages laitiers à production laitière saisonnalisée, la conduite de la reproduction du troupeau est essentielle. Les éleveurs Nuffield rencontrés préparent la période d'IA mais avec des méthodes différentes. Pour les cheptels de race croisée Holstein X Jersiaise, les producteurs ne pratiquent pas de complémentation alimentaire individuelle des vaches à risque (faible note d'état corporelle) mais s'orientent davantage vers la mono-traité (individuelle ou sur un troupeau). Les taux de réussite en IA fécondante sont généralement bons (races moins productives donc plus fertiles) et les taureaux de rattrapage (race laitière) ne sont pas souvent utilisés.

Bill O'Keeffe, éleveur laitier Nuffield situé à Ballynoe en Irlande près de Cork, conduit un troupeau unique de 350 VL dont la production est synchronisée sur la courbe de croissance de l'herbe. Pendant la saison d'insémination, la surveillance du troupeau par la détection des chaleurs est systématique. La méthode de détection des chaleurs se base sur des pinceaux de couleur appliqués sur les vaches pour détecter les chevauchements avec des couleurs différentes suivant les catégories de vaches et le stade de reproduction (attente d'IA, 1<sup>ère</sup> IA, 2<sup>ème</sup> IA, confirmée gestante...). Il utilise néanmoins un taureau de rattrapage lorsque les vaches ne sont pas fécondées après la 2<sup>ème</sup> IA. Comme l'ensemble des éleveurs irlandais et néozélandais, les vaches en anoestrus sont traitées et la synchronisation du troupeau est aussi une pratique courante pour le lot de génisses.

Pour les éleveurs en race Holstein en production laitière saisonnalisée, la complémentation individuelle en concentré est plus courante pour corriger la NEC car la Holstein s'adapte mal à la monotraite (problèmes de cellules) et les saillies sont couramment faites avec des taureaux de race viande (Angus, Hereford..) pour augmenter les chances de réussite. Adam Jenkins, possède un troupeau de 800 VL Prim Holstein dans la région ouest de Melbourne et la conduite de la reproduction se joue sur le stade optimum de pâturage couplé à une complémentation en concentré. L'observation de la note d'état corporelle est encore plus importante car la Holstein est plus sensible à l'amaigrissement en début de lactation

L'approche de la gestion de la reproduction pour le troupeau est gérée par les éleveurs en amont sur une stratégie plus globale tels que la sélection de taureaux possédant de bons indexes de fécondité et l'introduction de races plus fertiles par le biais des croisements.

Pour des raisons essentiellement économiques, peu de technologies d'outils de détection des chaleurs (podomètres, colliers Heatbox, Ruminact...) sont utilisés car compte tenu de la taille des troupeaux et de la période restreinte de détection des chaleurs, le taux d'équipement du troupeau serait prohibitif. Seule la station expérimentale de Camden est équipée des outils de détection des chaleurs à des fins expérimentales

## Des indexes de sélection spécifiques selon les modes de production

Dans les modèles laitiers misant sur une production linéaire, la Prim'Holstein est la plus couramment rencontrée. Elle présente de nombreux avantages, notamment celui d'un format adapté à une productivité par vache élevée et une valorisation des ensilages d'herbe ou de maïs avec une complémentation azotée ou énergétique en concentrés

Les schémas de sélection s'attèlent davantage à retenir des critères de sélection basés sur la morphologie (fonctionnalité de la mamelle, capacité corporelle...) et la production laitière. Le PLI (Profit Lifetime Index) est un indexe et dans des pays où l'on dénombre une population de vaches laitières importantes (USA, Canada, France, Allemagne...). Récemment, les CIA ont orienté leurs programmes de sélection grâce aux méthodes basées sur la génomique afin de réduire le temps de testage des taureaux et d'accroître la fiabilité des critères individuels pour chaque taureau sélectionné dans un délai plus court.

A l'inverse pour les modèles laitiers en production saisonnalisée, la vache idéale est « *une vache robuste qui transforme le mieux l'herbe pâturée en lait le plus riche en matière solide utile en respectant le rythme d'un veau par an* » (Cummins et Butler, 2009). La Holstein pure s'avère donc peu adaptée aux modèles de pâturage saisonnalisés :

- capacité d'ingestion importante et peu adaptée au pâturage exclusif
- fertilité plus aléatoire pour obtenir une période de vêlage compacte
- reprise d'état lors de forts amaigrissements en début de lactation est plus difficile
- gabarit inadapté à un pâturage ras et dans des conditions humides extrêmes (risques de dégradation de la prairie)

Les centres de recherche irlandais et néozélandais travaillent sur un format de vache adapté aux systèmes pâturants. Ces derniers, en collaboration avec les centres de sélection de taureaux, ont élaboré un indexe de sélection spécifique : l'EBI (Economic Breeding Index) pour l'Irlande et le BW (Breeding Worth) pour la Nouvelle Zélande. Les critères testés portent sur la production (TB, TP et lait), la morphologie (poids vif, facilité de vêlage ...) et les aspects de reproduction et de santé (fertilité, longévité, taux cellulaire, boiteries...).

La fertilité se hisse au premier rang puisque celle-ci est essentielle pour obtenir des périodes de vêlage compactes permettant de faire coïncider la production laitière maximale avec le pic de croissance de l'herbe. Les critères de production sont davantage centrés sur la matière grasse et protéique puisque les éleveurs sont rémunérés sur la MSU.

Quelques différences dans les schémas de sélection Irlandais et Néozélandais.

En Irlande, les critères de facilité de vêlage et de poids à la réforme sont davantage pris en considération car la taille des troupeaux laitiers est plus importante.

En Nouvelle Zélande, la pratique courante de la mono-traite a imposé le critère d'évaluation du taux cellulaire.

Dans les années futures, l'accroissement de la taille des troupeaux imposera la prise en compte des boiteries car les distances d'accès pour les parcelles seront de plus en plus longues.

## Les croisements laitiers : une pratique de plus en plus répandue

De plus en plus d'éleveurs laitiers dans des systèmes de production saisonnalisée s'orientent vers des croisements de leurs vaches Holstein avec des races laitières plus robustes : la Jersiaise et la Norvégienne Rouge pour l'Irlande et la race Kiwi cross pour la Nouvelle Zélande. Elles sont complémentaires de la Holstein car elles ont la particularité de pouvoir répondre aux critères demandés en termes de format squelettique, de reproduction ainsi sur la composition du lait (Buckley et *al.*, 2010). En outre, le bénéfice de l'« effet d'hétérosis » sur les générations F 1 présente également un intérêt.

En Nouvelle Zélande, la race Kiwi développée depuis ces dernières années représente 42% de l'effectif total du troupeau laitier national.

Une étude comparative, entre croisements et races pures, menées par TEAGASC (tableau 6) confirme l'intérêt des croisements en troupeau laitier sur les critères de production de matière solide utile et de reproduction.

Tableau 8 : intérêts techniques de la Norvégienne Rouge sur les croisements

Critères production laitière	Holstein Friesen (HF)	Norvégienne Rouge (NR)	Holstein X Rouge Norvégienne
Niveau d'étable individuel (kg/VL/an)	6464	5977	6269
TB (en %)	3.94	3.93	3.93
TP (en %)	3.47	3.49	3.50
Taux cellulaire (1000 cellules/ml)	165	131	132
<b>Critères fertilité</b>			
Taux de réussite en 1 <sup>ère</sup> IA (%)	49	56	57
Taux de réussite en 2 <sup>ème</sup> IA (%)	56	67	67
Taux de réussite en 3 <sup>ème</sup> IA (%)	83	89	88
Intervalle vêlage / IA Fécondante (jours)	86	84	82
Nombre d'IA / IA Fécondante	1.72	1.57	1.57

Source : (Noreen Bengley., 2009)

Les résultats de cette expérimentation sont confirmés par des résultats économiques issus d'une étude Nuffield menée dans des exploitations laitières sur une simulation de prix du lait à 270 €. Les produits issus de croisements race Holstein et Jersiaises vis-à-vis des ascendants purs se distinguent notamment sur les 5 critères suivants:

- production laitière
- fertilité
- efficacité alimentaire
- rusticité
- profit économique

Tableau 9 : incidences technico-économiques du croisement sur les troupeaux lait

	Races de viande				
	HF	Jersiaise	HF X J	N R	NR X HF
Production laitière totale (kg/an)	543916	480087	510032	542073	555302
Effectif VL	96.3	113.8	96.7	98.6	95.9
SFP	40	40	40	40	40
Chargement (UGB/ha)	2.28	2.7	2.34	2.38	3.32
Prix du lait (€/1000 l)	306.8	381.2	354.7	305.2	305.2
Coût du travail (euros)	27760	32811	28468	29005	28230
Coût de concentré (euros)	5953	7037	6442	6564	6389
Réformes troupeau (euros)	28675	22296	21674	26097	26401
Coût de renouvellement (euros)	38904	45982	26935	27447	26715
Charges totales (euros)	149852	167089	137786	139708	137268
Vente lait (euros) prix à 270€/1000 l	158675	172816	171790	157726	161223
Profit/ kg MSU (euros)	0.92	0.65	1.29	1.09	1.23
Profit par ha (euros)	938	711	1392	1090	1259

Source : Nuffield, 2012

L'augmentation du chargement bovin par ha se traduit par un accroissement de la production laitière par hectare. Des essais comparatifs menés à la station expérimentale de Curtins (centre de recherche de TEAGASC) entre Holstein pures et croisées jersiaises avec 3 seuils de chargements différents confirment l'intérêt des races croisées dans ces systèmes laitiers basés sur le pâturage.

Tableau 10 : Comparaison technique des races sur 3 niveaux de chargements

Chargement (VL/Ha)	Faible		Moyen		Elevé	
Nombre VL	22	23	23	24	23	24
VL/ha	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4
Race	HF	JX	HF	JX	HF	JX
Hauteur herbe sortie parcelle	4.5	4.5	4	4	3.5	3.5
<b>Rendements laitiers</b>						
Lait par vache Kg/VL	5406	4925	4920	4638	4785	4556
Chargement lait (kg/ha)	12926	12359	14365	14141	15801	15523
<b>Composition lait</b>						
Kg/VL	441	442	403	415	388	402
Kg/ha	1054	1109	1177	1265	1282	1371

Source : Fitzgerald et al., 2015

L'essai du troupeau de Jersiaises croisées avec un seuil de chargement élevé se distingue des autres essais. Trois conclusions peuvent en être déduites :

- Un niveau de productivité/VL plus faible qu'en Holstein pure
- Une production de MSU par ha supérieure (+88 kg sur les chargements bovins moyens et élevés) résultant d'un chargement plus élevé de VL sur la même parcelle
- Un chargement lait/ha quasi équivalent qu'avec des Holstein pure

Les résultats de reproduction sont meilleurs pour la Jersey croisée car même si elle reste moins productive en lait, elle mobilise les apports énergétiques des fourrages et concentrés vers la reconstitution des réserves corporelles ce qui permet d'améliorer l'expression des chaleurs (amélioration de l'IA fécondante et réduction du nombre de vaches vides). Concernant la comparaison des différents seuils de chargement, les hauteurs de sortie des lots à chargement élevé favorisent une consommation d'herbe plus riche en énergie favorable également à la reprise d'état corporel (Fitzgerald et *al.*, 2015).

Croisements de vaches laitières en Irlande, Nouvelle Zélande et Ecosse



### Application dans les élevages

Brian Rush (Nuffield 2015), éleveur laitier spécialisé de 150 VL récemment installé à Carbury (comté de Kildare) a construit son système sur un schéma « low cost » saisonnalisé et se fixe comme objectif de développer l'atelier lait et d'accroître la taille de son cheptel en intensifiant le chargement animal sur sa plateforme de pâturage. La sélection de son élevage via l'utilisation de taureaux améliorateurs indexés par l'EBI et plus récemment le recours aux croisements avec des races plus rustiques (Jersiaise et Rouge Norvégienne) sont les pistes incontournables pour garantir la rentabilité de son système. Les investissements réalisés sur l'aménagement des paddocks (drainage, clôtures...) et des parcours d'accès aux parcelles sont aussi destinés à permettre d'augmenter le chargement bovins au printemps et en été au pâturage. L'élevage des génisses va être à terme délégué à l'extérieur.

Ces orientations d'ultra-spécialisation des élevages dans la conduite unique d'un troupeau de vache laitière est largement développé en Nouvelle Zélande avec à la clé une optimisation du chargement lait sur la plateforme de pâturage : l'élevage est soit localisé sur des parcelles lointaines ou confié à d'autres éleveurs (le « run off »)

Ces orientations de races ne sont en revanche pas retenues par les éleveurs laitiers mixtes avec des ateliers d'engraissement car les formats de vaches types Holstein permettent d'obtenir des veaux de meilleure conformations présentant de meilleures aptitudes bouchères à la réforme. Il en est de même pour les systèmes laitiers calés sur 2 périodes de vêlages car les VL en début de lactations en hiver valorisent mieux les fourrages conservés.

Philip MC Carthy, producteur laitier et allaitant (comté de Cork) gère un troupeau de 55 VL Prim'Holstein dans un système calé sur 2 périodes de vêlages avec une ration hivernale à base d'ensilage d'herbe et de maïs. Sur la période hivernale, la capacité d'ingestion est essentielle pour valoriser un maximum de fourrage dans la ration et limiter le recours aux concentrés. Les critères de sélection des taureaux améliorateurs sont davantage orientés vers la production laitière et la composition du lait. Il utilise donc des taureaux améliorateurs testés dans des centres de sélection en Irlande du Nord ou en Grande Bretagne indexés sur l'index PLI (Profitable Lifetime Index).

Trevor Alcorn, (Nuffield 2015) gère un troupeau de 200 VL Prim'Holstein à Omagh (Irlande du Nord) dans un système de production désaisonnalisée demandé par sa laiterie. Son système herbager s'apparente aux exploitations spécialisées herbe françaises avec un hivernage de 5-6 mois en bâtiment (distribution d'ensilage d'herbe à l'auge). Le chargement animal y est cependant élevé (environ 3 UGB/ha) et la proximité de routes ne permet plus de maximiser la production laitière des vaches uniquement sur le pâturage. L'intensification des volumes s'est également traduite par un accroissement de la productivité des vaches (8500 L/VL) ainsi que du chargement bovin. La race Holstein pure avec une capacité d'ingestion élevée permet d'atteindre une complémentation en concentré à 7 kg brut/VL/jour pour équilibrer en énergie et protéine les 22 kg de ration totale ingérée.

### 3) Une gestion de l'herbe pointue tout au long de la saison de pâturage

« *Convertir l'herbe en argent* », tel est le message que véhiculent les chercheurs de TEAGASC et Dairy NZ à leurs éleveurs laitiers. Le développement des nouveaux outils de gestion et la volonté des producteurs d'augmenter leur production laitière ont fortement motivé les éleveurs laitiers à optimiser la conduite de la production laitière saisonnalisée. Les modèles de conduite du pâturage développés par Dairy NZ et TEAGASC sont assez similaires à la seule différence que les troupeaux irlandais hivernent en bâtiment sur une courte période contrairement au cheptel de l'hémisphère sud. Les observations développées ci-dessous s'inspirent de la gestion du pâturage en Irlande. Dans ces systèmes, l'objectif est d'atteindre les 300 jours de pâturage pour la lactation entière pour le troupeau laitier. Le modèle de conduite du pâturage irlandais va être développé ci-dessous.

#### a) Les outils de conduite du pâturage

**« La saison de pâturage démarre en automne... la gestion du pâturage de cette période est primordiale pour assurer un pâturage optimisé au printemps et en été »**  
(Deirdre Hennessy, TEAGASC)

#### 1<sup>ère</sup> période : le planning rotationnel automnal « Autumn Rotational Planner »

Pour cette saison de pâturage deux objectifs sont à atteindre :

- Maximiser la période de pâturage du troupeau laitier sans pénaliser la saison de pâture suivante
- Terminer la saison de pâturage avec une couverture d'herbe suffisante

Des dates de principe ont été retenues avec des recommandations sur le pâturage (elles sont à ajuster en fonction des courbes de températures variables suivant les régions)

Tableau 11 : indicateurs d'objectifs sur le pâturage automnal

Dates	Pourcentage de la plateforme pâturage pâturée
10 octobre	Dernier démarrage cycle de pâture
7 novembre	60% de la surface pâturée et fermée : 40% de la surface à pâturer jusqu'au 1 <sup>er</sup> décembre
1 <sup>er</sup> décembre	Hivernage complet du troupeau laitier

Source : Kennedy et al., 2009

Le ratio 60% pâturés/40% non pâturés début novembre est essentiel pour préserver la croissance de l'herbe sur la saison suivante de pâturage : il s'agit donc d'ajuster le plus précisément possible le chargement du troupeau laitier sur la plateforme de pâturage pour ne pas surpâturer et pénaliser la future croissance de l'herbe (Kennedy et al., 2009).

## 2<sup>nde</sup> période : le pâturage rotationnel du printemps

Le démarrage de la saison de pâture intervient généralement autour du 1<sup>er</sup> février. La croissance de l'herbe est en phase progressive ce qui nécessite une complémentation en concentré et en fourrage conservés du troupeau laitier (2 kg de concentré énergétique/VL/jour en moyenne). Chaque éleveur se doit de bien ajuster le chargement de son troupeau en fonction de ses surfaces de pâtures afin de respecter les ratios suivants.

Tableau 12 : ratios d'objectifs pour le pâturage an printemps

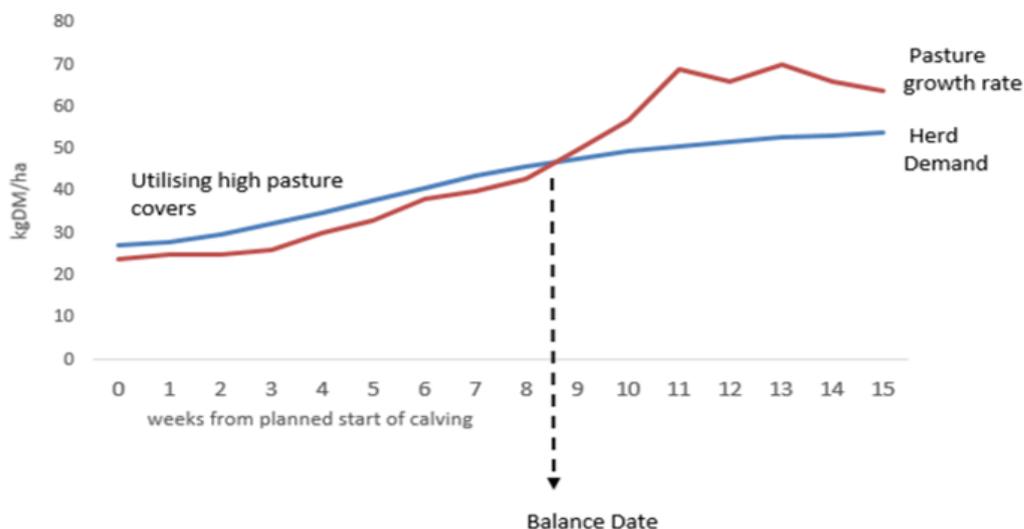
Dates	Pourcentage de la plateforme pâturage pâturée
1 <sup>er</sup> février	Démarrage pâturage (0 % pâturé)
1 <sup>er</sup> mars	33%
17 mars	66 %
7-10 avril	100 % (démarrage second cycle)

Source : Kennedy et al., 2009

### Atteindre le « Magic Day » : l'équilibre idéal entre l'offre et la demande

Cette technique permet aux éleveurs d'obtenir une croissance soutenue sur l'ensemble de la saison de pâturage. L'objectif principal est de ne pas pâturer au-dessous de 3.5 cm en sortie de parcelle pour ne pas pénaliser la croissance suivante. Cette première période s'achève avec le « Magic Day » (ou « Balance Date » en Nouvelle Zélande) correspondant à l'équilibre théorique « parfait » entre le stock d'herbe présent sur la plateforme de pâturage et les besoins alimentaires du troupeau laitier (graphique 10)

Graphique 4 : détermination de la « balance date » (ou « magic date »)



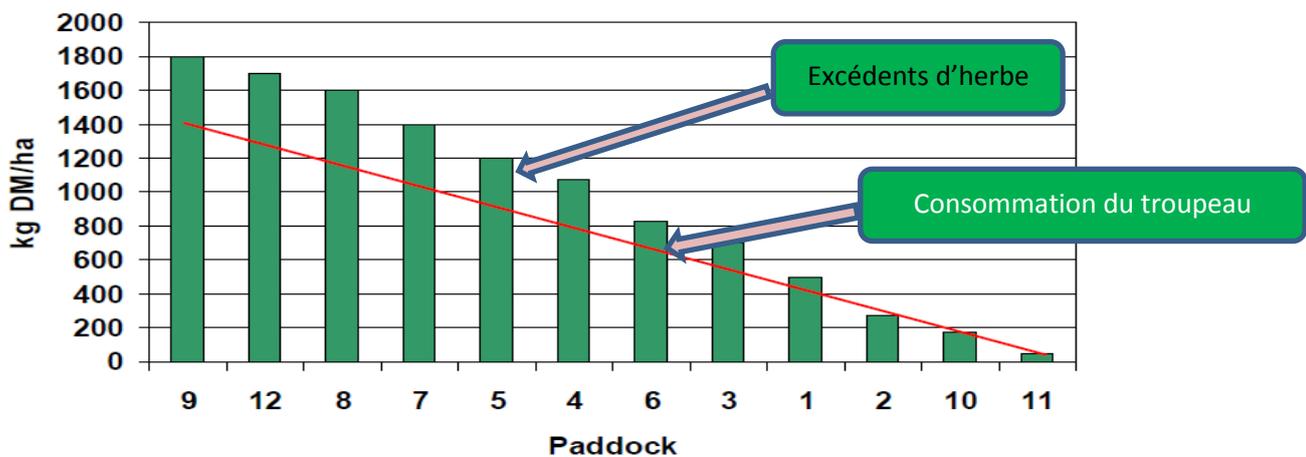
Source : Kennedy et al., 2009

### 3<sup>ème</sup> période : la gestion des stocks d'herbe disponible par la « wedge » (la règle)

Cette période impose aux éleveurs de moduler la gestion des paddocks en fonction de la vitesse de croissance de l'herbe sur des objectifs d'intervalles de rotation de 21 jours pour chaque parcelle. La consommation journalière d'herbe avoisine les 17 kg de MS/VL/jour ce qui correspond à une production d'herbe comprise entre 1300 et 1600 Kg de MS/ha.

La « Wedge » est représentée sous forme d'un diagramme avec des bâtonnets. Chaque bâtonnet représente le rendement en herbe estimé d'un paddock. La demande du troupeau correspond à la règle tracée entre le premier et le dernier paddock de chaque parcelle.

Graphique 5 : « wedge » à atteindre pour un pâturage optimisé



Source : Kennedy et al., 2009

Un pâturage optimisé se traduit par une bonne adéquation entre les rendements et la consommation du troupeau. En réalité, l'éleveur se trouve confronté à 2 situations :

➤ Situation d'excédent d'herbe

Une production d'herbe excédentaire par rapport à la demande du troupeau : une parcelle pourra être récoltée en enrubannage puis être remise en pâture sur le cycle suivant.

Cette situation est fréquemment rencontrée au printemps après la « Balance Date » lorsque la courbe de l'herbe atteint son pic de croissance.

➤ Situation de déficit herbager

En production déficitaire d'herbe (croissance ralentie) par rapport à la demande du troupeau, une complémentation plus importante en concentrés et en fourrages conservés du troupeau s'avère nécessaire pour équilibrer les besoins alimentaires du troupeau. Cette situation est souvent rencontrée lors de saisons très humides ne permettant pas de récolter les parcelles de fauche retardant leur réaffectation dans la plateforme de pâturage.

La « wedge » ne comptabilise que les parcelles affectées à la « plateforme de pâturage ». Les éleveurs doivent également constituer des réserves hivernales pour ne surtout pas pénaliser la gestion du pâturage automnal. Les parcelles initialement dédiées à l'ensilage apparaissent ensuite dans la « wedge » lorsqu'elles sont réintégrées dans la plateforme de pâturage.

## b) Des outils de pilotage du pâturage « Hi-Tech »

Les éleveurs laitiers qu'ils soient en production laitière linéaire ou saisonnalisée ont pour objectif d'accroître leur production par la voie de l'intensification de leurs exploitations. Ils ont compris l'intérêt porté à des mesures fréquentes et précises des hauteurs d'herbe de chaque paddock pour calculer leurs stocks d'herbe hebdomadaires et établir la balance entre l'offre fourragère et la demande du troupeau laitier. La maîtrise de la gestion de la plateforme de pâturage s'avère donc essentielle pour privilégier ce système.

Chaque éleveur doit donc MESURER la hauteur d'herbe (ou peser des échantillons) et CALCULER le stock d'herbe disponible.

### MESURER la hauteur d'herbe

Elle se réalise suivant différentes techniques :

L'observation visuelle : elle est rapide mais nécessite une bonne expertise de la part de l'éleveur car les écarts entre le stock d'herbe réel et calculé peuvent être importants et induire en erreur l'éleveur sur sa gestion du pâturage.

L'herbomètre électronique : il convertit les hauteurs d'herbe compressée par le plateau en rendements. En Nouvelle Zélande, l'herbomètre est gradué en clicks (1 cm= 2 clicks) qui converti les hauteurs en rendement MS par ha. Plus précis que l'observation visuelle, les estimations des stocks disponibles par paddock sont plus aléatoires lorsque les taux de MS de l'herbe oscillent fortement suite à des conditions climatiques extrêmes (pluies abondantes ou sécheresse estivale) ou dans le cas d'associations de prairies RGA + trèfle blanc ou de prairies multi-espèce. Des herbomètres électroniques à ultrasons sans plateau sont récemment apparus : ils mesurent la densité de l'herbe sur un couvert non compressé.

La tondeuse et le peson : cette méthode est plus précise mais assez fastidieuse car il faut bien identifier dans chaque paddock l'endroit le plus représentatif de la parcelle. La coupe du carré d'herbe et sa pesée sont très chronophages : il faut le répéter dans l'ensemble des parcelles. Cette pratique est surtout rencontrée dans les élevages irlandais.

Le « pasture reader » : outil de calcul du stock d'herbe non compressée via l'envoi d'ultrasons dans l'herbe n'est pas ou très peu utilisé en Irlande et en Nouvelle-Zélande car il est extrêmement coûteux et n'est pas considéré comme suffisamment précis par les chercheurs de TEAGASC ou Dairy NZ.

### CALCULER l'offre d'herbe pour les besoins du troupeau

L'éleveur peut le calculer manuellement ou via des logiciels informatiques TEAGASC, Dairy NZ et des firmes privées irlandaises et néo-zélandaises (Agrinet, LIC...) développent des outils informatiques pour affiner le pilotage du pâturage. De plus en plus d'éleveurs s'équipent de ces systèmes qui leurs permettent d'être plus réactifs pour le calcul des stocks d'herbe disponibles. Des comparaisons avec l'historique des données des années antérieures ainsi que la mise en réseau avec les données avec des producteurs laitiers voisins ayant des caractéristiques pédoclimatiques assez similaires sont aussi proposées.

Outils de mesure (herbomètre, tondeuse, pasture reader) et de calcul (plaquette et logiciel Agrinet) du stock d'herbe



## Modèles de production bi-saisonnalisés

Lorsque la plateforme de pâturage est insuffisante par rapport au chargement du troupeau, la période de vêlages est scindée en deux : 50% des VL pour la saison de pâturage et 50% en hiver. Ce système engendre des coûts supplémentaires :

- Charges opérationnelles : alimentation essentiellement à base de fourrages conservés avec une complémentation en concentrés pour les vêlages hivernaux
- Charges de structure : stabulation suffisamment confortable pour les vaches en lactation en hiver)

Outre une charge de travail plus équilibrée sur l'année, ce système est plus flexible car il permet de recycler des vaches infertiles sur une seconde période de vêlage.

Ces systèmes se rencontrent le plus souvent sur la région de Cork où l'accès au foncier est très difficile et où il est aussi possible de cultiver des parcelles de maïs ensilage (indices maïs précoces, plasticulture) mais également en Irlande du Nord (ou les zones limitrophes) dont les producteurs produisent depuis plusieurs années dans un contexte post-quotas.

### Application dans les élevages

Les instituts de recherche et firmes privées ont développé leurs propres outils d'aide à la décision. Ces outils permettent soit de mesurer les rendements en herbe d'une parcelle ou d'agrèger des données de mesures pour simuler un rendement en herbe global et fournir des pistes ou ébauches de solutions.

Aux Pays-Bas, Pietr Thibaudier, éleveur dans la zone de la Frise, conduit une centaine de vaches laitières. La ration du troupeau se compose d'herbe pâturée complétée par une ration à l'auge (ensilage maïs et herbe avec du concentré). Pietr s'est équipé d'un Pasture Reader. Cet équipement fixé en avant du quad permet par l'envoi d'ultrasons en direction du sol de pouvoir calculer instantanément la densité d'herbe. La vitesse de retour des ultrasons permet de distinguer la densité de la prairie et la moyenne des résultats permet d'obtenir une estimation du rendement de la parcelle. Des paramètres de réglages permettent d'ajuster la mesure en fonction du type de prairie.

En Irlande, chez David Murphy, la mesure hebdomadaire des parcelles se fait de manière empirique avec une tondeuse et un peson pour déterminer le rendement de l'échantillon. La majorité des éleveurs laitiers que j'ai rencontrés en Irlande effectuent leurs mesures de rendements en herbe à l'aide d'une tondeuse et d'un peson.

L'herbomètre électronique est davantage utilisé dans les pays de l'hémisphère sud (Australie et Nouvelle Zélande) ainsi qu'en Irlande du Nord et Ecosse. Les éleveurs rencontrés reconnaissent sa rapidité pour effectuer les mesures et la précision des mesures sur une prairie mono-spécifique grâce à son plateau déterminant la hauteur d'herbe compressée (ou par la mesure des courants magnétiques). Des herbomètres à ultrasons sans plateau sont utilisés par des éleveurs laitiers dans l'état du Victoria en Australie.

Je n'ai pas rencontré de système de mesure par satellite ou via un drone lors des différentes rencontres en station expérimentale ou chez les éleveurs les plus à la pointe de l'innovation.

En revanche, les centres de recherche (TEAGASC...) ou les firmes privées (AgriNet, LIC Minda...) ont développé des applis de simulation de la gestion du pâturage. En effet, les mesures des échantillons de chaque parcelle sont ensuite enregistrées dans un logiciel de calcul du rendement de chaque parcelle permettant construire instantanément la wedge et confronter le rendement d'herbe disponible avec les besoins du troupeau. Certains logiciels (ou applis) mettent en réseau l'ensemble des résultats des différents éleveurs abonnés pour constituer des groupes « herbe » dans lesquels chaque éleveur adhérent peut comparer ses résultats avec ceux d'un voisin possédant des caractéristiques pédoclimatiques similaires.

Des recommandations techniques sont diffusées via différents canaux (groupes techniques, presse, sites internet...). Les valeurs sont assez homogènes mais nécessitent toutefois quelques ajustements en fonction :

- des conditions météorologiques (somme des températures, pluviométrie...)
- du potentiel productif des sols et des prairies
- du troupeau (gabarit VL, résultats fécondité...)
- du système d'exploitation (chargement à l'hectare, périodes de vêlages, complémentation du troupeau...)

<b>Recommandations pratiques sur la saison de pâturage</b>	
<b>Irlande (comté de Cork)</b>	<b>Nouvelle Zélande (région Canterbury)</b>
<b>Objectifs :</b> - 2,9 VL/ha - 16 kg MS/VL/jour - concentré 400 kg/VL/an - 450 kg MSU/VL - 1300 kg MSU/ha - RGA diploïde (12 TMS/ha)	<b>Objectifs :</b> - 3,5 VL/ha - 18 kg MS/VL/jour - concentré 200 à 400 kg/VL/an - 500 kg MSU/VL - 1750 kg MSU/ha - RGA tétraploïde-trèfle blanc (15 TMS/ha)
<b>Début de saison (début vêlage février)</b> - Planning rotationnel - Complémentation VL (concentré ou ensilage herbe) - Hauteur sortie cible : 3,5 cm - « Magic day » : autour du 20 avril - On/off grazing avec stabulation	<b>Début de saison (début vêlage juillet)</b> - Planning rotationnel - Complémentation VL (concentré, ensilage herbe ou maïs) - Hauteur sortie cible : 1350-1500 kg/ha - « balance day » : autour du 20 septembre - On/off grazing avec paddock stabilisé
<b>Milieu de saison (avril à septembre)</b> - Gestion du pâturage avec la « Wedge » - Pâturage au stade 2,5 à 3 feuilles - Entrées de parcelles comprises 1300 à 1600 kg de MS/ha de stock d'herbe utilisable pour les VL (au-dessus de 4 cm) - Viser 16 kg de MS ingérée par VL - Stock d'herbe disponible : 160-200 kg/VL - Peser l'herbe car taux de MS plus élevé	<b>Milieu de saison (octobre à mi-janvier)</b> - Gestion du pâturage avec la « Wedge » - Pâturage au stade 2,5 à 3,5 feuilles - Hauteur entrée parcelles comprises 1800 à 2100 kg de MS/ha de stock d'herbe utilisable pour les VL (au-dessus de 4 cm) - Viser 17-18 kg de MS ingérée par VL et 12 Mégajoules - Peser l'herbe car taux de MS plus élevé
<b>Automne</b> - Planning de rotation automnal - Stock d'herbe disponible : 400-450 kg/VL - Ratio pâturage 60/40 début novembre avant hivernage en bâtiment du troupeau	<b>Automne et hiver</b> - Planning de rotation automnal - Stock d'herbe disponible : 400-450 kg/VL - Gestion pâturage avec paddocks stabilisés

c) Les « stand-off pads » ou paddocks stabilisés et la technique du « on/off grazing »

En Europe, la majorité des troupeaux laitiers hivernent en stabulation durant l'hiver (ou lors de fortes pluies) procurant ainsi une période de repos pour les prairies. En Australie et en Nouvelle Zélande, la taille importante des troupeaux laitiers (entre 400 et 900 VL par exploitation) contraint les éleveurs à laisser le troupeau en extérieur toute l'année (la construction d'une stabulation n'est pas envisageable pour des raisons économiques). Les producteurs laitiers ont donc dû développer des solutions alternatives pour éviter la dégradation des sols en situations climatiques défavorables.

Lors de conditions de pluies excessives, cette conduite s'articule autour de « paddocks stabilisés » (ou « stand-off pad »). Ce sont des emplacements dédiés au rassemblement de l'ensemble du troupeau laitier afin d'éviter la dégradation des prairies.

Le paddock stabilisé peut être plus ou moins élaboré suivant sa fonction :

- stocker le troupeau durant un temps limité
- affourager périodiquement le troupeau
- hiverner le troupeau

Ces structures ne sont pas développées dans l'ensemble des exploitations laitières australiennes et néozélandaises car si elles présentent des intérêts en termes de gestion du pâturage, elles génèrent des charges supplémentaires (tableau 13)

Tableau 13 : avantages et inconvénients des paddocks stabilisés (stand-off pads)

Avantages	Inconvénients
Moins de piétinement des pâtures	Coût initial de construction
Davantage d'herbe au printemps comparé à l'hivernage extérieur sur paddock	Davantage de temps de manipulation entre les pâtures et les « stand-off pads »
Gestion facilitée du troupeau pendant les périodes hivernales pluvieuses	Coût et temps relatif à l'entretien des paddocks stabilisés
Stress moindre pour le producteur laitier durant les aléas pluvieux	Réduction du niveau de fertilisation sur les paddocks (en fonction des effluents stockés)
Capacité à maintenir des rotations longues de prairies	Disponibilité et coût du recouvrement du sol des stands-off (copeaux de bois, aire de couchage des VL...)
Eviter les travaux coûteux de drainage	Risque de mammites (coût de traitement), avortements par bousclement des vaches)
Réduire les pâturages sur des troupeaux éloignés	Risques de boiteries
Disposer d'un endroit approprié pour les vêlages difficiles en plein pic de vêlage	Davantage d'effluents à épandre sur les parcelles

Source : Dairy NZ, 2014

## Application dans les élevages

Murray Richard, producteur laitier dans la région de Whangarei, au Nord d'Auckland, gère un troupeau d'environ 900 VL sur ses prairies avec une production laitière fortement saisonnalisée. Ses sols argileux posent des problèmes de portance lors de forte pluviométrie. Tout comme ses collègues éleveurs, il pratique le « on/off grazing » (pâturage sur une durée limitée dans la journée, voir encadré 3) et pilote son pâturage ainsi que la portance des sols par l'utilisation d'un paddock stabilisé. L'auge d'alimentation est couverte et l'aire d'exercice (2,5 – 3 m<sup>2</sup>/VL) est couverte avec des caillibottis au sol permettant une alimentation du troupeau laitier hors sol. L'éleveur l'utilise pour distribuer son ensilage (herbe ou maïs) ainsi qu'en aire de repos pour les vaches souffrant de boiteries. « *Ce feed-pad est essentiel pour piloter mes pâtures et me permet d'éviter la dégradation des sols en conditions pluvieuses et de maintenir une bonne productivité des prairies* » affirme Murray.

Ben Allomes a aussi décidé de construire un « feed-pad » moins élaboré car le management de son élevage contribue à éviter la dégradation des prairies. Il a adopté une conduite de son troupeau en 2 lots : un lot de VL en début de lactation (400 VL) conduites sur 2 traites quotidiennes et un lot de vaches conduites en mono-traite.

Son paddock stabilisé est constitué de copeaux de bois et l'auge est uniquement couverte. Cependant celui-ci lui permet aussi plus de flexibilité dans la conduite de son pâturage.



Feedpad simplifié sans couverture de l'auge



Paddock stabilisé avec couverture intégrale

En Nouvelle Zélande, ces infrastructures sont de plus en plus présentes dans les exploitations laitières notamment dans les élevages laitiers situés dans les zones à forte pluviométrie (Ile du Nord, côte ouest de l'île Sud) et dans les élevages très intensifs avec un haut chargement bovin à l'hectare ou des exploitations pratiquant une complémentation d'ensilage à l'auge (ensilage de maïs au nord d'Auckland). Ces équipements présentent moins d'intérêt dans les pays européens où les stabulations jouent le même rôle et dans les zones moins pluvieuses (New South Wales et plaines du Canterbury) car la gestion des prairies se fait grâce à l'irrigation maîtrisée par pivots.

### Le « on/off grazing » : une alternative de pâturage en conditions climatiques extrêmes

Le démarrage précoce de la saison de pâturage (mi-février) se traduit par une période de pluviométrie importante. Afin de ne pas dégrader les prairies peu portantes lors de pluies abondantes, les éleveurs laitiers adoptent généralement la pratique du « on/off grazing ». Cette technique consiste à sortir le troupeau laitier sur les parcelles de pâtures quelques heures après chaque traite (matin et soir) et de les rentrer ensuite avant que le troupeau ne dégrade considérablement les prairies. La durée du pâturage extérieur est conditionnée à de nombreux critères pédoclimatiques (portance du sol, intensité des pluies, type de prairie, format du troupeau...). La rentrée provisoire en étable ne s'accompagne pas automatiquement de distribution de fourrages conservés en appoint.

Le site de Moorepark a étudié cette technique avec 3 variantes du « on/off grazing » et confronté celles-ci avec un lot témoin de pâturage à temps plein.

Etude portée sur 52 VL Prim'Holstein en début de lactation (1 mois) durant 30 jours (25/02 au 30/03).

Tableau 14 : comparaison de différentes techniques de « on/off » grazing

	Pâturage Temps plein (22 h)	Pâturage 2*4.5 heures	Pâturage 2*3 heures	Pâturage 2*3 h + ensilage herbe
Ingestion herbe (kg MS/VL/jour)	11.8	11.7	12.2	9.6
Ingestion totale (kg MS/VL/jour)	14.8	14.7	15.2	16.6
Temps d'un cycle de pâture	8.1	2.9	2	2.3
Durée accès pâture	162	156	175	128
Temps de pâturage (min/jours)	481	407	351	286
Herbe ingérée (kg MS/min)	24.8	29.1	34.4	34.1

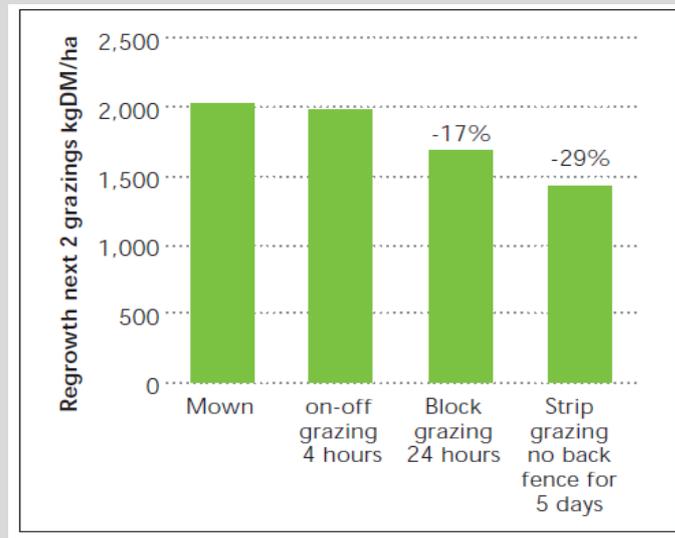
Source : Kennedy et al. 2011

Dans ces 4 variantes, il a été constaté :

- aucune différence de performance laitière par vache (environ 28.3 kg/VL/jour)
- aucune différence de note d'état corporelle du troupeau observée
- une augmentation significative de la quantité d'herbe ingérée par VL par prise ainsi que le nombre de prises par minutes.

La limitation de la durée de l'accès aux paddocks de pâture se traduit donc par une augmentation de la cadence de consommation d'herbe : la vache adapte donc sa capacité d'ingestion au temps disponible dans le paddock (Kennedy et al., 2011)

Graphique 6 : incidence des différentes conduites de pâturage sur la croissance de l'herbe



Cette technique connaît un certain succès auprès des éleveurs laitiers notamment ceux possédant des parcelles d'herbe de faible portance. Cette pratique présente un intérêt certain auprès des troupeaux Holstein dont les gabarits de vaches sont plus lourds mais elle se développe aussi auprès des éleveurs de troupeaux croisés car l'intensification du chargement animal rend les prairies pâturées plus sensibles au pâturage.

Enfin le « on/off grazing » est surtout pratiqué au début de la saison de pâturage ainsi qu'en arrière-saison (automne) lorsque les conditions climatiques sont plus aléatoires.

#### 4) Modèles saisonnalisés et traite robotisée : quelles perspectives ?

Depuis une quinzaine d'année, l'automatisation de la traite gagne du terrain dans les exploitations laitières. Elle présente l'avantage de supprimer l'astreinte physique de la traite et permet aussi de collecter des données technico-économiques utiles au pilotage du troupeau laitier. Ce système convient bien dans des exploitations laitières caractérisées par une production linéaire tout au long de l'année avec une part de fourrages distribués à l'auge et un pâturage limité. Cependant des chercheurs ainsi que des éleveurs tentent d'adapter cette technique sur les exploitations laitière herbagères. Au cours de mes visites dans les élevages de différents pays, j'ai été amené à étudier ces systèmes robotisés pâturants dans les élevages et les centres de recherche pour comprendre les clefs de réussite de ces nouveaux systèmes.

##### a) Ian Snippe : concilier pâturage et traite automatisée en agriculture biologique

C'est en Hollande dans la région des derniers polders « arrachés » à la mer qu'Ian Snippe gère son exploitation laitière. Un troupeau de 200 vaches laitières est conduit en agriculture biologique avec un robot GEA équipé de 3 stalles. Cette ferme s'inscrit dans une collaboration de 2 autres fermes maraichères permettant à l'agriculteur de bénéficier de coproduits biologiques issus du maraichage (issues de betterave rouge, pommes de terre...) pour l'alimentation des laitières permettant de conserver une bonne autonomie énergétique. Ce système s'articule sur un bloc de prairies proches de la stabulation alloué au pâturage ainsi que des parcelles d'herbe éloignées (sur les 2 sites annexes de l'exploitation) destinés à l'ensilage ou l'affouragement en vert, ce qui lui permet d'assurer une bonne autonomie fourragère du troupeau. De plus, afin de pouvoir réduire ses achats de correcteurs azotés, il a implanté des mélanges RGA et trèfle blanc sur ses prairies où seuls les effluents d'élevage sont épandus.

Cette technique lui permet d'obtenir une bonne productivité laitière par vache ainsi qu'une fréquentation des robots plutôt bonne (2,8 traites par vache) sur un système de traite non saturé mais sa production est plus saisonnalisée que la moyenne des troupeaux.

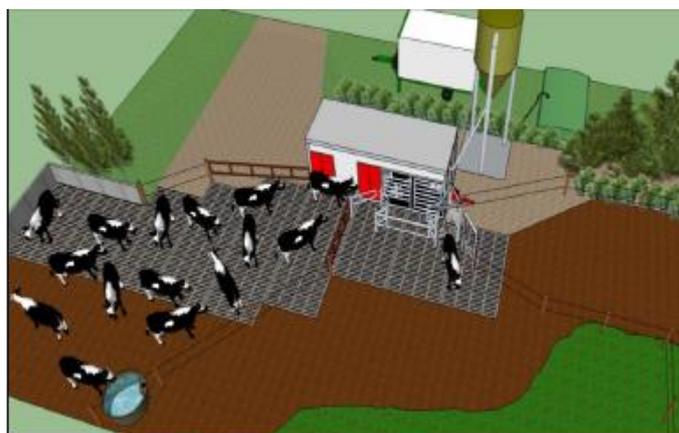
La station expérimentale de DairyCampus regroupe 120 VL avec une productivité de 9800 l/an en traite robotisée. L'objectif de ce centre de recherche est de pouvoir respecter les 120 jours de pâturage en robot par an requis par le cahier des charges de la laiterie Friesland Campina. Différentes techniques de pâturage sont testées (paddocks et fil électrique). Mais l'essentiel des expérimentations testées sont centrées sur les aspects environnementaux (réduction des GES, nitrates, phosphates...).

30% des exploitations laitières en Hollande équipés de robot et les prairies restent encore la base de l'alimentation des troupeaux (75 à 80% de la SFP). L'affouragement de l'herbe à l'auge des VL reste incontournable et le pâturage tend à réduire avec l'accroissement de la taille des troupeaux (Idele 2012). Le bonus de 1,5 €/1000 l apporté par la laiterie Friesland

Campina en contrepartie d'une durée minimum de pâturage n'est pas incitatif pour les gros élevages. Le modèle de production s'appuiera sur un chargement lait par hectare élevé (15000 l/ha) grâce à des hausses de productivité par vaches (affouragement ensilage herbe, maïs et concentré à l'auge) et une saturation des robots (réduction du pâturage) tout en respectant les seuils de fertilisation de la directive nitrates (250 kg N) et phosphore.

b) Université de Liège : le concept du robot de traite mobile

L'exploitation laitière de cette université s'est inscrite dans le programme CASDAR « Robot-Pâturage » et le programme Européen Autograss Milk notamment sur des essais sur l'intérêt des robots de traite mobiles.



La ferme de Liège possède un troupeau laitier de 48 VL Prim'Holstein pâturant un parcellaire de 24 ha de prairies naturelles. Le chargement est de 2,3 VL/ha

Le système s'articule autour d'un pâturage tournant en bandes (strip-grazing) permettant une optimisation de la fréquentation du robot mobile. Cette expérimentation porte sur 2 lots de vaches recevant une complémentation en concentré différente :

- Lot 1 bas : 2 kg de concentré par VL/jour
- Lot 2 haut : 4 kg de concentré par VL/jour

Tableau 15 : comparaison de la production laitière avec 2 niveaux d'apport de concentré

Mois	Production de lait (kg)		Réponse (kg lait/kg concentré)	Concentré distribués (kg)	
	Bas	Haut		Bas	Haut
Mai	26,06	26,18	0,04	2,2	4,36
Juin	21,49	24,18	1,29	2,15	4,31
Juillet	22,76	25,46	1,37	2,25	4,22
Août	19,72	24,02	2,09	2,23	4,29
Septembre	17,12	21,78	2,55	2,2	4,08
Moyenne	21,44	24,32	1,44	2,2	4,25

Source : Autograss milk, 2013

Le nombre de traites par vaches au robot oscille entre 2,3 et 2,5 traites en fonction de la qualité de l'herbe pâturée et des hauteurs entrée-sortie sur chaque paddock.

Trois conclusions ressortent de cette étude :

- le niveau de complémentation de concentrés n'a pas un effet linéaire sur la production laitière
- la réponse aux concentrés dépend davantage à la qualité et la disponibilité de l'herbe
- l'augmentation du niveau de complémentation agit sur le nombre de retours au robot mais l'impact sur le nombre de traite reste limité

Si les hauteurs d'entrée restent satisfaisantes (entre 10,5 et 14,5 cm selon la saison de pâture), les hauteurs résiduelles des parcelles pâturées restent néanmoins élevées (entre 5,1 et 6,7 cm). De plus le chargement n'est pas aussi optimisé que dans les systèmes laitiers irlandais mais permet néanmoins des performances individuelles par vaches plus élevées (20-22 kg de lait/VL/jour). Le nombre moyen de traite par vache durant la saison de pâture s'établit à 2,31.

Le robot de traite mobile ne présente d'intérêt que dans une exploitation où le parcellaire de prairies est éloigné des bâtiments d'élevage car les aménagements nécessaires et le surcout occasionné (20 à 30 % de plus) pour ceux-ci doivent être compensés par une optimisation du pâturage induisant une baisse du coût alimentaire et des frais d'élevage en comparaison avec un système « zéro pâturage » articulé autour d'un robot de traite fixe.

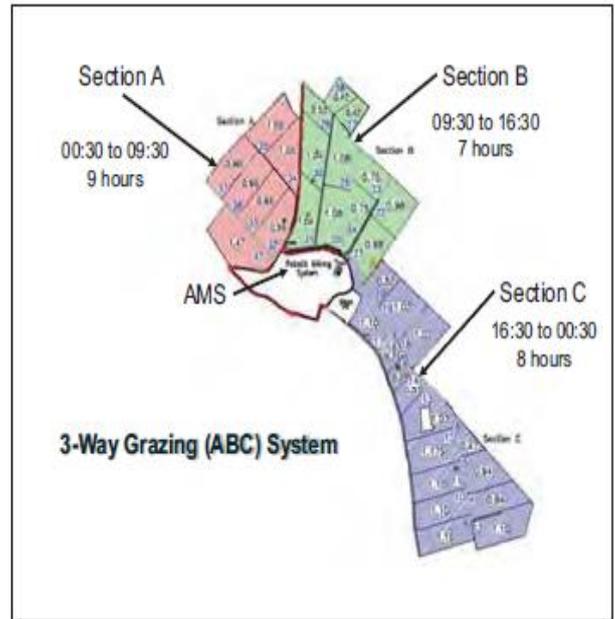
Très peu développé dans les exploitations françaises, il est aussi expérimenté en Bretagne au centre de recherche de Trévarez.

### c) Stratégie 3 blocs de pâture à Moorepark

Les systèmes laitiers en Irlande sont surtout caractérisés par une saisonnalité de la production ainsi que des performances laitières individuelles par vache modestes (4500 à 5000 l/VL). La traite robotisée en Irlande présente-t-elle un intérêt pour augmenter la production laitière dans les modèles de production pâturants saisonnalisés ?

La station expérimentale de Moorepark-Dairygold mène des expérimentations afin de juger de l'intérêt de cette technologie dans les exploitations laitières irlandaises. L'expérimentation porte sur la traite d'un troupeau de 70 VL avec un robot Merlin développé par la marque Packo-Fullwood. L'ensemble des paramètres de consommation, de reproduction et d'analyse des critères de qualité du lait sont collectés via le robot.

Figure 10 : Système 3 blocs de pâture de la traite robotisée à Moorepark



Source : TEAGASC, 2015

Avec des consommations de concentré réduites par vache, l'objectif est de concilier une ingestion d'herbe maximale avec une production laitière soutenue sans dégrader les résultats de reproduction du troupeau.

La stratégie de 3 blocs (A, B et C) de pâture développée par TEAGASC (figure 10) avec des permissions de traite de 8 heures par blocs doit permettre d'atteindre :

- une offre optimale d'herbe pour chaque vache
- une attente réduite pour la traite au robot
- une optimisation de l'utilisation du robot lors des périodes de pics de production

Les caractéristiques de l'expérimentation de Moorepark sont les suivantes :

70 VL (63% Holstein et 98% 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> lactation)

Période de vêlage (du 16/01 au 06/04)

Transitions des blocs A : 8 h am, B : 4 h pm et C : 12 h am

4 protocoles de pâturage :

Tableau 16 : protocoles de pâturage robotisé à Moorepark

	Février (1 mois)	Mars (1 mois)	Début avril	Mi-avril - mi-octobre
<b>Ensilage herbe</b>	16 h par jour	-	-	-
<b>Pâturage (durée et kg MS/VL/jour)</b>	8 h et 16 h (3 kg MS/VL/j)	Intégral (12 kg/VL soit 4 kg/VL/ bloc)	Intégral	Intégral
<b>Concentré (kg/VL/j)</b>	4 kg/VL/jour	4 kg/VL/jour	2 kg/VL/jour	1,5 kg/VL/jour

Source TEAGASC, 2014

Des programmes de recherche sont menés sur ce robot dont une expérimentation portant sur la réduction de concentré

- Impact sur la diminution de consommation quotidienne de concentré (sur 65 VL)
  - 1 Lot VL de 0.8 et 3 kg de concentré par jour sur permission de traite 3.2
  - 1 Lot VL de 0.8 et 3 kg de concentré par jour sur permission de traite 1.8

Tableau 17 : résultats techniques selon le niveau de distribution de concentrés

	Distribution de concentré (kg/VL)			
	3	0.8	Ecart	Significativité
<b>Lait produit par jour (en kg)</b>	16.3	14.5	3	Oui
<b>Lait produit par visite (en kg)</b>	10.0	9.3	0,7	Oui
<b>Fréquence de traite par jour</b>	1.7	1.6	0,1	Oui
<b>Intervalles de traite par visite (heures)</b>	13.6	14.6	- 1	Oui
<b>Durée de traite (en min/jours)</b>	9.6	9.2	0,4	Oui
<b>Temps d'attente (heures par jour)</b>	1.7	2	0,3	Non

Source TEAGASC., 2014

La hausse de concentré se traduit par une augmentation de la production laitière ainsi que de la durée de traite. Cette durée de traite légèrement plus faible n'est pas significative.

La modulation de la programmation de la permission de traite et de la distribution quotidienne de concentré influent sur la production individuelle journalière. Il convient toutefois d'apporter des éléments complémentaires à ces résultats.

- La quantité moyenne d'herbe offerte par VL dans chaque bloc sur la campagne 2014 est située dans les intervalles recommandés (environ 1500 kg/MS/ha) mais avec cependant une variabilité importante au sein de chaque blocs (1010 à 2140 kg/MS/ha). Les écarts se creusent avec l'augmentation de la taille des paddocks
- Les hauteurs de sorties parcelles sont plus importantes (5 cm en moyenne) que dans les systèmes laitiers en traite conventionnelle (4.5 cm) ce qui engendre une perte d'efficacité de consommation de fourrages ainsi qu'une substitution de l'herbe pâturée par des fourrages conservés ou du concentré.
- Les 2 dernières expérimentations ont été réalisées sur une période courte de pâture (août à novembre) sur des animaux gestants et avec une production légèrement moindre sur cette période : les études sur l'année 2015 permettront de confirmer ou d'infirmier cette tendance.

#### d) Camden et le roto automatisé De Laval

L'augmentation progressive de la taille des troupeaux laitiers amène à réfléchir sur des solutions nouvelles de traite automatisée car les robots de traite à stalle conventionnelle atteignent leurs limites par rapport aux tailles gigantesques de certains troupeaux laitiers. Les recherches se sont donc orientées vers des roto à traite automatisée. Pour des raisons économiques, cette nouvelle technologie reste essentiellement au stade expérimental. En Australie dans le New South Wales, le centre de recherche « Future Dairy » de Camden (rattaché à l'Université de Sydney) possède un troupeau de 500 VL de race Prim'Holstein et expérimente cette nouvelle technologie. Ce roto conçu et développé par De Laval s'appuie sur les mêmes procédés de traite que pour les stalles individuelles. Ce qui impressionne de premier abord c'est l'ensemble des stalles n'est pas saturé lors de la traite



Traite automatisée à Camden

La production laitière dans le New South Wales ne représente que 7% de la production laitière australienne. Cependant, les systèmes laitiers sont moins saisonnalisés que ceux rencontrés dans le Victoria ou la Tasmanie. En revanche, la proportion de race Prim'Holstein domine avec une productivité par vache plus élevée (7500 l/VL pour le centre de recherche) La station expérimentale s'appuie sur le pâturage de paddocks irrigués. Chaque parcelle est implantée en mélange de ray-grass anglais et de kikuyu :

- Le RGA irrigué nourrit le troupeau laitier entre avril et octobre (saison tempérée)
- Le Kikuyu irrigué est une herbe tropicale qui pousse pendant la période estivale et permet le pâturage en période de canicule

Le bloc technique traite est équipé d'une station de distribution de concentré pour inciter les vaches à revenir pour la traite au roto De Laval.

Le choix de l'expérimentation de ce roto-automatique s'avère judicieux sur un plan strictement technique car la quasi-régularité de la production laitière annuelle permet de saturer ce roto et la productivité élevée des vaches permet de mieux rentabiliser la traite de chaque vache. Reste à déterminer la rentabilité économique de cet investissement car le plafond de saturation de ce roto n'est pas actuellement atteint.

## Application de la traite robotisée dans les modèles herbagers

Aux Pays-Bas et en Belgique, la traite robotisée se développe rapidement compte tenu que cette technologique s'adapte bien aux modèles de production non saisonnalisée. Cependant la majorité des éleveurs laitiers Nuffield néerlandais rencontrés ont été contraints de réduire la part de pâturage dans la ration du troupeau pour conserver les mêmes performances techniques. La part d'herbe ensilée apportée à l'auge dans une ration mélangée représente une part de plus en plus importante dans la ration totale du troupeau. Quelques éleveurs ont néanmoins préféré adapter leur robot à leur troupeau laitier pour garder une part de pâturage significative en acceptant de réduire les performances techniques du troupeau : ce sont davantage les éleveurs en mode de production biologique ou ceux qui souhaitent bénéficier de la « prime pâturage » versée par Friesland Campina. En Irlande, à l'exception de l'installation de la station expérimentale de Moorepark, je n'ai pu rencontrer qu'une exploitation équipée d'un robot de traite (Lely A 3). Les motivations des éleveurs ont davantage été la diminution de la pénibilité de la traite et l'investissement a été permis car il s'agit d'exploitants en fin de carrière avec un système laitier calé sur 2 périodes de vêlage. Je n'ai d'ailleurs rencontré aucun éleveur néozélandais ou australien ayant installé ce type d'équipement sur leur exploitation.

Les discussions avec les différents éleveurs laitiers Nuffield rencontrés lors de mes différents voyages m'ont permis de conclure que la traite robotisée dans les élevages laitiers pâturants calés sur une production saisonnalisée rencontre de nombreux freins à son développement.

Ces **freins** sont tout d'abord **techniques**.

- la saisonnalité de la production : la traite robotisée repose sur la linéarité de la production laitière pour atteindre la meilleure optimisation du fonctionnement des stalles robots et l'amortissement de cet investissement apparait donc difficilement compatible

- une faible productivité laitière par VL (4500 l) de manière à maîtriser les coûts de production et améliorer les résultats de reproduction : les objectifs liés au robot sont diamétralement opposés (VL hautes productrices et consommation soutenue de concentré)

Ensuite l'orientation des troupeaux laitiers vers des croisements Holstein.X.Jersiaises ou Rouge Norvégienne afin d'obtenir des formats moins productifs tout en compensant par une augmentation de l'effectif de VL. La réduction du temps de traite sur ces vaches croisées ne permet pas d'atteindre le même volume collecté quotidiennement en comparaison avec un troupeau laitier conduit de manière intensif sur le plan de la productivité individuelle par vache.

D'un point de vue pratique, la technique du «on/off grazing» en conditions pluvieuses s'avère difficile à gérer en stalle robotisée.

**Sur le plan économique**, les modèles pâturants saisonnalisés sont basés sur une approche low-cost : la maîtrise des charges opérationnelles (gestion du coût alimentaire) et des charges de structures (maîtrise des investissements) sont également contradictoires avec la traite robotisée.

## II) Les innovations complémentaires (sociales, organisationnelles, sociétales...)

Les exploitations laitières ont également su s'adapter à nouvel environnement (groupes d'échange, travail en commun, attentes sociétales...). Durant mes différents voyages j'ai pu découvrir des innovations développées par des agriculteurs qui ont le mérite de promouvoir les modèles laitiers herbagers. En voici quelques-unes...

### 1) Innovation sociale : les groupes d'échanges

« *Le progrès ne vaut que s'il est partagé par tous* » telle est la citation du philosophe antique Aristote. Cette citation reste encore d'actualité. La diffusion de toutes les techniques énoncées dans les parties précédentes n'ont d'intérêt que si l'ensemble des producteurs laitiers peuvent les mettre en application sur leurs exploitations.

Dans un contexte où les exploitations laitières se modernisent, où les contextes politiques et réglementaires évoluent sans cesse, il est primordial d'avoir des éleveurs de mieux en mieux formés pour renforcer leur technicité sur la gestion de leur exploitation laitière.

La diffusion de ces techniques ou « innovations » sont aussi la préoccupation des organismes de recherche : différents programmes ont été développés dans ce but dans ces pays européens ainsi que dans ceux de l'hémisphère Sud.

Le Projet Européen Dairyman figure comme un programme d'échange entre les agriculteurs de 10 régions de l'Europe du Nord. Il a permis de fédérer les éleveurs, des équipes de recherche et de développement autour d'un thème commun : l'élevage laitier et l'environnement. Pour ce projet pas moins de 128 fermes pilotes choisies en fonction de leur diversité ont été incluses dans ce projet. Les critères de choix se sont fait sur la motivation des éleveurs à progresser sur le plan environnemental et en matière d'autonomie fourragère et protéique. Des diagnostics et des suivis des pratiques de ces producteurs laitiers ont été réalisées et ont permis ensuite d'initier des regroupements d'échanges pour aborder des thèmes attenants à la durabilité de ces systèmes laitiers.



Réunions techniques de groupes « herbe » en Irlande

Jitske SIKKENGGA, éleveur laitier hollandais (Frise) gérant un troupeau de 200 VL à 8100 l et sa suite sur 140 ha en prairies. Il est engagé en production laitière biologique. En outre l'éleveur est un fervent partisan de ces échanges entre éleveurs laitiers européens. Ses objectifs dans ce programme d'échange ont été les suivants :

- optimiser la production des prairies
- améliorer l'efficacité de l'utilisation des protéines végétales
- réduire les charges alimentaires du troupeau

En Irlande du Nord, Trevor ALCORN, éleveur laitier Nuffield, a également intégré ce réseau. Ses 200 VL Prim'Holstein, produisant 8500 l/VL sont nourries avec 2,5 tonnes de concentré par animal. Les vaches pâturent entre début avril et fin octobre et hivernent ensuite en bâtiment avec une ration composée d'ensilage d'herbe. La courbe de production laitière est faiblement saisonnalisée.

Dans ce programme il souhaite :

- réduire les charges opérationnelles sur ses prairies avec un programme de re-semis de prairies temporaires et une meilleure valorisation des effluents d'élevage
- augmenter la production laitière sur son exploitation (régime hors quota anglais depuis plus de 10 ans) grâce à une augmentation du niveau d'étable et une meilleure gestion de la fécondité du troupeau (efficacité alimentaire et schéma de sélection).

Ces deux éleveurs illustrent bien leur volonté d'« innover » et de progresser sur leurs exploitations laitières respectives et c'est au travers de ces groupes d'échanges qu'ils parviennent à initier ces changements.

Enfin, c'est au travers de la relation chercheurs-techniciens et éleveurs que ces groupes d'échanges prennent toute leur dimension et apportent leur efficacité dans la conduite des troupeaux laitiers.

En Irlande, le centre de recherche TEAGASC a mis en œuvre un schéma de vulgarisation des techniques de conduite des prairies auprès des producteurs laitiers.

-les groupes « herbe » : le principe repose sur le fonctionnement de groupes restreints d'éleveurs laitiers (entre 10 et 15) animés par des techniciens rémunérés en partie par les éleveurs et TEAGASC. A partir de la mise à l'herbe du troupeau, ces rencontres sont organisées tous les mois chez un producteur laitier différent.

- des portes ouvertes régionales dans des fermes laitières de référence : entre 150 et 200 éleveurs issus des groupes « herbe » sont invités à ce regroupement. Cette porte ouverte se déroule en général début mai pour permettre aux éleveurs d'appliquer certaines techniques rencontrées lors de cet événement.

-une invitation pour les producteurs laitiers au centre de recherche de Moorepark : cette rencontre se déroule généralement en juin et permet de faire découvrir l'ensemble des programmes expérimentaux menés sur la ferme expérimentale de Moorepark. Une opération

de communication ayant également comme finalité de tisser des liens entre les éleveurs et le monde des chercheurs.

En Nouvelle Zélande, les groupes « herbe » plus communément appelés « discussion groups » sont aussi largement développés. Ils sont conduits par les organismes Dairy NZ et la structure semi-publique AgResearch. Ils s'articulent aussi autour de groupes restreints répartis selon les zones et les différents systèmes. Les thèmes abordés sont plus généraux : la conduite du pâturage avec des focus sur la monotraite, les critères de sélection du troupeau....

## **2) Innovation d'organisation : mutualiser les moyens de récolte et d'affouragement des troupeaux dans les élevages**

En Hollande, toujours à la recherche d'une meilleure productivité du travail en production laitière, certains éleveurs hollandais ont franchi une étape supplémentaire dans la rationalisation du travail en déléguant intégralement l'affouragement du troupeau laitier à un prestataire extérieur. L'entreprise VoerCentrum a décidé, il y a 3 ans, de se lancer dans la prestation de service auprès des éleveurs laitiers hollandais en leur proposant d'élaborer et de distribuer la ration des vaches laitières. Pour cela des silos et des hangars destinés au stockage du foin et des concentrés ont été construits. L'idée de ce projet a germé lors de visites de Kibboutz israéliens qui détiennent des troupeaux laitiers importants et qui ont la particularité de déléguer l'ensemble de l'alimentation à un prestataire extérieur capable de nourrir jusqu'à 30000 VL/jour avec un niveau de production pouvant atteindre 12000 l/VL



Plateforme de silo collective d'ensilage d'herbe



Silos de stockage des concentrés

La centrale d'alimentation achète l'herbe aux éleveurs et organise elle-même les chantiers d'ensilage de la récolte jusqu'au stockage sur ses plateformes de silos. Le maïs ensilage est aussi acheté à l'extérieur dans des exploitations qui vendent leurs excédents de maïs. Des analyses de fourrage sont effectuées au silo et permettent de fixer le prix d'achat des fourrages en fonction de la qualité. Les concentrés énergétiques et protéiques sont négociés sur d'importantes quantités et stockés sur le site dans des bâtiments pour obtenir les

meilleurs tarifs. Tous les ingrédients nécessaires à la ration sont sur ce site ce qui permet d'élaborer des rations « clef en main ».

Deux mélanges sont proposés : une ration classique pour les troupeaux en salle de traite et une ration présentant un niveau de concentration énergétique plus faible pour les éleveurs équipés d'un robot de traite.



Camion de distribution des rations mélangées

L'efficacité alimentaire est bonne puisqu'elle permet d'obtenir 14 kg de lait pour 10 kg de MS ingérée. Le prix de la ration à l'auge revient à 178 €/1000 l et intègre le coût des ingrédients de la ration ainsi que la prestation de service (coûts de la main d'œuvre, mécanisation et stockage). Avantage pour l'éleveur : une baisse des charges de mécanisation car ce système ne nécessite pas d'équipement de distribution, ni d'investissements dans des silos de stockage.

Actuellement un camion équipé d'une mélangeuse classique d'une capacité de 25 tonnes et équipé d'une vis latérale de distribution effectue 4 voyages par jour pour nourrir 2800 VL réparties sur les 15 élevages adhérents sur un rayon de 15 km autour du centre. La clé de réussite de cette centrale réside dans les économies d'échelle réalisées sur les négociations des concentrés et fourrages ainsi que la maîtrise des distances parcourues pour le circuit de distribution.

Cette nouvelle organisation du travail basée sur la délégation de travaux d'élevage à un prestataire extérieur a pour objectif de libérer les éleveurs de certaines tâches pour leur permettre de se concentrer sur d'autres tâches concernant le suivi du troupeau.

### **3) Innovation sociétale : la communication vers les consommateurs**

Les consommateurs de produits laitiers et les citoyens sont de plus en plus « déconnectés » des producteurs laitiers et ne connaissent plus les méthodes modernes d'élevage. L'avenir passera par un développement des moyens de communications pour « rétablir » le lien producteur et consommateur.

Marijke Klever, agricultrice néerlandaise gère une exploitation laitière dans la ceinture de l'agglomération de la ville d'Utrecht au bord d'un axe routier très fréquenté. Son lait est principalement livré pour la laiterie Friesland Campina mais elle a aussi misé la vente d'une partie de son lait en circuit court grâce à un distributeur de lait automatique implanté près d'une route très fréquentée. Dans la continuité de ce rapprochement avec le consommateur, elle communique via son site facebook sur son travail d'éleveuse laitière.

Chaque printemps, elle invite les personnes intéressées d'assister à la première mise à l'herbe des vaches laitières. Lors de ma visite chez cette agricultrice j'ai eu la chance

d'assister à ce rendez-vous entre l'agricultrice et les personnes intéressées d'assister à cet évènement. Ce sont généralement des familles qui emmènent leurs enfants voir les vaches pâturer les prairies. Un bel exemple d'innovation sociétale permettant au travers de rencontres avec les citoyens de communiquer sur le métier d'agricultrice au travers de la conduite du troupeau ainsi que du processus de fabrication du lait grâce au pâturage des prairies.



les publications ▾



Marije Klever a changé sa photo de profil.

17 novembre 2015 · 🌐



👍 J'aime

💬 Commenter

➦ Partager

## Conclusion

La majorité des « innovations prairiales » que j'ai rencontrées durant mes différents voyages d'étude relèvent du domaine technologique ou de processus. Ces outils « innovants » et les techniques « novatrices » ont avant tout été développés dans les centres de recherche avant d'être diffusées dans les élevages laitiers.

J'ai néanmoins pu constater des différences sur les domaines d'étude selon les pays visités. Les innovations relatives à la traite robotisée et de la distribution automatisée des fourrages à l'auge sont davantage étudiées dans les pays dont les élevages reposent davantage sur des modèles de production linéarisés (Pays-Bas, Belgique...). Leur diffusion aura davantage de portée dans ces exploitations laitières déjà bien équipées en robot de traite. Les stations expérimentales de TEAGASC, Dairy NZ et Dairy Australia ayant testé le robot ou le roto-automatisé ne pourront diffuser leur résultats que sur un nombre restreint d'éleveurs intéressés par ces techniques.

Le développement de logiciels de prédiction de gestion des stocks d'herbe trouve d'avantage d'écho dans les pays où dominent les modèles de production pâturants saisonnalisés (Irlande, Nouvelle Zélande, Australie, Ecosse...) dont les éleveurs sont en recherche de techniques de gestion des stocks d'herbe précise et très rapide à déterminer.

D'une manière générale, les programmes de recherche menés par TEAGASC sont fortement inspirés de ceux initiés par Dairy NZ notamment en ce qui concerne la mise au point des indexes de sélection des variétés de ray-grass, du troupeau laitiers tout comme les études menées sur les croisements de races laitières. Il en est de même sur les outils de pilotage du pâturage qui ont déjà été fortement investiguées par la recherche néo-zélandaise.

Il est primordial que l'ensemble des parties prenantes (Instituts de recherche, entreprises, éleveurs laitiers et consommateurs) continuent à collaborer ensemble pour développer de nouvelles innovations adaptées à leurs modèles de production.

Sur le plan scientifiques et technique, de nouvelles pistes sont en cours d'exploration notamment sur les prairies multi-espèces, les nouvelles techniques de sélection et d'indexation des croisements bovins ainsi que des nouvelles technologies de mesure à distance précises et de prévision de la croissance des prairies (drones, satellite...).

Les innovations sociales ou de groupes sont présentes dans la plupart des pays enquêtés mais elles se déclinent différemment :

- Les pays avec des modèles pâturant et saisonnalisés (Irlande, Nouvelle Zélande...) ont beaucoup développé les réunions de groupes techniques « herbe » hebdomadaires (ou bimensuels) pour faciliter la diffusion de nouvelles techniques « top-down » verticales (technicien à éleveur) ou horizontale (éleveur à éleveur).
- Les éleveurs néerlandais mise davantage sur une mutualisation de moyens techniques de production (silo collectifs, équipements en commun) dans le but de

réduire le niveau de charges opérationnelles et de structure tout en optimisant le temps de travail.

Sur ce domaine des innovations de groupes, les blogs d'échanges et de discussions sont aussi un prolongement des « groupes herbe » et prennent une part de plus en plus importante depuis l'avènement des réseaux sociaux.

Enfin concernant les initiatives sociétales, il sera indispensable d'associer le citoyen sur les problématiques environnementales (GES, nitrates, produits phytosanitaires...) et de bien-être animal (sortie des bovins sur les prairies, alimentation avec des rations fourragères efficaces...).

Le consommateur doit aussi être mieux informé et sensibilisé sur les modes de production actuelles du lait et sur les thématiques liées à celles-ci (agriculture biologique, concentrés OGM...).

A titre personnel, la bourse Nuffield qui m'aura permis de mener cette étude pendant deux années demeurera une expérience inoubliable.

En effet, ce sujet d'étude sur les systèmes herbagers aura été un fil conducteur pour me permettre de vivre cette expérience.

Pendant la conférence du CSC, j'ai appris à connaître et échanger avec les agriculteurs boursiers venant d'horizons et de pays différents. Nous avons ainsi pu partager durant 10 jours sur nos approches et nos visions du monde agricole et ces échanges se sont poursuivis lors des 3 mois d'étude dans les pays visités où j'ai aussi appris à connaître davantage les boursiers Nuffield qui m'ont accueilli et intégré comme un membre de leur famille. Ces souvenirs marqueront à jamais ma mémoire au travers de cette expérience Nuffield.

#### **En résumé, l'étude Nuffield c'est...**

- 6 pays visités en 3 mois
- 15000 km parcourus en voiture
  - 9500 km en Europe
  - 5500 km en Océanie
- 38000 km parcourus en avion
- 750 km parcourus en mer sur 5 ferries
- 14 Instituts de recherche visités
- des milliers de races de vaches observées au pâturage
- 3 mémoires rédigés

Et des heures passées à dialoguer en anglais avec des personnes passionnées de leur métier et sur la gestion de l'herbe !

## Limites et perspectives de l'étude

Dans ce mémoire d'étude Nuffield basé sur les « innovations » en systèmes herbagers, j'ai voulu avant tout :

- présenter les différentes techniques novatrices au travers des projets et expérimentations menées au sein des stations expérimentales et fermes de démonstration
- exposer les différents outils d'aide à la décision ou logiciels développés par les firmes privées pour simplifier la conduite des prairies
- apporter un éclairage sur des initiatives initiées par des éleveurs leur permettant de leur apporter un gain technique, économique, environnemental ou sociétal

Cette étude n'a pas pour but de lister l'ensemble des innovations existantes mais celles que j'ai pu observer lors de mes rencontres avec les producteurs laitiers et lors de mes visites dans les stations expérimentales.

L'ensemble des pistes développées dans cette étude ne peuvent pas être transposables dans la majorité des modèles laitiers français car :

- la sélection des troupeaux laitiers via les croisements apparaît peu généralisable sur les exploitations laitières avec une part importante de pâturage.
- La technique de la monotraite est également peu généralisable en France dans l'ensemble des élevages et plus particulièrement dans des troupeaux à fort potentiel de production

Néanmoins, certaines techniques (avec quelques légères modifications) commencent à être vulgarisées dans les élevages laitiers français avec des intérêts technico-économiques certains :

- Les techniques de pâturages qui se déclinent sous différents noms : pâturage tournant dynamique, pâturage cellulaire
- les méthodes de prévisions de stocks et de pilotage telles que la « Wedge » ont commencé à être explorées par l'INRA (UMR Pegase) et Orne Conseil Elevage pour l'adapter en élevage laitier.
- l'adaptation du troupeau laitier au pâturage en traite robotisée qui a alimenté les études menées dans le programme « CASDAR Robot et Pâturage » développé par l'Institut de l'Elevage.

Ces travaux mériteront d'être affinés, diffusés et testés plus largement auprès des exploitations laitières françaises pour qu'elles puissent devenir de véritables « innovations » facilitant la gestion quotidienne de l'herbe auprès des producteurs laitiers.

## Références bibliographiques

- Breeding for fertility Irish in dairy cows, 2012.** Berry. D, Buckley. S, Butler.S, Cummins.S, Cromie.A
- Dairy Cow Fertility, reproductive performance for efficient pasture-based systems, 2012.** Buckley S. F, Butler
- Effect of post grazing sward height on early lactation dairy cow performances (2009).** Ganche.E, Delaby.L, Kennedy.E, O'Donavan.M
- Fertilisation recommendations for grassland (2011).** Lalor.S, Hennessy.D, Hummphrey.J
- Food Harvest 2020 (2010), « a vision for agri-food and fisheries »,** Department of Agriculture, Fisheries and Food
- Getting the balance right between grass quantity and quality, (2014).** Ryan.A, Kennedy.E, Hennessy.D, O'Donavan.M
- Grazing Notebook (2009).** TEAGASC, *Irish Farmers Journal*. Dillon.P, Kennedy.J
- Increasing milk production from grass, 2013.** Hennessy.D, Kennedy.E, O'Donavan.M
- Institut de l'Élevage, 2013.** « L'élevage irlandais et ses filières : quel paysage à l'horizon 2020 ? », Dossier Economie de l'Élevage n°436
- Institut de l'Élevage, 2010.** «Nouvelle Zélande, une furieuse volonté de croissance contrariée par l'environnement», Dossier Economie de l'Élevage n°404
- Jersey crossing at Ballydague (2011).** Buckley.F, Curtin.B, Prendiville.R, Thackaberry.C
- incoln University Demonstration Dairy Farm Focus Day Handout (2016). SIDDC
- Milk production, cow traffic and milking duration at different milking frequencies in an automated milking system integrated with grazing (2015).** Foley.C, Shortall.J, O'Brien.B
- Norwegian red – another viable option (2011).** Buckley.F, Begley.N
- Nutritional management for fertility, 2012.** Butler.S, Buckley.F, Lewis.E
- Pasture renewal guide, 2013.** Dairy NZ
- Pasture reseeding (2011).** Creighton.P, O'Donavan.M
- Perennial ryegrass grazing guide management in spring, 2013.** Dairy NZ
- Replacement heifer management, (2012).** Kennedy.E, Butler.S, Shalloo.L, Buckley.F
- Sortie des quotas laitiers : état des lieux et perspective en Europe, 2010.** Kroll, Trouvé
- Spring survival guide, 2013.** Dairy NZ
- Spring Rotation Planner 2014.** Dairy NZ

**The Impact of Stocking Rate and Calving Date on the Sustainability of Irish Pasture-Based Milk Production Systems Post EU Milk Quotas, TEAGASC (2012)**

**The importance of the target weight when rearing heifers (2011).** Kennedy.E, Fitzgerald.S, Buckley.F

**Turning grass into money (2011).** Hennessy.D, Kennedy.E, O'Donovan.M

**Using white clover to increase profitability (2011),** Hennessy.D, Phlelan.P, Humphreys.J, Mac Auliff.S

**Liste des éleveurs et intervenants ou collègues Nuffield que je tiens à remercier pour leur accueil et le temps qu'ils m'ont consacré**

**Pays Bas**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Marijke KLEVER</b> <b>Ian et Gertjan SNIPP</b> <b>Hans VERDUYN</b> <b>Jitske SIKKENGGA</b> <b>Pietr JEAN THIBAUDIER</b>	<b>Agnes VAN DEN POL (WUR)</b> <b>Gertjan HOLSHOF (WUR)</b> <b>Alfon BELDMAN (WUR)</b> <b>Jelle JISTRA (WUR)</b>

**Belgique**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Guy GEELEN</b> <b>Marc GRANDJEAN</b>	<b>Isabelle DUFASNE (ULG)</b> <b>Francoise LESIRE (ULG)</b>

**Irlande**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Famille Bill O'KEEFFE</b> <b>Famille Maire MAC CARTHY</b> <b>Famille John BUCKLEY</b> <b>Aidan GLEESON</b> <b>Kevin MORAN</b> <b>Sean COUGHLAN</b> <b>Sean O'DONNELL</b> <b>Brian RUSHE</b>	<b>Deirdre HENNESSY (TEAGASC)</b> <b>Emer KENNEDY (TEAGASC)</b> <b>Cathriona FOLEY (TEAGASC)</b> <b>Steven MAC AULIFFE (TEAGASC)</b>

**Irlande du Nord**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Trevor et Barbara ALCORN</b> <b>Reggie ALCORN</b> <b>Tim MORROW</b>	<b>Conrad FERRIS (AFBI)</b> <b>Andrew DALE (AFBI)</b>

**Ecosse**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Wallace HENDRIE</b> <b>Michael BLANCHE</b> <b>Michael KYLE</b>	<b>Dave ROBERTS (SRUC)</b>

### **Pays de Galles**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Aled RHYES DAVIES et sa famille</b>	

### **Angleterre**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Jonty BRUNYES et sa famille</b>	<b>Joana CARTER (Rothamsted Research)</b>

### **Australie**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Aubrey et Jacqueline PELLETT Adam JENKINS et sa famille</b>	<b>Nicolas LYON (Sydney University FutureDairy) Juan MOLFINO (Sydney University FutureDairy) Richard ROMANO (Dairy Australia FutureDairy)</b>

### **Nouvelle Zélande**

<b>Eleveurs</b>	<b>Intervenants</b>
<b>Murray DOUGLAS Richard FOWLEY Ben ALLOMES Patrick John MURPHY Bede O'CONNOR</b>	<b>Satwant SINGH (Fonterra) Sharon MORELL (Dairy NZ) Chris GLASSEY (Dairy NZ) Elodie GANCHE (Dairy NZ) Peter HANGCOX (LUDDF, SIDDC)</b>

