

# Prairies et systèmes fourragers

- ▣ Les fourrages : base de l'alimentation des ruminants.
- ▣ Valoriser et gérer l'herbe par le pâturage.
- ▣ Produire des ensilages et des foins de qualité.

Christian Huyghe ■ Luc Delaby

2<sup>e</sup> édition

# Sommaire

INTRODUCTION GÉNÉRALE .....	XIII
<b>PARTIE 1 – SYSTÈME FOURRAGER .....</b>	<b>1</b>
INTRODUCTION .....	2
<b>1 – ÉLÉMENTS D'HISTOIRE SUR LES TECHNIQUES ET LES PRATIQUES DU SYSTÈME FOURRAGER .....</b>	<b>3</b>
Foin et pâture dans des systèmes peu performants .....	3
Révolution fourragère et début des ensilages d'herbe .....	4
Développement des ensilages de maïs : la révolution blonde .....	5
Années 80 : une prise de conscience pour un retour à l'herbe .....	6
Années 90 : une confirmation des tendances .....	7
Première moitié de la décade 2000 : le contexte se durcit .....	8
<b>2 – LES GRANDES RÉGIONS D'ÉLEVAGE EN FRANCE .....</b>	<b>10</b>
Évolution de 150 années d'élevage en France : de 1862 à 2012 .....	10
Neuf grands types de régions d'élevage .....	12
Typologie des régions d'élevage en France .....	12
Caractérisation des régions d'élevage .....	13
Les deux composantes du système fourrager .....	18
Inventaire des ressources fourragères françaises .....	21
Caractérisation des ressources fourragères françaises .....	23
Différentes surfaces fourragères .....	23
Répartition régionale des ressources fourragères et de leur utilisation .....	26
Les herbivores à alimenter .....	30

Offre et besoin fourrager en France .....	31
Intensification et extensification fourragère et animale .....	33
Dynamique du « progrès » .....	33
Relations entre système de production animale et système fourrager .....	35
<b>3 – SYSTÈMES FOURRAGERS .....</b>	<b>38</b>
Concept de systèmes fourragers .....	38
Principes de fonctionnement du système fourrager .....	40
Le système de culture conditionne l'offre de fourrages .....	40
Le système d'élevage conditionne les rations .....	41
Le système fourrager dispose des outils de l'alimentation du troupeau .....	42
Facteurs agissant sur les pratiques de la gestion du système fourrager .....	43
Pratiques de la gestion du système fourrager .....	44
Diversité des systèmes fourragers .....	46
Typologie des systèmes fourragers .....	46
Facteurs combinés pédoclimatiques .....	48
Contraintes et opportunités environnementales .....	48
Culture des éleveurs .....	50
<b>4 – SYSTÈMES DE PRODUCTION BOVINE EN FRANCE .....</b>	<b>51</b>
Diversité des systèmes laitiers .....	51
Une forte diversité des systèmes laitiers .....	52
Systèmes herbagers .....	53
Systèmes maïs-herbe .....	56
Système maïs dominant .....	58
Systèmes laitiers en agriculture biologique .....	59
Synthèse sur les systèmes laitiers .....	59
Diversité des systèmes bovins viande .....	60
Systèmes « naisseurs » ou « producteurs de maigres » .....	62
Systèmes « producteurs de gras » .....	64
Systèmes en agriculture biologique .....	67
Conclusion .....	68
<b>5 – ÉLEVAGES DE PETITS RUMINANTS .....</b>	<b>71</b>
Élevages caprins .....	71
Ovins lait .....	73
Ovins viande .....	73

<b>PARTIE 2 – VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES VERTS.....</b>	<b>77</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>78</b>
<b>1 – VALEUR ALIMENTAIRE DES GRAMINÉES ET DES LÉGUMINEUSES</b>	
<b>FOURRAGÈRES PÉRENNES.....</b>	<b>80</b>
Valeur agronomique des graminées et légumineuses pérennes en culture pure et en association .....	81
Principales espèces fourragères pérennes .....	81
Choisir les variétés .....	123
Mélanges et associations .....	125
Composition botanique des prairies permanentes et lien à la production .....	136
Morphologie des graminées et légumineuses .....	140
Composition morphologique.....	140
Déroulement des cycles reproducteurs et/ou végétatifs .....	146
Composition morphologique et chimique des graminées et légumineuses fourragères.....	152
Composition morphologique.....	152
Composition chimique .....	153
Valeur alimentaire des graminées et légumineuses.....	172
Digestibilité et valeur nutritive des graminées et légumineuses.....	173
Teneur en matières azotées et valeur azotée des fourrages verts .....	178
Teneur en éléments minéraux et en vitamines des graminées et des légumineuses .....	178
Ingestibilité des fourrages verts .....	180
Pratiques pour accéder à la valeur alimentaire des fourrages .....	182
<b>2 – VALEUR ALIMENTAIRE DES CÉRÉALES IMMATURES.....</b>	<b>185</b>
Données générales .....	185
Maïs.....	186
Maïs plante entière .....	186
Épis de maïs .....	194
Cannes de maïs .....	194
Céréales: avoine, blé, orge.....	194
Compositions morphologique et chimique.....	195
Digestibilité et valeur énergétique des céréales à paille .....	196
Quantités ingérées.....	196
Pâturer les céréales avant la montaison.....	196
Associations céréales-protéagineux.....	197
Conclusion .....	198

Sorghos.....	199
Sorgho fourrager .....	199
Sorgho grain .....	202
<b>3 – RACINES ET CRUCIFÈRES .....</b>	<b>204</b>
Betterave fourragère.....	204
Crucifères fourragères : chou et colza.....	205
<b>PARTIE 3 – PÂTURAGE .....</b>	<b>207</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>208</b>
<b>1 – FACTEURS DE MAÎTRISE DU PÂTURAGE .....</b>	<b>210</b>
Règles relatives à l'herbe .....	210
Cycle de développement des espèces végétales fourragères.....	210
Souplesse d'exploitation des espèces végétales.....	214
Variation de la productivité de la prairie au cours de l'année.....	217
Nécessaire compromis entre quantité et qualité de l'herbe pâturée .....	223
Préserver le potentiel de développement des plantes.....	225
Règles relatives à l'animal.....	226
Préhension de l'herbe par les ruminants au pâturage .....	227
Comportement alimentaire et ingestion au pâturage.....	227
Performances zootechniques permises par l'herbe pâturée:	
cas des vaches laitières .....	231
Abreuvement des animaux au pâturage.....	237
Risques sanitaires pour l'animal au pâturage.....	238
<b>2 – SYSTÈMES ET GESTION DU PÂTURAGE .....</b>	<b>241</b>
Chargement : un critère synthétique mais insuffisant .....	241
Différents modes d'expression du chargement .....	241
Importance du niveau de chargement sur les performances par hectare .....	242
Au-delà du chargement, l'adaptation permanente.....	243
Différents systèmes de pâturage.....	244
Pâturage libre extensif .....	245
Pâturage continu .....	246
Pâturage en paddocks : tournant ou rationné .....	248
Organisation et gestion du pâturage tournant .....	251
Parcellaire et parcelles .....	251
Gestion d'un système de pâturage tournant .....	256

<b>PARTIE 4 – RÉCOLTE ET CONSERVATION PAR VOIE SÈCHE</b> .....	267
<b>INTRODUCTION</b> .....	268
<b>1 – ÉTUDE THÉORIQUE DU SÉCHAGE DES FOURRAGES VERTS</b> .....	269
Processus de dessiccation des fourrages verts .....	269
Dessiccation : une évaporation très réduite .....	269
Voies de la dessiccation .....	271
Processus de dessiccation .....	272
Dynamique de la déshydratation des plantes .....	273
Paramètres de la déshydratation du fourrage .....	273
Effets de l'opération de séchage sur le fourrage fauché .....	277
Actions métaboliques .....	277
Effets des actions mécaniques sur la plante .....	278
Stockage des fourrages secs .....	279
Impact des opérations de séchage sur les fourrages .....	282
Pertes de matières sèches tout au long de la chaîne de récolte .....	282
Modifications de la valeur alimentaire de l'herbe récoltée .....	284
<b>2 – CHAÎNE DE RÉCOLTE PAR SÉCHAGE AU SOL</b> .....	289
Chaîne de récolte .....	289
Fauche des fourrages .....	289
Conditionnement des fourrages .....	292
Fanage .....	296
Andainage .....	300
Conditionnement ou pressage .....	301
Stockage .....	304
<b>3 – SÉCHAGE PAR VENTILATION</b> .....	305
Objectifs : produire en toute sécurité un foin de haute valeur alimentaire .....	306
Les deux phases du séchage par ventilation .....	307
Phase de séchage au sol .....	307
Phase de séchage en grange .....	308
Chaîne de récolte et de séchage par ventilation .....	309
Fauche et conditionnement .....	309
Récolte et transport .....	310
Stockage et séchage .....	312

Bases scientifiques et techniques du séchage par ventilation .....	315
Principe du séchage par ventilation .....	315
Caractéristiques de l'air de ventilation .....	317
Échanges entre l'air et le fourrage .....	321
Pertes de matière sèche .....	323
Gestion du taux d'humidité de l'air .....	325
Problématique de la gestion de l'humidité de l'air .....	325
Outils de réchauffement de l'air .....	325
Élaboration d'un projet d'installation .....	329
Investissement et coût de fonctionnement .....	330
Comparaison des divers modes de séchage .....	334
Déshydratation .....	336
Processus de déshydratation .....	337
Réduire la consommation énergétique .....	338
Conséquence du processus de déshydratation sur la qualité du fourrage .....	339
<b>CONCLUSION</b> .....	341
<b>PARTIE 5 – RÉCOLTE ET CONSERVATION PAR VOIE HUMIDE</b> .....	343
<b>INTRODUCTION</b> .....	344
<b>1 – PROCESSUS MÉTABOLIQUES ET FERMENTAIRES SE PRODUISANT LORS DE L'ENSILAGE</b> .....	346
Enjeux de la conservation par voie humide .....	346
Micro-organismes, agents de la fermentation dans les ensilages .....	347
Flore présente dans la masse du fourrage ensilé .....	348
Dynamique d'évolution de la flore .....	351
Activité enzymatique des cellules du fourrage .....	352
Respiration de la cellule végétale .....	352
Hydrolyse des sucres .....	353
Hydrolyse des protéines .....	353
Action de la fermentation bactérienne et fongique du silo .....	354
Additifs de « conservation d'ensilage » .....	363
Problématique de l'incorporation d'additifs lors de l'ensilage .....	363
Effets des additifs de conservation .....	364
Apports de sucres dans les ensilages .....	372

<b>2 – RÉALISATION DES ENSILAGES</b> .....	375
Ensilage conventionnel des graminées et des légumineuses fourragères....	375
Pratiques de la confection d'un silo d'herbe.....	375
Pertes de matière sèche.....	383
Qualité de conservation des ensilages d'herbe: critères d'expression de la qualité des ensilages de graminées et légumineuses fourragères.....	386
Valeur alimentaire des ensilages de graminées et légumineuses fourragères...	392
Développement des ensilages d'herbe en France.....	395
Ensilage en balles et enrubannage.....	399
Concept de l'ensilage en balles.....	399
Développement de l'ensilage en balles.....	400
Processus de conservation.....	401
Bilan de conservation et valeur alimentaire.....	402
Réalisation de l'ensilage en balles.....	404
Ensilages de maïs.....	404
Ensilage de maïs plante entière.....	406
Ensilage d'épis de maïs.....	412
Maïs grain humide.....	413
 <b>PARTIE 6 – DÉTERMINANTS DE L'ÉLABORATION D'UN SYSTÈME FOURRAGER</b> .....	 415
<b>INTRODUCTION</b> .....	416
<b>1 – CONTEXTE ACTUEL DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE ET CHANGEMENTS ATTENDUS</b> .....	417
Contexte socio-économique et réglementaire.....	417
Filières lait et viande bovine.....	418
Politique agricole de l'Union européenne.....	422
Contexte climatique.....	424
Ressources naturelles.....	425
Eau.....	425
Énergie fossile.....	426
 <b>2 – DÉTERMINANTS DU CHOIX DES ÉLEVEURS À INTÉGRER DANS L'ÉLABORATION DES STRATÉGIES FOURRAGÈRES</b> .....	 428
Concilier revenu et travail dans les exploitations d'élevage.....	428
Accroître le revenu.....	430

Temps de travail .....	430
Réduire l'incertitude .....	431
Répondre aux attentes des consommateurs en termes de qualité des produits .....	433
Préserver l'environnement tout en maintenant la performance économique de la filière de production .....	436
Améliorer le bilan azoté .....	436
Réduire les émissions de gaz à effet de serre .....	441
Réduire la consommation d'énergie .....	443
Préserver la biodiversité .....	446
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b> .....	449
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	451
<b>LISTE DES SIGLES</b> .....	471
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	475
<b>LISTE DES PHOTOS</b> .....	483
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	485
<b>INDEX</b> .....	493
<b>FIGURES EN COULEURS</b> .....	499
<b>PHOTOS EN COULEURS</b> .....	517

Cet ouvrage répond aux questions essentielles que se posent les éleveurs et ceux qui les conseillent en matière d'alimentation des ruminants. Il permet d'élaborer des stratégies fourragères dans les exploitations d'élevage bovin, mais aussi dans les élevages d'autres ruminants en fonction des objectifs professionnels à atteindre (qualité, rendement, rentabilité...).

Il dresse un panorama des prairies et des systèmes fourragers dans l'ensemble des productions françaises, présente en détail les principales espèces fourragères utilisées dans les prairies temporaires et artificielles, et décrit la structure, la production, et la valeur alimentaire des prairies permanentes. Enfin, il expose les bases physiologiques et biochimiques de la valeur alimentaire des fourrages.

Ces analyses détaillées servent à mieux maîtriser les différents modes d'exploitation de la ressource fourragère : pâturage, ensilage et conservation par voie sèche. Les modes sont présentés en détail, en donnant, en particulier, les clés pour optimiser leur mise en œuvre au service de la performance économique et environnementale des exploitations d'élevage.

---

*Christian Huyghe*, directeur de recherche à l'INRA, a conduit depuis 1994 des travaux de recherche sur les espèces fourragères et sur les prairies à l'Unité de génétique et d'amélioration des plantes fourragères de l'INRA de Lusignan qu'il a dirigée. Il est aujourd'hui directeur scientifique adjoint agriculture de l'INRA.

*Luc Delaby* est ingénieur de recherche à l'INRA Rennes au sein du département de physiologie animale et systèmes d'élevage. Membre de l'AFPF, il a organisé plusieurs colloques sur les prairies et leur valorisation par les ruminants. Il développe de nombreux projets sur la gestion des prairies et l'alimentation des bovins laitiers en partenariat avec l'Irlande.

ISBN : 978-2-85557-245-1



9 782855 572451

**EDITIONS**  
**France Agricole**