

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Objets d'études.....	20
Figure 2 :	28
Figure 3 : Stades de dégradation de la végétation (adapté d'après CESAR, 1992).....	37
Figure 4 : Illustration du concept de fragmentation (D'après BUREL & BAUDRY, 1999).....	46
Figure 5 : Pluviosité des 5 dernières années à Ouara et Torokoro.....	57
Figure 6: Chronologie des installations dans les deux terroirs.....	63
Figure 7 : Principales cultures et importance des assolements à Torokoro.....	65
Figure 8 : Répartition des effectifs de cheptel dans les deux terroirs.....	70
Figure 9 : Répartition du cheptel entre les principales ethnies.....	71
Figure 10 : Variations saisonnières de la charge animale à Ouara.....	73
Figure 11 : Représentation des variables actives sur le plan factoriel 1/2.....	75
Figure 13: Exemple de modélisation spatiale d'un circuit de pâturage.....	108
Figure 14 : Organigramme général d'une cartographie analytique.....	111
Figure 15 : Analyse globale sur l'ensemble des relevés des deux terroirs (137 relevés x 105 espèces)	115
Figure 16 : Plan factoriel 1-3 (67 relevés X 77 espèces).....	117
Figure 17 : Plan factoriel du groupe 4 : groupements post-cultureux.....	120
Figure 18 : Projection de l'ensemble des 70 relevés sur le plan factoriel 1-2.....	122
Figure 19 : Plan factoriel des groupements post-cultureux.....	123
Figure 20 : Evolution de l'emprise agricole entre 1956 et 1998 à Ouara et Torokoro.....	133
Figure 21 : Evolution des formations végétales dans les deux terroirs.....	135
Figure 22 : Evolution des forêts claires à <i>Isoperlinia doka</i> entre 1956 et 1998.....	136
Figure 23 : Evolution du nombre d'entités.....	140
Figure 24 : Evolution de la superficie moyenne des entités.....	140
Figure 25 : Evolution de l'indice de diversité de Shannon.....	142
Figure 26 : Evolution démographique et évolution des mises en culture.....	149
Figure 27 : Origine géographique des exploitations allochtones.....	150
Figure 28 : Généalogie et implantation des hameaux de cultures.....	154
Figure 29 : Stratégies foncières développées par le lignage O.T.....	154
Figure 30: Types de fonctionnement spatial des élevages.....	170
Figure 31: Evolution de la mobilité pastorale au cours d'une année.....	178
Figure 32 : Plan factoriel des variables les plus importantes (Ouara et Torokoro).....	182
Figure 33 : Plan factoriel des variables les plus importantes (Ouara).....	184
Figure 34 : Plan factoriel des variables les plus importantes (Torokoro).....	184
Figure 35 : Contribution des différents faciès du paysage à la prise alimentaire.....	205
Figure 36 : Contribution des différentes catégories de fourrage selon les saisons.....	211
Figure 37 : Formes de circuits de pâturage.....	213
Figure 38 : Projection des variables dans le plan factoriel 1/2.....	217
Figure 39 : Distances parcourues.....	223
Figure 40: Spectre floristique (Ouara).....	236
Figure 41 : Richesse floristique des jachères à Ouara.....	237
Figure 42 : Spectre floristique (Terroir de Torokoro).....	239
Figure 43 : Richesse floristique des jachères.....	240
Figure 44 : Richesse floristique comparée entre Ouara et Torokoro.....	242
Figure 45: Richesse floristique des forêts claires à <i>Isoperlinia doka</i>	244
Figure 46 : Contribution spécifique des espèces au recouvrement de la strate herbacée.....	246
Figure 47 : Evolution de la diversité spécifique de la strate herbacée en fonction de l'importance de la pression anthropique dans les forêts claires.....	248
Figure 48 : Evolution de la diversité spécifique de la strate ligneuse en fonction de l'importance de la pression anthropique dans les forêts claires.....	250
Figure 49 : Evolution de la valeur pastorale des forêts claires en fonction de la pression anthropique	251
Figure 50 : Richesse floristique des savanes arbustives à <i>Detarium microcarpum</i>	253
Figure 51 Contribution des différentes catégories d'herbacées au recouvrement du tapis herbacé.....	255
Figure 52 : Evolution de l'indice de diversité de Shannon en fonction de la pression anthropique dans les savanes arbustives à <i>Detarium microcarpum</i>	255
Figure 53 : Evolution de la diversité spécifique des savanes arbustives à <i>Detarium microcarpum</i>	256
Figure 54 : Valeur pastorale de quelques faciès de savanes arbustives à <i>Detarium microcarpum</i>	257
Figure 55: Comparaison de la richesse floristique entre témoins pâturés et mise en défens.....	260
Figure 56 : Productions des 4 stations d'étude (Ouara).....	264
Figure 57 : Production des forêts claires dans la zone de pâture de Tierkoura en 2001 et 2002.....	266
Figure 58 : Production comparée des forêts claires dans les 3 sites.....	268
Figure 59 : Evolution de la production des jachères en fonction de l'âge.....	273
Figure 60 : Production comparée de différents faciès de savane à <i>Detarium microcarpum</i>	274

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population entre 1975 et 1996.....	63
Tableau 2 : Taille moyenne des troupeaux par classe d'éleveur.....	68
Tableau 3 : Répartition du cheptel entre les exploitations.....	70
Tableau 4: Densité de cheptel dans les deux terroirs.....	72
Tableau 5: Caractérisation des systèmes d'élevage.....	77
Tableau 6 : Répartition des placettes par site.....	92
Tableau 7: Groupements végétaux identifiés et leurs caractéristiques.....	119
Tableau 8 : Caractéristiques démographiques des exploitations à Torokoro.....	155
Tableau 9: Importance de l'élevage transhumant dans le terroir de Ouara en 1998.....	174
Tableau 10: Proportion des exploitations pratiquant la transhumance en 2001.....	185
Tableau 11 : Valeurs tests du croisement entre variables de la mobilité et variables explicatives.....	186
Tableau 12 : Importance de la transhumance de saison de pluie en fonction des principales ethnies à Ouara et à Torokoro.....	188
Tableau 13 : Importance de la transhumance de saison de sèche en fonction des principales ethnies à Ouara et à Torokoro.....	188
Tableau 14 : Caractéristiques des troupeaux suivis.....	190
Tableau 15 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 1 de Ouara.....	196
Tableau 16 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 2 de Ouara.....	197
Tableau 17 : Composition du territoire de l'agro-éleveur mossi de Ouara.....	197
Tableau 18 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 1 de Torokoro.....	198
Tableau 19 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 2 de Torokoro.....	198
Tableau 20 : Composition du territoire de l'agro-éleveur mossi de Torokoro.....	199
Tableau 21 : Composition du territoire de l'agro-éleveur Doghosé.....	200
Tableau 22 : Dictionnaire des variables des déterminants des circuits.....	216
Tableau 23 : Quantification des types de pressions anthropiques dans les différentes stations.....	229
Tableau 24 : Similitude des flores entre mis en défens et témoins pâturés en ZASP et en ZP de Tierkoura.....	258
Tableau 25: Richesse floristique et similitudes des stations de jachères de Ouara.....	259
Tableau 26 : Similitude des flores entre mise en défens et témoins pâturés dans les jachères.....	260
Tableau 27 : Production des savanes de Ouara.....	262
Tableau 28 : Biomasse de quelques faciès de végétation à Torokoro en novembre 2001..	264
Tableau 29 : Production des placettes mises en défens en 2002 (Torokoro).....	266

Tableau 30 : Production de deux faciès de forêt claire à <i>Isobertinia doka</i> , dans la forêt classée de Kofflandé.....	267
Tableau 31 : Production de quelque faciès à <i>Isobertinia doka</i>	269
Tableau 32 : Biomasse évaluée dans quelques jachères en 2001.....	272
Tableau 33: Production en paille de quelques cultures (tMS.ha ⁻¹).....	275

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	11
1 PROBLEMATIQUE : DENSIFICATION AGRICOLE ET VIABILITE DES SYSTEMES D'ELEVAGE	15
2 LA QUESTION DE LA VIABILITE DES SYSTEMES D'ELEVAGE DANS CE CONTEXTE	18
2.1 Questions de recherche et hypothèse de travail	19
2.1.1 Les transformations paysagères à l'échelle du territoire pastoral.....	20
2.1.2 Les interactions élevage paysage	20
2.1.2.1 Impact des pratiques pastorales sur les paysages végétaux	21
2.1.2.2 Evolution de la biodiversité végétale	22
2.1.2.3 Impact du paysage sur la mobilité pastorale	23
Chapitre 1 : APPROCHE CONCEPTUELLE ET METHODOLOGIE GENERALE	
1 UNE APPROCHE SYSTEMIQUE DES INTERACTIONS ELEVAGE ENVIRONNEMENT	26
2 LE PAYSAGE VEGETAL	27
2.1 Définition du concept.....	27
2.1.1 Le paysage selon les agronomes.....	27
2.1.2 Le paysage de l'écologue.....	29
2.1.3 Notre conception du paysage.....	29
2.2 Les facteurs de perturbation.....	30
2.2.1 Le feu	31
2.2.2 Les cultures.....	31
2.2.3 Le pâturage	32
2.2.4 Les prélèvements domestiques.....	32
2.3 Dynamique de la végétation : les modèles de successions végétales	33
2.3.1 Le modèle de la « succession climatique ».....	33
2.3.2 Le modèle « état et flux »	33
2.3.3 Le modèle de « non équilibre »	34

2.4	Modèle successional des végétations pâturées en zone de savanes sub-humide	34
2.5	Dégradation des parcours et indicateurs de perturbation retenus	37
2.5.1	Les herbacées.....	38
2.5.2	Les ligneux.....	38
2.6	Les échelles abordées	39
2.6.1	Le territoire pastoral	39
2.6.1.1	Le choix des terroirs de Ouara et de Torokoro.....	40
2.6.2	La station écologique	41
2.6.3	L'exploitation agricole.....	42
3	ETUDE DE LA STRUCTURE ET DE L'ORGANISATION DU PAYSAGE	42
3.1	L'apport de la cartographie.....	42
3.2	Phyto-écologie et écologie du paysage	43
3.2.1	Apport des concepts l'écologie du paysage	43
3.2.1.1	Les éléments spatiaux d'un paysage	44
4	LE FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE AU SEIN DES PAYSAGES	47
4.1	Evolution de la biodiversité végétale : évaluation de l'impact des actions anthropiques sur le paysage	47
4.1.1	Le choix d'une approche synchronique.....	48
4.1.2	Choix des groupements végétaux étudiés	48
4.1.2.1	Les végétations transformées	48
4.1.2.2	Végétations naturelles.....	49
4.1.3	Pressions anthropiques et évolution de la biodiversité.....	50
4.2	Evolution du paysage et mobilité pastorale	51
5	LA RECHERCHE DES FACTEURS EXPLICATIFS DES EVOLUTIONS DU PAYSAGE	52
5.1	Les enquêtes.....	52
5.2	Etude des pratiques pastorales des éleveurs.....	53
5.3	L'apport du SIG	53

Chapitre 2 : LE CADRE DE L'ETUDE

1	LE MILIEU BIOPHYSIQUE	56
1.1	Le climat.....	56

1.1.1	Pluviosité et température.....	56
1.1.2	Période active de végétation	58
1.2	Géologie, Géomorphologie et sols	59
1.3	Hydrographie.....	60
1.4	Territoire phytogéographique, végétation et flore	60
2	LE MILIEU HUMAIN	62
2.1	Les dynamiques démographiques.....	62
2.2	Les systèmes de production agricoles	64
2.3	Situation de l'élevage dans les deux terroirs	65
2.3.1	Les acteurs de l'élevage dans les deux terroirs	66
2.3.2	Importance du cheptel dans les deux terroirs.....	68
2.3.2.1	Les races bovines	68
2.3.2.2	Les effectifs de cheptel et répartition entre les différentes ethnies.....	69
2.3.3	Densité du cheptel et évolution saisonnière de la charge animale.....	71
2.3.4	Typologie des systèmes d'élevage	74
2.3.5	La gestion des troupeaux	78
2.3.5.1	Les unités de conduite – allotement.....	78
2.3.5.2	Le gardiennage des troupeaux	79

Chapitre 3 : LES METHODES D'APPROCHE DE L'INTERACTION PAYSAGE-ELEVAGE

1	CARACTERISATION DES PAYSAGES PAR LA CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DES TERRES	82
1.1	La phase de photo-interprétation.....	82
1.2	Validation de la photo-interprétation.....	83
1.3	La saisie des données spatiales.....	84
1.4	Traitement et analyse des données cartographiques.....	85
1.4.1	Quantification de la structure du paysage	85
1.4.2	Diversité du paysage.....	86
1.4.3	Modélisation des transformations paysagères	87
1.4.3.1	Principe de modélisation	88
2	CARACTERISATION DES PAYSAGES PAR LA PHYTO-ECOLOGIE	89
2.1	Caractérisation des paysages végétaux cartographiés en 1998.....	91
2.2	Etude de l'évolution de la biodiversité végétale.....	91

2.2.1	Description du dispositif	91
2.2.2	Paramètres collectés.....	93
2.2.3	Traitement et analyse des données floristiques	95
2.2.3.1	Les analyses multidimensionnelles.....	95
2.2.3.2	La diversité spécifique.....	96
2.2.3.3	Le spectre pastoral	99
2.3	La structure de la strate herbacée.....	100
2.4	La valeur pastorale des pâturages	101
3	CARACTERISATION DE L'UTILISATION DU PAYSAGE PAR L'ELEVAGE..	102
3.1	Les suivis de troupeaux au pâturage.....	102
3.1.1	Calendrier des suivis.....	103
3.1.2	Mise en œuvre pratique	104
3.2	Quantification de la fréquentation animale	105
3.2.1	Le choix d'une approche analytique sous SIG	106
3.2.1.1	zone d'influence potentielle d'un circuit (Figure 13).....	107
3.2.1.2	Pression de pâturage.....	109
3.2.1.3	L'indice de fréquentation	109
3.2.1.4	L'indice d'utilisation	109
3.2.1.5	Les limites de notre méthode de modélisation	112

Chapitre 4 : PAYSAGES VEGETAUX ACTUELS ET LEURS DYNAMIQUES

1	LES PAYSAGES VEGETAUX ACTUELS	114
1.1	Typologie des groupements végétaux pâturés.....	114
1.1.1	Principe adopté pour les traitements.....	114
1.1.2	Les groupements végétaux du terroir de Ouara.....	116
1.1.2.1	Première étape : séparation des groupements principaux.....	116
1.1.2.2	Deuxième étape : séparation des faciès post-cultureux.....	118
1.1.3	Les groupements végétaux du terroir de Torokoro	120
1.1.3.1	Première étape : séparation des groupements végétaux.....	120
1.1.3.2	Les faciès post-cultureux	122
1.1.4	Description des groupements végétaux.....	123
1.1.4.1	Les forêts claires (photo 1).....	124
1.1.4.2	Les savanes arborées.....	125
1.1.4.3	Les savanes boisées.....	126

1.1.4.4	Les savanes arbustives.....	127
1.1.4.5	Savane herbeuse des bowés.....	128
1.1.4.6	Les formations de type forestiers	128
1.1.4.7	Les galeries forestières.....	128
2	EVOLUTION DES PAYSAGES.....	131
2.1	Evolution de la structure du paysage	131
2.1.1	Evolution des superficies des différentes unités paysagères	131
2.1.1.1	Evolution du taux d'occupation agricole	132
2.1.2	Evolution des formations savaniques (figure 21)	133
2.1.2.1	Les végétations transformées	133
2.1.2.2	La forêt claire	135
2.1.3	Les formations anthropiques récentes	136
2.1.4	Evolution des formations forestières	137
2.1.5	Les formations artificielles : développement de l'arboriculture	138
2.2	Evolution de la fragmentation des paysages.....	139
2.3	Evolution de la diversité spatiale	141
3	MODELISATION DES TRANSFORMATIONS PAYSAGERES.....	142
3.1	Quelques considérations théoriques sur la modélisation spatio-temporelle	142
3.2	Les transformations paysagères de 1956 à 1998.....	143
4	DYNAMIQUES SOCIO-ECONOMIQUES ET CONSTRUCTION DES PAYSAGES.....	147
4.1	Translation de l'emprise agricole du bas de versant vers les plateaux.....	147
4.2	Dynamiques démographiques et occupation de l'espace	148
4.2.1	Migration agricole et évolution de l'emprise agricole.....	148
4.2.2	Implantation des domaines agricoles migrants et occupation de l'espace	150
4.2.3	L' éclatement du domaine agricole autochtone	153
4.2.4	Parcellisation des domaines lignagers	155
4.3	Evolution des systèmes de production agricole	155
4.3.1	De l'igname autoconsommé à l'igname culture de rente.....	156
4.3.2	L'anarcardier : diversification des revenus et artificialisation des paysages	157
5	CONCLUSIONS	158

Chapitre 5 : PAYSAGES ET MOBILITE PASTORALE

1	LA MOBILITE PASTORALE : HISTORIQUE DE SON EVOLUTION	160
1.1	Organisation de l'espace pastoral	160
1.1.1	Le foncier pastoral : l'élevage en marge	161
1.1.2	Evolution du territoire pastoral.....	162
1.1.2.1	Migration-transhumance : insertion de l'élevage peul dans la région Sud-Ouest	163
1.1.2.2	Les agro-pasteurs des terroirs de Ouara et Torokoro	165
1.1.3	Typologie du fonctionnement spatial des systèmes d'élevage.....	167
1.1.3.1	Fonctionnement spatial des élevages sédentaires	167
1.1.3.2	Fonctionnement spatial des élevages transhumants	168
1.2	Evolution de la mobilité pastorale au cours des 20 dernières années.....	171
1.2.1	Les évolutions récentes dans le système pastoral peul	171
1.2.1.1	La transhumance de saison sèche : du genre de vie à une stratégie de survie.....	171
1.2.1.2	La transhumance de saison de pluie : une pratique révélatrice des contraintes.....	172
1.2.1.3	La délocalisation des troupeaux : stratégie ou minimisation des risques ?.....	172
1.2.2	Evolution de la mobilité chez les agro-éleveurs	173
1.2.3	De l'instabilité des territoires pastoraux.....	174
1.2.3.1	Instabilité inter-annuelle	174
1.2.3.2	Instabilité intra-saison	177
1.3	Déterminants de la mobilité pastorale	179
1.3.1	Les variables considérées.....	179
1.3.2	Analyse factorielle sur les données communes aux deux terroirs (Figure 32).....	181
1.3.3	Analyse factorielle sur les données de Ouara (Figure 33)	182
1.3.4	Analyse factorielle sur les données de Torokoro (Figure 34)	183
1.3.5	Importance de la mobilité en fonction du contexte écologique	184
1.3.6	Les variables déterminantes	186
1.3.7	La transhumance : une pratique liée à l'ethnie ?.....	187
2	LES CIRCUITS DE PATURAGE	188
2.1	Le calendrier pastoral.....	188

2.2	Les troupeaux suivis.....	190
2.2.1	Les troupeaux suivis à Ouara.....	190
2.2.2	Les troupeaux suivis à Torokoro	191
2.3	Les territoires pastoraux des troupeaux suivis	191
2.3.1	Organisation des circuits saisonniers à Ouara	191
2.3.2	Organisation des circuits saisonniers à Torokoro.....	192
2.3.3	Description de la composition des territoires pastoraux des éleveurs suivis.....	195
2.3.3.1	Territoires pastoraux des éleveurs de Ouara	195
2.3.3.2	Territoires pastoraux de Torokoro.....	197
2.4	Evolution du rythme d'activité au pâturage.....	200
2.4.1	La prise alimentaire	200
2.4.2	Le déplacement.....	201
2.4.3	L'abreuvement	201
2.4.4	Le repos	202
2.5	Répartition de la pression de pâturage dans le paysage.....	202
2.5.1	Bilan annuel de la fréquentation des faciès par les troupeaux suivis	202
2.5.1.1	Contribution des différents types de parcours à la prise alimentaire..	202
2.5.1.2	Quantification des pressions de pâturage à Ouara	206
2.5.1.3	Quantification des pressions de pâturage à Torokoro.....	207
2.6	Evolution de la composition botanique des régimes.....	210
2.6.1	Composition botanique des régimes de troupeaux suivis à Ouara ...	210
2.6.2	Composition botanique des régimes de troupeaux suivis à Torokoro	211
3	RELATIONS ENTRE COMPOSITION DU TERRITOIRE ET CIRCUITS DE PATURAGE.....	212
3.1	Les variables à expliquer.....	212
3.2	Les variables explicatives.....	213
3.3	Recherche de liaisons entre variables.....	215
3.4	Déterminants des caractéristiques de circuits saisonniers	217
3.4.1	Déterminants des variables structurelles	217
3.4.2	Les déterminants des variables fonctionnelles.....	220
4	CONCLUSION	225

Chapitre 6 : UTILISATION PASTORALE ET EVOLUTION DE LA BIODIVERSITE

1	DESCRIPTION DES STATIONS D'IMPLANTATION DU DISPOSITIF DE MIS EN DEFENS	230
1.1	Les stations de Ouara	230
1.1.1	La station WP1	230
1.1.2	La station WP2.....	232
1.1.3	La station WP3.....	232
1.1.4	Les sols des stations étudiées	232
1.2	Les stations de Torokoro	233
1.2.1	Les stations en forêt claire (T1FC, T2FC, T3FC)	233
1.2.1.1	Station dans le domaine de O. D (T1FC1)	233
1.2.1.2	Station dans le domaine O. M (T2FC).....	233
1.2.1.3	Station dans le domaine de O.B (T3FC)	233
1.2.2	Les stations des savanes arbustives à <i>Detarium microcarpum</i>	234
1.2.2.1	Jachère ancienne à <i>Detarium microcarpum</i> (T-det1)	234
1.2.2.2	Savane arbustive à <i>Detarium microcarpum</i> (T-det2)	234
1.3	Les stations de la zone de pâture de Tierkoura	234
1.4	Les stations en forêt classée de Kofflandé	235
2	DIAGNOSTIC GENERAL DE LA FLORE DE OUARA ET DE TOROKORO ...	235
2.1	Flore des pâturages de Ouara.....	235
2.1.1	Richesse et spectre floristique	236
2.1.2	Richesse floristique en fonction de l'âge des jachères.....	236
2.1.3	« Présence » des espèces dans les relevés	238
2.2	Flore des pâturages de Torokoro	238
2.2.1	Richesse et spectre floristique	238
2.2.2	« Présence » des espèces dans les relevés	239
2.2.3	Evolution de la richesse floristique en fonction de l'âge des jachères	239
2.3	Etude comparée de la flore des deux terroirs.....	241
2.3.1	Richesse floristique	241
2.3.2	La diversité floristique	242
3	IMPACT DU PATURAGE SUR LA BIODIVERSITE VEGETALE	243
3.1	Impact du pâturage sur la biodiversité des forêts claires.....	243
3.1.1	Richesse floristique et spectre fourrager	243
3.1.2	Indices de similitude de Jaccard	244

3.1.3	Structure de la strate herbacée	245
3.1.3.1	Le recouvrement	246
3.1.3.2	La diversité de la végétation herbacée.....	247
3.1.4	Structure de la strate ligneuse.....	248
3.1.4.1	La densité des ligneux	248
3.1.4.2	Diversité spécifique de la flore ligneuse	249
3.1.5	Valeur pastorale	250
3.2	Impact du pâturage sur la végétation transformée	251
3.2.1	Comparaison végétation transformée/ végétation naturelle	252
3.2.1.1	Richesse floristique et spectre fourrager.....	252
3.2.1.2	Indices de similarité entre stations	253
3.2.1.3	Structure de la strate herbacée	254
3.2.1.4	Structure de la strate ligneuse : densité des ligneux et diversité spécifique	256
3.2.2	Valeur pastorale	257
3.3	Effet de la mise en défens sur la richesse floristique.....	257
3.3.1	Les forêts claires	258
3.3.2	Les jachères anciennes à Ouara.....	259
3.3.3	Les jachères de Torokoro.....	259
3.3.4	Conclusion sur l'effet des mises en défens	261
4	DIAGNOSTIC SUR LA PRODUCTIVITE DES PARCOURS	261
4.1	Productivité des pâturages de Ouara	261
4.2	Evaluation de la production à partir du dispositif de mis en défens	263
4.3	Production des pâturages à Torokoro	264
4.4	Production des forêts claires à <i>Isoberlinia doka</i>	265
4.4.1	En zone agro-sylvo-pastorale de Torokoro	265
4.4.2	Zone de pâture de Tierkoura.....	266
4.4.3	Forêt classée de Kofflandé.....	267
4.4.4	Conclusion sur la production des forêts claires et comparaison avec d'autres études	267
4.4.5	Production des jachères à Torokoro	271
4.4.6	Production comparée jachères et végétation naturelle à <i>Detarium microcarpum</i>	273
4.4.7	Production des parcours post-cultureux.....	274

CONCLUSIONS GENERALES ET DISCUSSION.....	280
1 Dynamique des paysages : vers les mêmes processus dans les nouveaux fronts pionniers	294
2 Pressions pastorales et évolution de la biodiversité végétale.....	295
3 Contexte écologique et évolution des pratiques pastorales.....	297
3.1 Des pratiques fourragères encore embryonnaires	297
3.1.1 Le stockage des résidus de culture.....	297
3.1.2 Les quantités stockées.....	298
3.2 L'accès aux parcours post-cultureux.....	299
3.3 Contexte écologique et mobilité pastorale.....	300
4 Perspectives de recherches	301
BIBLIOGRAPHIE.....	288

INTRODUCTION GENERALE

La tendance générale qui caractérise l'évolution des systèmes agraires dans de nombreux pays en Afrique sub-saharienne, aussi bien dans les zones sèches que dans les zones sub-humides, est l'augmentation rapide des superficies cultivées au détriment des pâturages naturels. Les mêmes causes sont incriminées un peu partout (JOUVE, 2001) : la croissance démographique, le développement des cultures de rente (coton, arachide) et de la culture attelée, la monétarisation des échanges, quelquefois appuyée par des filières commerciales bien structurées comme c'est le cas de la filière coton au Burkina Faso ou de la filière arachide au Sénégal. C'est également dans ces régions humides et sub-humides que l'accroissement du nombre d'animaux est des plus rapides (LEAD, 2003). Sous l'effet des mises en culture généralisées, les paysages de savanes de l'Afrique sont en évolution permanente (FOURNIER *et al.*, 2001). A l'agriculteur succède l'éleveur dans la création de nouveaux paysages. Ceux-ci se présentent sous forme d'une mosaïque composée de formations naturelles ou semi-naturelles, de jachères à divers stades de reconstitution, de cultures qui sont sollicitées par le bétail en fonction des saisons.

Le mode de production animale dans la région est basé sur les pâturages communautaires et les résidus de culture exploités en vaine pâture. Ce système est classé dans le type « système d'exploitation mixte » (SERE & STEINFELD, 1996). La pratique conjointe de l'agriculture et de l'élevage est en effet courante. Il s'agit de formes d'agro-pastoralisme développées aussi bien chez les pasteurs traditionnels sédentarisés que chez les agriculteurs. Au stade actuel de l'intégration, l'élevage et l'agriculture se rendent mutuellement des services mais ne sont pas interdépendants ; au contraire l'activité d'élevage est quelquefois reléguée sur les mauvaises terres dans le partage de l'espace. Dans les zones traditionnellement agricoles comme c'est le cas de la zone Sud-Ouest du Burkina Faso, l'élevage est généralement subordonné à l'agriculture et s'insère pendant la période des cultures (mai-décembre) dans les espaces interstitiels laissés par cette dernière. Par contre, après les récoltes, l'espace agricole se transforme en espace pastoral.

En rapport avec l'environnement, l'atout du système *agropastoral* est sa contribution potentielle à l'agriculture durable. Parmi les risques potentiels, LEAD (2003) cite sa contribution à la dégradation de l'environnement par surexploitation des ressources communautaires et au déclin de la fertilité du sol dans les espaces communautaires

par le transfert de fertilité des zones pâturées vers les zones de culture où les animaux passent la nuit.

Dans un contexte global de réduction des parcours qui se généralise, plusieurs contraintes se dégagent pour l'activité d'élevage :

- les pâturages interstitiels peuvent subir de fortes pressions pastorales au-delà de leur capacité de charge, ce qui se traduira par une dégradation du potentiel de productivité (flore, valeur pastorale et productivité),
- la fragmentation du milieu pose des problèmes d'accessibilité à certaines ressources (eau, pâturage) et limite de fait le potentiel fourrager,
- le changement de statut des parcours dont la majorité passe du domaine collectif à des ressources privatisables comme c'est le cas des résidus de culture et des jachères qui peuvent être appropriés.

Par ailleurs, on assiste à une compétition de plus en plus aiguë pour l'accès aux ressources naturelles entre groupes d'intérêts divergents (agriculteurs autochtones, agriculteurs migrants, éleveurs sédentaires et transhumants) qui est à l'origine de divers conflits quelque fois très sanglants.

Cependant le maintien de l'élevage reste au centre de la problématique agricole dans cette région. Il constitue un moyen de valorisation des espaces non cultivés ; il représente une complémentarité économique qui sécurise les exploitations et enfin, son rôle dans le transfert de fertilité est au centre de la conservation de l'environnement et de viabilité des systèmes agraires de la région (LHOSTE, 1985 ; D'AQUINO *et al.*, 1995). L'enjeu actuel du développement dans cette région en pleine dynamique est de trouver un équilibre entre ces deux principales activités productrices que sont l'agriculture et l'élevage. La question de la viabilité des systèmes d'élevage dans ce contexte dynamique se pose avec acuité.

Dans l'optique d'un développement durable, la nécessité d'une meilleure connaissance des conséquences sur l'environnement des développements agraires en cours dans la zone Ouest du Burkina Faso s'est imposée. Sur financement de la Coopération Française, un projet intitulé « suivi de la dynamique de ressources naturelles dans les zones de fronts pionniers de migration de l'Ouest du Burkina Faso » a été initié et exécuté de 1997 à 2000 par une équipe conjointe INERA et CIRAD. L'objectif principal du projet était de caractériser la mise en valeur agricole des terres influencée par l'installation des migrants afin de faire des propositions pour

une gestion durable des ressources naturelles. Les investigations de l'équipe interdisciplinaire ont permis de porter un diagnostic global à différentes échelles sur la problématique des fronts pionniers qui sont définis comme le processus de construction d'espaces ruraux remplaçant progressivement des écosystèmes naturels (ALBADEJO, 1996). Cependant ces premiers résultats ont suscité des besoins d'approfondissement à travers des études plus fines qui permettraient une compréhension réelle des mécanismes d'évolution des ressources naturelles induites par les évolutions agraires en cours.

Le présent travail qui fait suite au diagnostic régional réalisé au cours du projet, vise à analyser les évolutions paysagères à l'échelle du terroir villageois et à confronter ces évolutions au fonctionnement de ces milieux et sa conséquence sur les pratiques pastorales et en particulier sur la mobilité pastorale. Les entrées spatiales et phyto-écologiques privilégiées sont complétées avec des enquêtes socio-économiques au niveau de l'exploitation.

Les travaux se sont déroulés sur deux terrains principaux :

- le terroir de Ouara se situe en zone cotonnière parmi les zones de migrations anciennes : l'emprise agricole et la densité de population y sont fortes ;
- le terroir de Torokoro se situe dans les nouveaux fronts pionniers au sud du pays. C'est l'une des zones à igname. L'emprise agricole encore faible connaît des évolutions qui laissent présager une saturation foncière prochaine comme dans les anciens fronts pionniers.

Pour rendre compte du travail accompli, le document est structuré en 6 chapitres.

Après une introduction générale qui traite de la problématique de l'étude, pose les questions de recherche, les trois premiers chapitres exposent la démarche conceptuelle dans laquelle sont successivement décrits la démarche globale, le cadre de l'étude et les méthodes utilisées. La description des paysages végétaux actuels et leurs tendances évolutives, sont présentées dans le quatrième chapitre. Le pas de temps considéré pour analyser les évolutions est d'une cinquantaine d'années (1957-1998). Le cinquième chapitre est consacré à l'analyse de la mobilité pastorale à différentes échelles spatio-temporelles. Quant au sixième chapitre, il porte sur l'analyse de l'évolution de la diversité spécifique dans différents contextes

d'utilisation pastorale du milieu. Une discussion générale et une conclusion terminent le travail.

1 PROBLEMATIQUE : DENSIFICATION AGRICOLE ET VIABILITE DES SYSTEMES D'ELEVAGE

L'élevage et l'agriculture utilisent conjointement le même espace. En dehors de zones cuirassées incultes, les autres espaces, qu'il s'agisse de champs, de jachères, ou de végétations « naturelles », alternent dans le temps et dans l'espace activité agricole et pâturage.

Les défrichements ont deux effets majeurs pour l'élevage extensif. Ils ont contribué à une régression des gîtes à glossines et ouvert à l'élevage des milieux jusque là peu propices pour cette activité. Par la suite, l'extension de l'espace agricole est un changement d'importance dans le paysage végétal qui a des répercussions considérables sur la disponibilité en fourrage pour les troupeaux (LANDAIS, 1985 ; d'AQUINO 1996 ; TOUTAIN, 1999). Des savanes sont défrichées pour installer des cultures. Le tapis herbacé qui apparaît après les premières années d'abandon n'a pas la même valeur fourragère pour le bétail. Les cultures laissent des résidus qui sont exploitables par l'élevage. Dans certains contextes, la production et la valeur fourragère de ces parcours post-culturels seraient supérieurs à ceux des pâturages naturels (ACHARD *et al.*, 2001).

L'augmentation des mises en culture, dont l'un des leviers est l'accroissement démographique, s'accompagne généralement d'une augmentation du cheptel. Un tel constat est fait dans la zone *agropastorale* de Sidéradougou (de LA ROCQUE *et al.* 2001) et également dans la région densément peuplée de Korogho en Côte d'Ivoire (LANDAIS, 1985). D'après BOUTRAIS (1992), le cheptel devient nombreux lorsque les densités de populations dépassent 10 à 15 hab.km⁻². Il ajoute cependant que les seuils de possibilités pastorales en savane soudanienne varient selon « l'agressivité écologique » des systèmes de culture et des modes de répartition de l'habitat.

Le développement de l'élevage paysan conjugué à la sédentarisation d'éleveurs traditionnels Peul est à l'origine d'une pression pastorale de plus en plus forte sur les pâturages interstitiels qui par ailleurs s'amenuisent d'année en année sous l'effet des mises en cultures. Ces évolutions agraires sont inquiétantes à plus d'un titre. D'un point de vue écologique, GROUZIS (1988), dans son essai de cartographie de la

dégradation des terres au Burkina Faso sur la base de la densité de population, du taux d'occupation agricole et de la densité de bétail, conclut que l'attractivité des régions du Sud-Ouest en fait des zones très sensibles quant aux risques de dégradation. Plusieurs analyses (WINROCK, 1992 ; STEINFELD *et al.*, 1999 ; ZOUNDI, 1997) ont déjà été faites dans certains environnements dans ce sens. Ainsi les facteurs divers tels que la démographie, les sécheresses, l'appauvrissement continu des sols, les pratiques agricoles etc. engendrent des conséquences dont la plus directe est la disparition progressive de l'élevage transhumant et l'apparition d'un mode d'élevage sédentaire avec des animaux intégrés exigeant peu d'espace. Au Sine Saloum (Sénégal), LHOSTE (1987), FAYE (1993), LERICOLLAIS & FAYE (1994), rapportent que l'augmentation simultanée des surfaces cultivées et de l'effectif des animaux de trait s'est traduite par une rapide diminution de l'offre fourragère disponible pour le troupeau bovin extensif qui ne pouvait donc que régresser. Cette régression serait au cœur du processus d'extensification des systèmes de cultures, car la diminution du cheptel bovin a gravement réduit l'apport de fumure organique sur les champs cultivés assurés traditionnellement par le parcage. Au nord Cameroun des dynamiques similaires ont été évoquées par DUGUE (2000). Selon cet auteur lorsque la densité de population et la charge animale augmentent (ce qui se fait souvent concomitamment), les disponibilités en biomasse fourragère par habitant et par UBT diminuent. Le seuil d'accroissement compatible avec un développement de l'élevage est fixé dans la fourchette de 60 et 80 habitants au km². Au delà de ce seuil, l'élevage bovin extensif caractérisé par les troupeaux de grande taille (plus de 50UBT) tend à disparaître des terroirs et se replie dans les zones périphériques moins peuplées. L'élevage villageois est alors constitué de petits troupeaux composés en partie par des bovins de trait. D'une façon générale, il semble qu'en l'absence d'opportunités technologiques, les systèmes agraires soumis à une forte pression anthropique évoluent vers la rupture (CLEAVER & SCHREBER, 1994).

Dans le contre-pied de ce qui vient d'être développé, quelques études montrent que la réduction des espaces pastoraux au profit des cultures, n'a pas engendré que des évolutions négatives sur les systèmes d'élevage. Ainsi, dans le Waalo (Delta du fleuve Sénégal), TOURRAND (1994) rapporte que l'élevage s'est adapté au nouveau contexte en s'intensifiant grâce aux sous produits de la riziculture irriguée. L'élevage

s'est ainsi soustrait aux aléas climatiques et la taille du cheptel aurait considérablement augmenté dans tous les systèmes peuls de production agricole, dans lesquels il continue d'assurer une fonction d'épargne grâce à l'accumulation des revenus rizicoles et salariés. De façon générale, les pasteurs ont toujours su s'adapter quand on pensait la situation catastrophique et désespérée (THEBAUD, 1988).

A travers cette rapide revue bibliographique, on admet avec LANDAIS *et al.* (1990) que deux conceptions semblent s'opposer dans la littérature quant à l'évolution des systèmes agraires de la zone de savane. Elles rejoignent les théories malthusiennes et celles de BOSERUP (1970). Selon la première, la densification de l'occupation de l'espace rural consécutive à la croissance démographique remet en cause les complémentarités techniques entre agriculture et élevage et se traduit à moyen terme par une diminution des effectifs d'animaux, qui entraîne à son tour une baisse de la fertilisation animale et une dégradation des sols agricoles. Quant à la deuxième conception, elle soutient que la densification est au contraire une condition de l'intensification conjointe de l'agriculture et de l'élevage et les fortes densités animales sont systématiquement associées aux fortes densités agricoles.

On ne peut donc pas généraliser les conclusions tirées d'ailleurs et des besoins de validation de ces conclusions s'imposent à travers des recherches approfondies sur les grands équilibres qu'il est nécessaire d'établir entre les dynamiques agricoles et pastorales toutes consommatrices d'espace.

L'hypothèse émise est que la productivité de l'élevage ne peut se maintenir que si les éleveurs adoptent de nouvelles stratégies. La stratégie est définie comme la façon dont un acteur réalise ses divers objectifs en fonction des contraintes auxquelles il est soumis et les moyens dont il dispose (HESSELING *et al.*, 1986) cités par Le BRIS *et al.*, 1991). Ces stratégies relèvent de plusieurs niveaux et vont correspondre à des décisions qui vont porter soit sur le troupeau ou le développement des pratiques fourragères et l'appropriation de plus en plus poussée des résidus de culture.

2 LA QUESTION DE LA VIABILITE DES SYSTEMES D'ELEVAGE DANS CE CONTEXTE

Le concept de développement durable, apparu depuis 1987, désigne les moyens de concilier sur le long terme, les dynamiques de développement avec la protection des ressources et des milieux naturels (LANDAIS, 1998). Quand ce concept est transféré aux systèmes d'élevage pastoraux ou agro-pastoraux qui mettent en relation l'éleveur, son troupeau et l'espace exploité par le troupeau et par l'éleveur pour sa production agricole, la réponse à la question de la durabilité ou de la viabilité du système devient délicate. Chacune des composantes du système doit être examinée tour à tour ou simultanément : durabilité écologique, durabilité de l'exploitation. PEYRE DE FABREGUES (2000), se questionnant sur la durabilité des systèmes pastoraux au Niger, analyse les ressources, le troupeau, l'exploitation et le système. Au niveau du pôle ressource, les questions devront concerner l'évolution de la productivité fourragère et la disponibilité en eau et l'accès à ces ressources clés. Pour ce qui est du troupeau, la question concernerait la satisfaction des besoins fourragers en fonction de différents objectifs de production (énergie, lait, viande, fumier, animaux sur pied etc.). Quant à l'exploitation, la question serait de savoir si les besoins fondamentaux de l'éleveur et sa famille sont satisfaits à travers l'exploitation du troupeau. Enfin le système devrait garantir la mobilité du troupeau à la recherche de fourrage et d'eau. La question de la viabilité de l'exploitation a fait l'objet de nombreux écrits depuis le siècle dernier (BAILLY DE MERLIEUX, 1835 ; GIRARDIN & BREUIL, 1865). Dans la continuité de ce débat, LANDAIS (1998) rediscute les composantes clés de la durabilité de l'exploitation. Selon l'auteur, une exploitation durable doit être viable, vivable, transmissible et reproductible. Chacun des thèmes dans cette définition ayant tout son pesant.

Si l'on s'en tient à la durabilité écologique du système, l'application aux systèmes agro-pastoraux doit prendre en compte deux composantes : celle des terres cultivées par l'éleveur et celle des parcours utilisées par son bétail. La dégradation de l'une ou l'autre de ces deux composantes compromet la durabilité du système. Dans ce travail, notre propos se limite à la durabilité écologique des parcours. En ne considérant que ce point de vue, la question de seuil de viabilité est déjà délicate du fait de la complexité du mécanisme de régulation naturel et plus généralement des difficultés d'observation des changements mettant en œuvre des échelles de temps

de très long terme, (BENKHE & SCANNES, 1992 ; REY, 1999). Dans cet ordre d'idée, HIERNAUX (2001) évoque les régénérations fulgurantes des parcours sahéliens, après les années de sécheresse de 1970 et 1980, alors qu'on les croyait désertifiés pour longtemps. Dans les parcours appropriés par une exploitation, lutter contre la dégradation des pâturages contribuerait à rendre durable les exploitations d'élevage, à améliorer le revenu des éleveurs et participe indirectement à la préservation de l'environnement (LHOSTE & TOUTAIN, 1993). Pour ce qui concerne les parcours collectifs, comme c'est le cas dans les systèmes d'élevage communautaire, l'enjeu pour gérer durablement les écosystèmes pâturés tout en assurant une productivité animale satisfaisante se situe dans le respect d'un chargement animal qui préserve la durabilité de la ressource. Les pastoralistes consacrent le terme de « capacité de charge » à cet équilibre à établir entre charge animale et ressources fourragères. Le concept, qui ne fait pas que des adeptes (BEHNKE & SCANNES, 1992), rentre cependant dans la rhétorique qui accompagne la notion de développement durable (GILBERT, 1999). C'est un indicateur de pression sur le milieu qui est très appréciable même s'il n'est pas précis. Il permet en outre des comparaisons d'écosystèmes pâturés, et peut à terme devenir un indicateur d'évolution des paysages (MANDRET, 1999).

2.1 Questions de recherche et hypothèse de travail

En zone sahélienne (pluviosité < 600 mm), la viabilité des systèmes d'élevage se pose en rapport avec la variabilité climatique qui détermine l'offre alimentaire (THURIET, 1985 ; PEYRE de FABREGUE, 2000). En zone **de savane sub-humide, nous posons comme hypothèse que l'évolution de la composition du territoire (taux d'occupation, type d'occupation, organisation du parcellaire) a une répercussion sur les potentialités fourragères (disponibilité, quantité et qualité). Cette composition du territoire que nous qualifions sous le terme réducteur de « contrainte spatiale » a également un impact sur la mobilité pastorale.**

De cette hypothèse de base, des questions de recherche ont été bâties autour du territoire du troupeau (1), les pratiques de conduites au pâturage (2) et de l'interface troupeau-territoire (3,4) dans deux situations dynamiques contrastées : Le terroir de Ouara qui représente une situation de saturation foncière et celui de Torokoro où l'emprise agricole est encore faible.

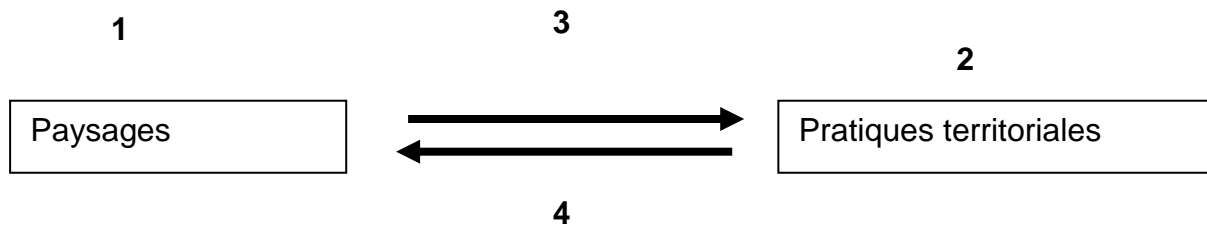


Figure 1 : Objets d'études

2.1.1 Les transformations paysagères à l'échelle du territoire pastoral

Les évolutions spatiales à l'échelle régionale montrent une tendance globale à l'augmentation de l'emprise agricole (AUGUSSEAU *et al.*, 1998). On sait cependant qu'il se produit une certaine rotation : pendant que des terres sont mises en culture, d'autres retournent en jachère, ce qui a de l'influence sur l'âge et la nature des parcours. Il faut dans la mesure du possible quantifier ces processus en terme de stabilité des types d'occupations : portion du terroir re-défriché chaque année ou laissé en jachère. Les questions de recherche en relation avec les transformations paysagères se posent à deux échelles.

- A l'échelle du territoire *agropastoral* les questions sont les suivantes :
 - quelle est l'ampleur des changements survenus dans les paysages végétaux dans les cinquantes dernières années ?
 - quels sont les processus de reconversion en cours ?
 - les transformations paysagères observées dans les anciens fronts pionniers sont-elles les mêmes sur les nouveaux fronts pionniers ?
- A l'échelle de la station écologique, quels sont les processus successionnels en cours ?

2.1.2 Les interactions élevage paysage

Le paysage agraire est le produit d'activités humaines, donc des systèmes agraires développés par les sociétés (DEFFONTAINES, 1986). A son tour, ce paysage influence et conditionne les activités des hommes. On peut donc parler d'interactions entre l'élevage et son environnement. Autant l'élevage peut avoir un impact sur le milieu, autant ce milieu influence en retour l'activité d'élevage. L'intérêt des pastoralistes s'est souvent porté sur l'évolution de la végétation sous l'effet de la

pâture. Plusieurs études ont été ainsi consacrées à cet aspect (HOFFMAN, 1985 ; CESAR, 1992 ; DIALLO, 1997). Il semble important également d'analyser l'évolution des pratiques d'élevage imposées par l'état du milieu. OUEDRAOGO (1997), au travers de méthodes économétriques, s'efforce d'évaluer l'impact des variations quantitatives des *actifs environnementaux* (variations pluviométriques et réduction des pâturages) sur les performances des éleveurs dans l'Est du Burkina Faso. Cette étude utilise une approche purement économique et non écologique. Dans l'ouest burkinabè PETIT (2000), en étudiant les pratiques de conduite des troupeaux en rapport avec l'usage de l'arbre, conclut que les facteurs environnementaux n'étaient pas déterminants dans les pratiques pastorales.

2.1.2.1 Impact des pratiques pastorales sur les paysages végétaux

Il semble difficile de faire la part des évolutions imputables strictement à l'élevage et des effets climatiques ou encore d'autres actions anthropiques (BEHNKE & SCOONES, 1992). Certains effets ne sont du reste observables qu'à long terme (par exemple les changements floristiques). Il reste cependant admis que l'évolution des activités agricoles et pastorales apparaît actuellement comme le principal facteur de transformation des systèmes écologiques des savanes (DEVINEAU *et al.*, 1991), l'impact des troupeaux domestiques sur la végétation est très difficile à quantifier en condition réelle (FOURNIER *et al.*, 2001). Cette difficulté tient à plusieurs facteurs :

1) Etudier le rôle des animaux domestiques dans l'évolution d'une parcelle, suppose que cette parcelle soit exclusivement utilisée par les animaux et que l'on soit capable de déterminer la charge subie par chacune des parcelles (BALENT, 1986). En dehors des zones cuirassées incultes, les autres espaces qu'il s'agisse de champs, de jachères ou de végétations « naturelles », alternent dans le temps et dans l'espace activité agricole et pâturage. Les espaces utilisés par le bétail font également l'objet de divers prélèvements à des fins domestiques (énergie, artisanat, médecine). En particulier les prélèvements pour le bois de chauffe ont un impact important sur les paysages.

2) L'utilisation collective des parcours rend impossible l'évaluation des charges réelles qui restent très fluctuantes dans le temps et dans l'espace.

Dans le contexte qui vient d'être décrit, on peut admettre que les évolutions paysagères sont les résultantes de facteurs écologiques (sols, climat) et d'une action

combinée de plusieurs facteurs anthropiques dont certains se montreront localement déterminants dans les processus d'évolution. L'anthropisation peut être considérée comme un facteur global (FOURNIER *et al.*, 2001) de perturbation. L'impact de différents degrés ou de types d'anthropisation peut alors être mis en rapport avec les évolutions paysagères.

2.1.2.2 Evolution de la biodiversité végétale

L'augmentation de l'emprise agricole par la mise en culture des savanes jusque là inexploitées pose avec acuité la question de la gestion durable des terres et d'une exploitation raisonnée de la biodiversité (ABBADIE, 2001). Le concept de biodiversité actuellement très médiatisé, correspond à la diversité du matériel biologique et fait partie du langage des écologues depuis fort longtemps (BARBAULT, 1997 ; POILECOT & DAGET, 2002). Le concept est assez ambigu parce qu'il est à la fois descriptif (liste des espèces) et chargé de complexité (relation/fonctionnement de ces espèces) d'où la nécessité dans chaque cas de préciser le sens que l'on donne au mot (GUILICHINI *et al.*, 2001). La biodiversité englobe donc, comme le soulignent BARBAULT (*op cit.*) et HADLEY (2001) les niveaux génétiques, spécifique et écosystémique, ce qui en fait toute sa complexité. De manière plus pragmatique, elle mesure l'hétérogénéité globale d'un ensemble dénombrable dont les éléments peuvent être regroupés en catégorie, donc d'un ensemble partitionnable (DAGET, 2000). L'intérêt d'un tapis végétal pour le bétail, réside d'abord dans sa flore qui va déterminer sa valeur pastorale mais également dans sa productivité qui conditionne sa capacité de charge écologique. La biodiversité, telle que nous la concevons dans cette étude, dépasse largement l'énumération des taxons d'une communauté végétale, elle concerne également les aspects structurels et le fonctionnement des communautés végétales. Les éléments pris en considération dans cette étude sont les paysages végétaux (communauté végétale ou groupement végétal) et les espèces végétales qui sont analysées à des échelles de temps et d'espaces différentes.

Dans la zone Sud-Ouest du Burkina Faso, l'augmentation de l'emprise agricole s'accompagne d'une augmentation du cheptel. Il y a donc de plus en plus d'animaux sur des espaces réduits. Une telle situation conduit à une réduction de la production herbacée dans le court terme et à plus long terme à une modification de la végétation des jachères et des successions post-culturelles. Sur les sols fragiles à

texture limono-sableuse, la pâture intense peut également entraîner une compaction superficielle qui peut faciliter l'érosion et induire des changements de flore (ACHARD *et al.*, 2001). L'action du pâturage intensif aurait un effet d'homogénéisation sur la flore par la dominance de quelques espèces (ACHARD *et al.* op cit.)

La question qui découle de ce constat est la suivante : **quel diagnostic peut-il être porté sur l'état des parcours soumis à un certain type d'anthropisation avec ou sans élevage ou en fonction de l'ancienneté de l'utilisation pastorale ?** Les mécanismes de la dégradation des parcours soudaniens sous l'impact du pâturage ont été expérimentés (CESAR, 1992 ; BOUTRAIS, 1992) : ***Y a-t-il dégradation des parcours et à quel stade se situe la dégradation si elle existe ?***

2.1.2.3 Impact du paysage sur la mobilité pastorale

Depuis les années 1960 (année de l'indépendance du pays), plusieurs modèles de développement en faveur de l'élevage ont été testés. Jusqu'à la sécheresse des années 1973, la politique de l'Etat a été orientée vers la protection sanitaire et quelques actions zootechniques (LANDAIS, 1990 ; PEYRE de FABREGUE, 2001). Après ces années, la sédentarisation organisée a été expérimentée avec la création des premières zones pastorales dans plusieurs régions du pays. L'aménagement de ces zones a donné des résultats mitigés, le zonage n'ayant pas résisté à la pression des colons agricoles. Des options techniques ont également été proposées pour augmenter le disponible fourrager au niveau de l'exploitation. La vulgarisation des cultures fourragères, de la fauche et de la conservation du fourrage naturel sont à placer dans ce contexte.

La réalité est que toutes ces options sont peu adoptées et les éleveurs continuent de compter sur la nature pour nourrir leurs bêtes. A court et moyen terme, l'élevage de type intensif ne pourra pas se substituer à l'élevage pastoral de type extensif actuellement pratiqué avec le même degré de rentabilité et de compétitivité (OUEDRAOGO, 2000). Cet auteur se demande du reste s'il est souhaitable d'aller vers ce modèle dit intensif, après le problème des « vaches folles » dans les systèmes intensifs européens. Au niveau politique on a fini par reconnaître que la mobilité est encore un fait incontournable pour l'élevage au Burkina Faso, ce qui a conforté l'Etat à mieux organiser cette mobilité. Un code pastoral est en cours d'élaboration pour légaliser cette option et sécuriser les éleveurs dont la situation foncière est de plus en plus précaire.

L'organisation du parcellaire conditionne les possibilités de conduite au pâturage sans causer de dégâts aux cultures souvent à l'origine des conflits entre agriculteurs et éleveurs. Les questions vitales pour l'élevage et donc pour le Burkina Faso auxquelles ce travail tentera d'apporter des éléments de réponse sont les suivantes :

Quelles nouvelles pratiques pastorales sont développées par les éleveurs de la région pour faire face à la réduction de l'espace ressource des troupeaux ? En particulier quel type de mobilité est mis en œuvre à l'échelle de l'année et du circuit quotidien ? Y'a-t-il des relations directes de cause à effet entre la structure de l'espace ressource et les caractéristiques des circuits quotidiens et saisonniers ?

Rapport-Gratuit.com

Chapitre 1 : Approche conceptuelle et méthodologie générale

1 UNE APPROCHE SYSTEMIQUE DES INTERACTIONS ELEVAGE ENVIRONNEMENT

Le travail est bâti sur la problématique des interactions réciproques entre le paysage végétal et les pratiques de conduite au pâturage dans un contexte marqué par une forte augmentation de l'emprise agricole. Les questions de recherche ont été élaborées autour de deux pôles : le paysage végétal et les pratiques pastorales. Une telle approche est légitimée par les différentes critiques opposées à celles qui consistaient à étudier chaque composante du système séparément. En particulier les études descriptives sur la végétation des parcours se sont montrées inopérantes en matière d'aide au développement parce que les pratiques d'élevage locales (déplacements des troupeaux, comportement spatial ou alimentaire des animaux, structure de l'espace pastoral, régimes fonciers, etc.) ont été quelquefois ignorées (LANDAIS, 1994 ; HUBERT, 1994). Dans le même ordre d'idée, DAGET *et al.*, (2000) soutiennent que si les études de la flore et de la végétation sont au cœur d'une vision intégrée du pastoralisme, elles ne doivent pas rester isolées : l'approche phytosociologique ne peut prendre sa pleine signification qu'encadrée par des approches complémentaires portant sur le pasteur et ses problèmes, sur l'artificialisation du milieu, ses modalités et ses motivations. Ainsi depuis le XIX^{ème} siècle la question de la gestion du pâturage est au cœur des préoccupations des pastoralistes et écologues (LECLERC-TOUIN, 1835 ; LONG, 1974 ; SAVINI *et al.*, 1993 ; DAGET *et al.*, 1995).

Les efforts de la recherche devront donc s'orienter sur la façon dont les éleveurs pensent et exploitent leur territoire pastoral, quel jugement est-il possible de porter à cette gestion, quelles innovations peut-on apporter pour satisfaire au mieux leurs objectifs (LANDAIS, 1994). L'étude des pratiques pastorales devra occuper une place aussi importante que celle qui est souvent accordée à l'étude de la flore et de la végétation dans les études de pastoralisme classique.

L'approche systémique s'impose de plus en plus pour l'étude des systèmes pastoraux (DAGET & GODRON, 1995). Elle est définie comme une attitude de l'observateur qui doit s'intéresser à toutes les composantes du système. L'application de cette approche oblige à faire appel à des méthodes développées dans les disciplines relevant des sciences de la nature et des sciences humaines.

La figure 2, présente la démarche conceptuelle adoptée pour l'étude des interactions élevage environnement.

2 LE PAYSAGE VEGETAL

2.1 Définition du concept

Le concept du paysage utilisé dans de nombreuses disciplines renvoie à des objets d'étude différents selon le point de vue adopté. Il a autant de définitions qu'il présente d'intérêt (AVOCAT, 1984 cité par ROUGERIE & BEROUTCHCHVILI, 1991). Avant d'être objet d'étude en écologie, le paysage a été utilisé dans plus d'une dizaine de champs disciplinaires. Il est aujourd'hui un concept clé dans l'aménagement du cadre de vie. Sans vouloir exposer tous ces points de vue qui sont par ailleurs, bien développés dans des ouvrages spécialisés et articles scientifiques (ROUGERIE *et al.*, 1991 ; BUREL & BAUDRY, 1999 ; JULVE, 1986 ; RICHARD, 1989), quelques définitions auxquelles notre étude fait référence sont présentées.

2.1.1 Le paysage selon les agronomes

La conception agronomique définit le paysage comme une portion de territoire perçue par un observateur, où s'inscrit une combinaison de faits, et d'interactions dont on ne voit à un moment donné qu'un résultat global (DEFFONTAINES, 1986). Il est donc la résultante d'une combinaison d'objets visibles. Le paysage est produit et facteur. Il est produit par des systèmes fonctionnels, biologiques, écologiques ou sociaux. Par ses caractéristiques, il intervient sur le fonctionnement et la dynamique de ces systèmes.

Le paysage dans beaucoup de travaux d'agronomes, présente deux volets liés en un système de relations : les formes et les objets du milieu naturel et ceux que les hommes y ajoutent, notamment suivant les modalités d'utilisation du sol (ROUGERIE & BEROUTCHCHVILI, 1991).

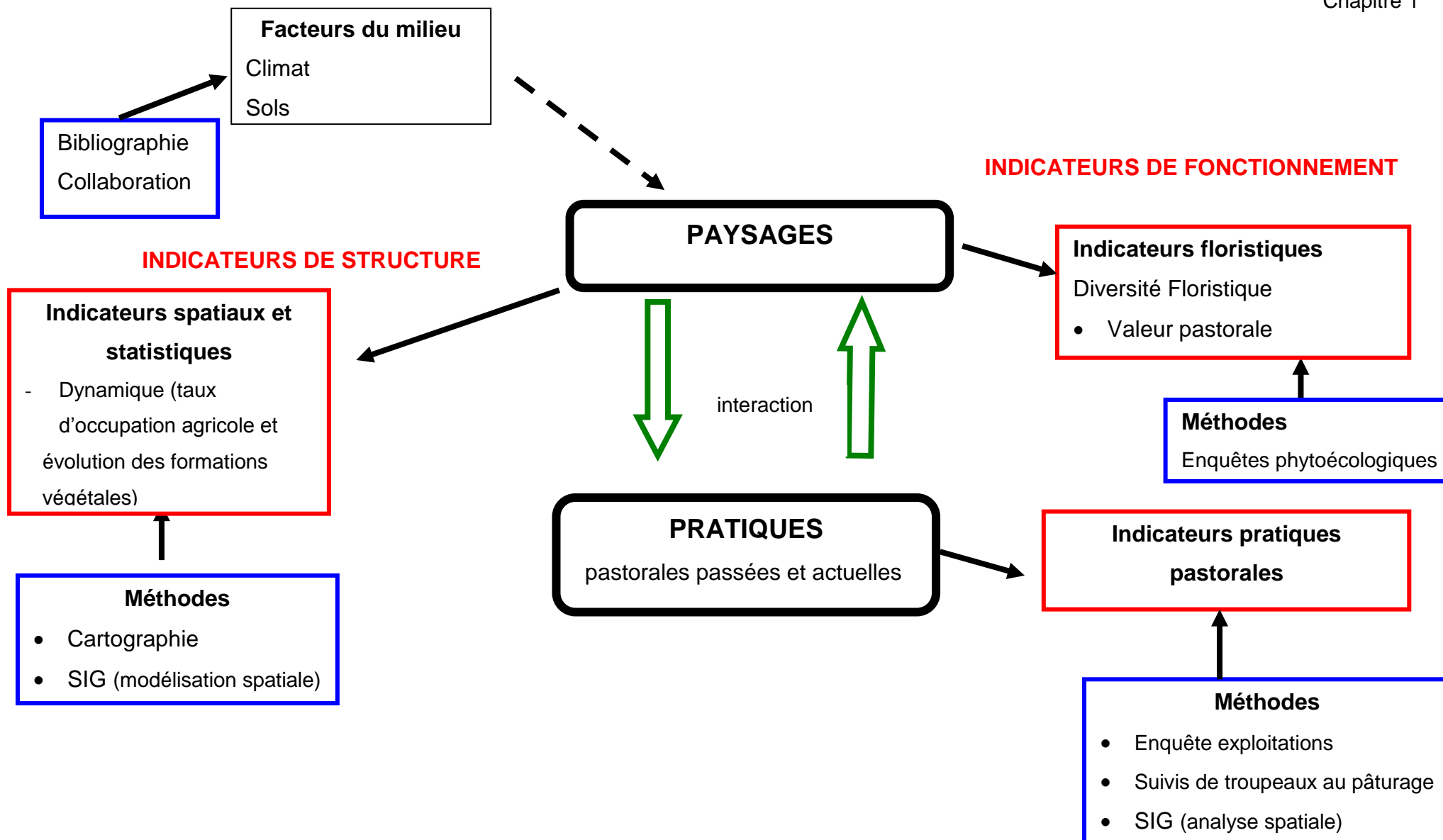


Figure 2 : Schéma conceptuel de l'étude

2.1.2 Le paysage de l'écologue

La végétation tient en général dans les paysage une place essentielle et ses composantes élémentaires, les groupements végétaux, en forment les écailles (GEH, 1988). Selon cet auteur, l'analyse de la diversité du tapis végétal est probablement une base indispensable à la caractérisation du paysage. FALINSKI (1988), TOUTAIN (1999) abondent dans le même sens en affirmant que l'interprétation du paysage au moyen de la végétation est possible grâce aux propriétés indicatrices de cette végétation en relation avec la plupart des composantes du milieu.

La perception d'un paysage en terme de complexe de groupements végétaux est ancienne, mais c'est en 1928 que BLAUN-BLANQUET tente de formaliser le concept par une définition : « le complexe de groupements est une mosaïque de groupements (alliances, associations ou fragments d'associations) déterminée surtout par la diversité locale des facteurs géomorphologiques et se répétant plus ou moins identiquement en des localités diverses » (JULVE, 1986).

En France, ces précurseurs ont été relayés par les écologues de l'Ecole Emberger qui sont parmi les premiers depuis les années 1960 à s'impliquer dans les recherches à finalité paysagère (LONG, 1974 ; ROUGERIE & BEROUTCHCHVILI, 1991). Actuellement un fort courant est développé du côté de Rennes avec l'équipe de recherche de BUREL & BAUDRY.

En écologie, le paysage est défini comme une portion de territoire hétérogène composée d'ensembles d'écosystèmes en interaction qui se répètent de façon similaire dans l'espace (FORMAN & GODRON, 1986). Ce paysage se caractérise par sa structure, son fonctionnement, sa dynamique propre et celle qui est imposée par des facteurs extérieurs appelés perturbations. Il existe indépendamment de la perception.

La définition proposée par BUREL & BAUDRY (1999) met en avant les caractères hétérogènes et dynamiques du paysage gouvernés pour partie par les activités humaines. Dans cette conception du paysage, l'homme est considéré comme faisant partie intégrante des écosystèmes, capable de les modifier, de les transformer, voire d'en créer. Conception déjà défendue dès 1960 par EMBERGER.

2.1.3 Notre conception du paysage

La conception retenue ici est d'abord écologique. Le paysage est le niveau d'organisation des systèmes écologiques, où se déroulent et sont contrôlés un

certain nombre de processus (LONG, 1974 ; FORMAN & GODRON , 1986; BUREL & BAUDRY, 1999). Il est abordé par sa composante végétale. Il s'agit donc de paysages végétaux. Ils sont la résultante des facteurs du milieu (climat, topographie, sol, relief) et des actions anthropiques locales. Ces paysages végétaux sont le résultat de réalités écologiques et un produit social (GODRON *et al.*, 1968 ; BERTRAND, 1978). C'est le paysage perçu. Vu d'avion, c'est l'image qui est fixée sur une photographie aérienne. A l'échelle de l'œil humain, il correspond à la vision d'un promeneur ou d'un voyageur. La cartographie diachronique de l'occupation des terres fait ressortir les différents types d'occupation et leur évolution dans le temps. Ces types d'occupation constituent les taches élémentaires du paysage en interaction avec les conditions écologiques et anthropiques et qui se répètent de façon similaire dans l'espace sous les mêmes conditions. C'est une portion de l'espace rural utilisé par les troupeaux villageois : en fonction de sa perception, l'éleveur évitera certains paysages parce que ceux-ci présentent un risque sanitaire pour les animaux, ou pouvant être cause de conflits sociaux si les animaux s'y aventureraient. Les paysages utilisés par les troupeaux se composent d'une mosaïque de formations végétales (champs après récolte, jachères, formations naturelles) utilisées par le cheptel villageois en fonction des saisons et de l'accessibilité. Les usages qui sont faits de ce paysage modifient son fonctionnement écologique (biodiversité végétale). Par ses caractéristiques, ce paysage joue à son tour sur les fonctionnements des organismes utilisateurs (mobilité du bétail en particulier des troupeaux bovins dans le cas présent).

2.2 Les facteurs de perturbation

Les perturbations sont des événements localisés et imprévisibles qui endommagent, déplacent ou tuent un ou plusieurs individus ou communautés, créant une occasion de colonisation pour de nouveaux organismes (BLONDEL, 1995).

Ces perturbations peuvent être d'ordre naturel (sécheresse, inondations...) ou liées à la vie et la mort de chaque espèce végétale. Il est cependant reconnu que les facteurs de perturbations les plus importants sont liés à l'action de l'homme.

En zone de savanes, plusieurs facteurs anthropiques agissent séparément ou simultanément pour influencer la couverture végétale : le feu, les cultures, le pâturage et les prélèvements domestiques.

2.2.1 Le feu

Le feu est considéré comme le facteur anthropique qui maintient l'écosystème savanicole (MONNIER, 1981 ; BRUZON, 1990 ; CESAR, 1992). Il a un effet dépressif sur les ligneux. Sa sévérité sur cette strate est fonction de la date de la mise en feu. Les feux tardifs qui interviennent en pleine saison sèche limitent le développement des ligneux et sont plus agressifs que ceux qui sont précoces et qui surviennent en octobre ou novembre. L'action du feu est favorable au tallage des graminées, et serait en partie responsable de leur structure en touffe caractéristique de la savane (CESAR,1992). Au moment du passage du feu, les graminées ne sont plus en période de végétation et le stock de graines, tombé au sol, n'est guère affecté dans la plupart des cas, pas plus que l'appareil racinaire des graminées vivaces. Lorsque la savane est régulièrement parcourue par le feu de brousse, sa composition floristique reste stable, la proportion entre ligneux et herbacés reste en équilibre, et chaque unité de végétation de savane a tendance à demeurer indéfiniment identique à elle-même (CESAR, 1992 ; POILECOT, 1995). De nombreuses expériences, menées dans différents pays montrent que la protection intégrale contre le feu conduit à des formations forestières denses. L'impact des incendies sur la composition chimique des sols demeure faible (RIPPSTEIN, VILLECOURT *et al.*, 1978 et 1980 cité par CESAR (1992).

2.2.2 Les cultures

Le défrichement constitue le facteur perturbateur majeur des savanes. Au moment de la mise en culture, seuls quelques arbres utiles sont épargnés (*Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*...). Après la mise en culture qui dure de 4 à 6 ans dans la région, une phase de jachère de 20 à 30 ans permet un retour à la savane originelle, si d'autres perturbations n'interviennent pas entre temps. Les références sur les successions post-culturelles sont actuellement nombreuses. Une bibliographie commentée sur le sujet a été faite par FLORET & PONTANIER (1993) et par FOURNIER *et al.* (2001) pour les zones de savanes humides préforestières (pluviosité moyenne annuelle supérieure à 1 250 mm) et de savanes sèches (900-1 200 mm de précipitations). Les principaux travaux dans la zone sud-soudanienne ont été conduits à Bondokuy (800-900mm de pluie) (FOURNIER *et al.*, 2001). Il

n'existe cependant aucune référence sur la partie sud plus humide du district de la Comoé, domaine des forêts claires à *Isoberlinia doka*.

2.2.3 Le pâturage

La pâture influe sur l'équilibre arbres-herbes en savane. Elle imprime souvent sa marque dans les paysages et certains faciès de végétation lui sont imputables (DEVINEAU, 1999). Dans la région, quelques travaux ont été consacrés à la dynamique de la végétation sous pâturage : dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso (DIALLO, 1997) ; au nord de la Côte d'Ivoire (CESAR, 1992) et, au nord-est de la Côte d'Ivoire (HOFFMAN, 1985). Dans aucune de ces études, une expérimentation avec des charges animales connues n'a pu être conduite. L'étude de CESAR (1992) est la plus proche d'une situation d'expérimentation, car des formations exploitées pendant 10 ans dans un ranch clôturé ont été comparées avec des formations homologues non pâturées hors ranch.

2.2.4 Les prélèvements domestiques

En milieu rural, divers types de prélèvements sont effectués dans les savanes soit à des fins artisanales (toiture de maison, bois d'œuvre...), médicinales, culinaires et pour le bois de chauffe. C'est le prélèvement en bois de chauffe qui a l'action la plus perturbatrice. Quand la coupe a lieu en vert, la préférence va à certaines espèces qui sont abattues à la machette. Des espèces comme le *Detarium microcarpum* et celles du genre *Combretum* sont particulièrement appréciées pour la rapidité du séchage du bois. Ce type d'exploitation est à l'origine de l'émission de nombreux rejets des espèces exploitées. La structure de la strate ligneuse se trouve ainsi profondément modifiée.

Il faut également signaler l'exploitation semi-industrielle effectuée par une société implantée dans la ville de Banfora, qui sillonne tous les bas-fonds pour abattre des individus de caïcédrats (*Khaya senegalensis*), l'un des plus grands arbres de la région, pour extraire des fûts destinés à la fabrication de meubles.

2.3 Dynamique de la végétation : les modèles de successions végétales

Suite à une perturbation naturelle ou anthropique, le milieu se cicatrise et il se met en place un processus de succession secondaire qui se termine par une biocénose plus ou moins stable. Une succession est un changement dans la physionomie, la composition floristique, ou la proportion relative des espèces sur une portion du territoire, dans un intervalle de temps modéré, à la suite d'une perturbation (MAC MAHON, 1981 cité par BLANFORT, 1998). Les modèles de successions font l'objet d'un débat contradictoire entre différentes écoles de pensées. HIERNAUX (2001) propose une synthèse de ces différents modèles en les subdivisant en 3 catégories :

- le modèle de la « succession climatique »,
- le modèle des « états et flux »,
- le modèle du « non équilibre ».

2.3.1 Le modèle de la « succession climatique »

C'est le modèle de succession selon CLEMENTS (1936) et WHITTAKER (1953). Ce modèle transposé à la végétation pastorale est qualifié « de modèle de succession pastorale » (DAGET *et al.*, 1995). Selon ce modèle, la végétation d'un site peut se trouver dans des états qu'il est possible d'ordonner de façon linéaire depuis un stade de dégradation ultime, ou un stade pionnier, jusqu'à un stade d'équilibre appelé climax. C'est le modèle de l'équilibre stable. La végétation peut se rapprocher de l'état d'équilibre, évolution progressive ou s'en éloigner et dans ce cas, il s'agit d'une évolution régressive. Cette évolution régressive est souvent assimilée à une dégradation.

2.3.2 Le modèle « état et flux »

Ce modèle se réfère au « modèle d'équilibre dynamique ». La végétation connaît des états caractérisés par leur composition floristique, leur capacité de production, et des modes de fonctionnement, mais à la différence du premier modèle, ces états ne s'arrangent pas forcément de façon linéaire. Il n'y a pas d'état final d'équilibre mais des états entre lesquels les changements ne sont pas toujours réversibles.

2.3.3 Le modèle de « non équilibre »

Ce modèle remet en cause la notion d'équilibre entre la végétation et l'environnement. La végétation peut subir des changements brutaux, de type catastrophe, en liaison avec des changements environnementaux tels les sécheresses ou des inondations. Ce type de comportement dynamique est attribué aux végétations des zones arides où les variables déterminantes de la croissance sont soumises à de grandes variations en particulier la pluviosité annuelle.

2.4 Modèle successional des végétations pâturées en zone de savanes sub-humide

L'effet de la pâture sur la végétation résulte de trois processus qui sont la défoliation par suite du broutage, le piétinement indissociable des déplacements du bétail et le dépôt des excréments fécales et urinaires le long des itinéraires suivis et des lieux de parcage. L'évolution régressive de la végétation en savane sub-humide peut être consécutive soit à un sous pâturage, soit à un surpâturage, les deux conduisant à une augmentation du couvert ligneux connu sous le nom d'emboisement ou d'embroussaillage (BOUDET, 1975 ; BOUDET *et al.*, 1995). Dans le premier cas, la consommation insuffisante ou la raréfaction des feux conduisent à un envahissement progressif de la savane par les ligneux sous le couvert desquels, les espèces les plus productrices disparaissent au profit de sciaphytes peu productives. Ces pâturages sont alors peu sollicités suite à la baisse de qualité du tapis végétal et le couvert ligneux augmente. Dans le second cas relatif au surpâturage a été plus étudié. L'évolution provoquée par la pâture est d'abord améliorante jusqu'à un certain seuil de rupture à partir duquel la dégradation intervient puis s'accélère rapidement (BOUDET, 1975). L'impact de la pâture sur la végétation est également différent selon le type d'animal et la race de bovin (CESAR, 1992 ; BOUTRAIS, 1992 ; LOUPPE *et al.*, 2000). Les bovins et les ovins ont une préférence pour les graminées alors que les caprins consomment plus volontiers une forte proportion de fourrage ligneux. Les zébus sahéliens adopteraient plus facilement en saison sèche, un régime mixte composé d'arbres et de paille sèche, alors que les taurins locaux acceptent difficilement d'autres fourrages que les

repousses de graminées (CESAR, 1992). Les travaux de LOUPPE *et al.* (2000) dans la région de Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire), montrent qu'un troupeau mixte se composant de bovins, d'ovins et de caprins permet de conserver un équilibre entre ligneux et herbacées, alors qu'un troupeau mono-spécifique à bovins a un impact favorable à l'embroussaillage du fait du comportement spatial et alimentaire des bovins.

Les différents auteurs s'accordent pour reconnaître cinq étapes successives dans l'évolution d'une savane soumise à une exploitation pastorale (Figure 3).

- La première phase est marquée par la modification de la structure des graminées cespitueuses qui accroissent leur tallage ;
- La deuxième étape se caractérise par des modifications quantitatives de la composition des graminées. La pâture sélective des espèces de bonne valeur fourragère entraîne leur régression au profit d'espèces moins bien consommées ou refusées. Parmi ces refus sont citées les espèces suivantes : *Panicum phramitoides*, *Ctenium newtonii*, *Monocymbium cerissiforme*, *Loudetia simplex*, *Loudetia hordeiformis*, *Eragrostis turgida*, *Schizachyrium ruderale*, *Zornia glochidiata*, *Indigofera spp.*, *Tephrosia spp.*, etc. La valeur pastorale du pâturage baisse.
- La troisième étape se caractérise par des modifications quantitatives de la composition floristique des plantes non graminéennes. C'est à ce stade qu'apparaissent les légumineuses des genres *Indigofera*, *Tephrosia* et des rubiacées du genre *Spermacoce*. La proportion des graminées peu consommées augmente. A ce stade, une interruption momentanée de l'exploitation suffirait à inverser la tendance évolutive.
- A la quatrième étape, les modifications qualitatives de la composition floristique sont observées. Les espèces envahissantes sont des rudérales, des nitrophiles, des espèces psammophiles ou des saxicoles : *Sporobolus pyramidalis*, *Sida spp.*, *Eleusine indica*, *Polycarpea linearifolia*, etc. Cette phase se caractérise également par un début d'envahissement par les ligneux. Les espèces ligneuses qui se développent dépendent du climat et du type de sol. A ce stade, seule une élimination des ligneux et une réintroduction de plantes fourragères pourra régénérer le pâturage. La liste des espèces ligneuses envahissantes est dressé par AUDRU (1977).

- La cinquième étape, qui est le stade ultime, se caractérise par la disparition de la strate herbacée. Lorsque qu'il y a surcharge animale, le tapis graminéen maintenu ras, à l'exception des refus, n'alimente plus suffisamment la violence des feux de brousse. Les broussailles ainsi épargnées deviennent alors plus compétitives à l'égard du tapis graminéen. Les parcours sont envahis de ligneux et le paysage se ferme peu à peu. C'est le stade ultime de la dégradation des parcours en savane humide à sub-humide. Sur les sols plus légers, la petite graminée (*Microchloa indica*) fait son apparition. C'est la dernière étape avant la dénudation totale du sol.

Le processus de substitution des espèces en zone de savane humide et sub-humide serait plus long que dans les régions sahéliennes plus sèches (BOUTRAIS, 1992).

La pâture n'a pas que des effets négatifs sur l'évolution de la végétation. L'action du bétail peut également améliorer la biodiversité, d'une part par la restitution des fèces qui jouent le rôle d'activateur biologique, d'autre part par son rôle dans la dissémination de certaines semences par zoochorie ou à travers la bouse. Dans la région centre-est du Burkina Faso, l'arrivée des pasteurs avec leurs troupeaux après la sécheresse 1970-1973 a bouleversé les successions post-culturelles (GUINKO, 1984). Des formations épineuses à tapis herbacé clairsemé où dominent *Acacia seyal* et *Acacia sieberiana*, espèces ordinairement situées aux abords des galeries forestières, se développent en lieu et place des savanes boisées à *Terminalia spp.*

L'action de la pâture sur la végétation n'est pas toujours le facteur le plus déterminant des dynamiques observées. LE FLOC'H *et al.* (2000) ont montré dans leur étude en zone soudanienne du Mali, que le pâturage avait peu d'impact sur la diversité floristique dans les premières années après une mise en jachère. L'impact le plus significatif serait observé par l'action du feu dont la suppression favoriserait l'installation d'une jachère à *Pennisetum pedicellatum* (meilleure fourragère) en lieu et place de *Andropogon pseudapricus*, quand la jachère est brûlée.

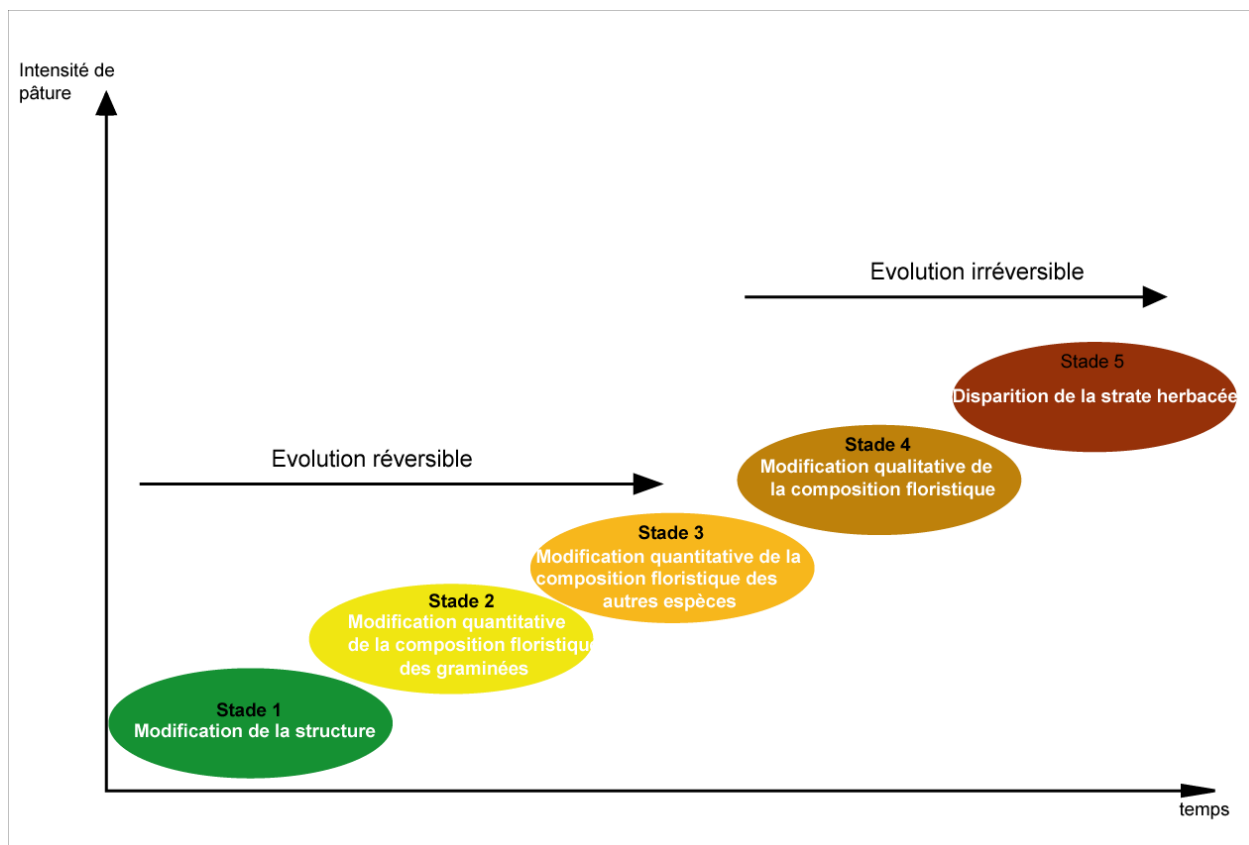


Figure 3 : Stades de dégradation de la végétation (adapté d'après CESAR, 1992)

2.5 Dégradation des parcours et indicateurs de perturbation retenus

Le concept dégradation est chargé d'une ambiguïté et oppose les écologues (DAGET *et al.*, 1995). Beaucoup estiment que l'envahissement du pâturage par des ligneux n'est pas une dégradation, mais une progression vers la forêt qu'il convient d'encourager parce que entre autres considérations, cet envahissement traduit une « remontée biologique ». Pour les pastoralistes le point de vue à adopter doit être celui du berger ou de l'éleveur : nourrir le plus grand troupeau possible d'animaux le plus productif possible sur l'espace disponible ; c'est-à-dire optimiser le nombre d'animaux et la production tout en assurant la pérennité du « système ». La dégradation se caractérisera par l'écart entre la situation observée et l'optimum déterminé par le climat et le sol.

La dégradation des pâturages en zone sud-soudanienne se manifeste essentiellement par un déséquilibre arbustes-herbacés qui se traduit par un embroussaillement des parcours. La composition floristique d'un pâturage apporte ainsi de nombreuses informations sur le passé agricole ou pastoral d'une savane.

Les indicateurs de perturbation retenus sur la base de la connaissance de la composition floristique de la biologie des savanes peu perturbées étudiées par FOURNIER (1991) dans quelques parcs nationaux en Côte d'Ivoire et au Burkina Faso et par CESAR (1992) en Côte d'Ivoire ont trait à :

- la composition floristique de la strate herbacée, en particulier la proportion des différentes catégories d'espèces (graminées vivaces, graminées annuelles et autres herbacées diverses) ;
- la composition floristique de la strate ligneuse.

2.5.1 Les herbacées

Les herbacées rendent mieux compte des variations temporaires dues principalement à l'action de l'homme. La présence de certaines espèces permettent de reconnaître qu'une savane est exploitée par le bétail, et l'abondance de celles-ci dénotent d'une dégradation plus ou moins importante du parcours

AUDRU (1977), CESAR (1992) donnent une liste des principales espèces indicatrices de surpâturage : *Panicum phragmitoides*, *Sporobolus pyramidalis*, *Spermacoce radiata*, *Spermacoce stachydea*, *Tridax procumbens*, *Acanthospermum hispidum*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Indigofera spp.*, *Ctenium newtonii*, *Elionurus pobeguinii*, *Aristida kerstingii*, *Loudetia togoensis*, *Loudetia hordeiformis*, *Microchloa indica*.

2.5.2 Les ligneux

Plusieurs espèces indicatrices de dégradation sont envahissantes et sont à l'origine de l'embroussaillement. Elles se reproduisent par graines et par leur système racinaire traçant, drageonnent en abondance et presque toujours rejettent des souches. Un grand nombre d'espèces a été classé dans cette catégorie de plantes envahissantes par AUDRU (1977). Parmi la liste établie, quelques unes des espèces ont été inventoriées dans les deux terroirs : *Annona senegalensis*, *Bridelia ferruginea*, *Cochlospermum planchonii*, *Crossopteryx febrifuga*, *Daniellia oliveri*, *Detarium microcarpum*, *Guiera senegalensis*, *Hymenocardia acida*, *Isobertinia doka*, *Isobertinia tomentosa*, *Lophira lanceolata*, *Monotes kerstingii*, *Nauclea latifolia*,

Parinari curatelifolia, *Parinari polyandra*, *Pericopsis laxiflora*, *Piliostigma thonningii*, *Pteleopis suberosa*, *Uapaca togoensis*.

2.6 Les échelles abordées

L'hétérogénéité qui constitue le fondement de la définition du paysage dépend d'une part de la nature des éléments cartographiés et d'autre part de l'échelle à laquelle on l'aborde. Les grands ensembles cartographiés comme homogènes à l'échelle du 1/50 000 se révèlent d'une grande hétérogénéité à l'échelle du parcellaire. Préciser l'échelle à laquelle on observe le paysage est donc fondamental (MARCHAL, 1983). La nature des éléments à cartographier dépend bien sûr de l'objectif de l'étude. L'échelle du paysage doit donc correspondre à une échelle de prégnance des activités humaines qui réduit les gammes possibles de quelques hectares jusqu'à quelques centaines de km² (BUREL & BAUDRY, 1999).

Trois échelles sont abordées dans ce travail :

- le territoire pastoral,
- la station écologique,
- l'exploitation.

2.6.1 Le territoire pastoral

Les éleveurs utilisent et agrègent différents espaces appelés «territoire pastoral » ou territoire *agropastoral* pour mettre en exergue le fait que ces espaces supportent à la fois des activités agricoles strictes et des activités pastorales. Pour être plus juste il faudrait parler de territoire agro-sylvo-pastoral car c'est dans ces espaces que les populations satisfont également les besoins sylvicoles (prélèvement de bois pour l'énergie ou à des fins artisanales ou médicinales). Les limites du territoire pastoral fluctuent selon les saisons, les années et le système d'élevage. La cartographie de cet ensemble instable demande des moyens dont nous ne disposons pas. C'est donc purement pour des raisons matérielles que la cartographie des paysages n'a concerné que le terroir. Il est défini comme étant l'espace rural géré par une communauté qui affirme y exercer des droits d'exploitation et d'occupation dans un cadre socio-économique et culturel défini (JOUVE, 1991). Les limites cartographiées correspondent à l'espace approprié et non à l'espace exploité par les communautés villageoises. Il n'existe pas de cadastre, ni pour les limites des terroirs, ni pour les domaines fonciers lignagers, bien que ces limites soient connues de tous. En utilisant

des cartes topographiques, des Prises de Vue Aériennes (PVA) et du Global Positioning System (GPS), la délimitation des terroirs villageois a été faite avec l'aide des chefs de terres. Il s'agit de limites approximatives, parfois volontairement surestimées ou sous-estimées pour des raisons stratégiques ou mythiques.

L'ensemble des sous espaces du territoire pastoral utilisé par chacun des éleveurs délimite le territoire pastoral de l'éleveur ou de son troupeau. Ce ne sont pas des espaces appropriés mais utilisés de façon communautaire par un ensemble d'éleveurs.

2.6.1.1 Le choix des terroirs de Ouara et de Torokoro

Les terroirs de Ouara et de Torokoro faisaient partie des 3 sites retenus par le Projet Front Pionnier dans le cadre de ses activités. Une base de données socio-économique et cartographique a pu ainsi être constituée pour l'ensemble de ces sites. Le choix de ces terroirs présentait l'avantage de permettre la poursuite et l'approfondissement des travaux initiés au cours de l'exécution du projet. La situation constatée des deux terroirs, permet par ailleurs de bâtir des hypothèses sur les interactions élevage environnement par une approche synchronique en nous déjouant quelque peu de la contrainte temporelle.

Ouara, terroir à forte occupation agricole

Ouara est situé en pleine zone cotonnière dans le département de Karangasso Vigué qui relève de la province du Houet. Il représente du point de vue de l'emprise agricole et de la gestion des terres agricoles, un système en voie de stabilisation coïncidant avec une forte occupation agricole : 48% d'emprise agricole, (AUGUSSEAU *et al.*, 1998). Ce terroir semble en situation de blocage. Le taux d'occupation actuel, représenterait selon notre hypothèse un seuil limite pour une cohabitation agriculture-élevage si un processus d'intensification des deux activités n'est pas amorcé. Comme le souligne MILLEVILLE (2000), il s'agit de situations agraires en transition, mouvantes, instables, en recomposition, dans lesquelles les marges de manœuvre existent encore, mais plus pour longtemps et qui posent de façon aiguë des questions de viabilité sur les plans écologiques, techniques, économiques et social.

Ce terroir possède également certains atouts qui pourraient favoriser l'amorçage d'une intensification des productions animales. La proximité d'un centre urbain

important (Bobo -Dioulasso, la deuxième ville du Burkina Faso) à seulement 40 km desservi par une bonne piste rurale, l'existence d'une mini-laiterie à seulement 10 km, peut laisser présager un accès potentiel à un marché de consommateurs et à des filières d'approvisionnement en intrants zootechniques.

Enfin, le terroir est représentatif des situations des dynamiques agraires observées en Afrique sud du Sahara marquées par une réduction des aires de pâturage suite à l'extension des surfaces cultivées. Cette tendance ne peut que se reproduire dans les nouvelles zones d'accueil du Sud, si l'on considère les taux d'accroissement actuels de la population et les dynamiques migratoires en cours. Dans ce sens, ce terroir peut constituer un observatoire quant aux changements, ce qui permet de faire une analyse critique de la situation et d'émettre des hypothèses sur le devenir des systèmes de production et des systèmes d'élevage dans cette région du Burkina Faso.

Le terroir de Torokoro dans les nouveaux fronts pionniers

Le terroir de Torokoro est situé à une centaine de kilomètres de Banfora (une des principales villes du sud-ouest), dans la province de la Comoé. Il relève du département de Mangodara. Le taux d'occupation des terres et la densité de population y sont encore faibles, mais la situation évolue très rapidement. Entre 1991 et 1996, les mises en culture ont augmenté de 60% (AUGUSSEAU *et al.*, 1998). Le terroir, à l'instar de plusieurs villages du département, accueille les flux migratoires d'agriculteurs en provenance de la zone cotonnière saturée, mais également de la Côte d'Ivoire suite aux problèmes fonciers que connaissent les Burkinabès dans ce pays. Beaucoup d'éleveurs qui avaient immigré dans le nord de la Côte d'Ivoire regagnent également le pays.

2.6.2 La station écologique

C'est une surface dont les conditions écologiques sont homogènes et caractérisées par une végétation uniforme (DAGET & GODRON, 1982). C'est à cette échelle que s'observe le mieux l'impact des facteurs biologiques.

2.6.3 L'exploitation agricole

L'exploitation agricole se définit comme une unité de production et de consommation pouvant comporter un ou plusieurs ménages. L'éleveur opte pour une conduite en fonction des contraintes de son propre système de production, du milieu économique, social et politique dans lequel il se trouve (BOURBOUZE, 1995). Les choix des pratiques de conduite sont donc à rechercher non seulement au niveau micro-économique qui est celui de l'exploitation, mais également au niveau l'environnement social et économique dans lequel évolue l'exploitation. Dans le cadre de ces travaux, il est difficile d'étudier avec pertinence (ce n'est du reste pas l'objet de cette étude) l'effet des décisions macro-économique et politiques sur le choix des pratiques. L'échelle micro-économique a été privilégiée, ce qui peut permettre éventuellement de déboucher sur des aspects de l'environnement macro-économique.

Le niveau de l'exploitation est donc l'unité de décision et l'échelle privilégiée pour comprendre toutes les stratégies et décisions relatives à l'élevage. Si l'on fixe qu'à l'échelle du terroir, les contraintes spatiales sont les mêmes pour toutes les exploitations, les choix de conduites adoptées sont à rechercher à travers plusieurs variables liées au statut social, à l'unité familiale, la place de l'élevage au sein de l'exploitation et les autres activités de production associées à l'élevage.

3 ETUDE DE LA STRUCTURE ET DE L'ORGANISATION DU PAYSAGE

3.1 L'apport de la cartographie

L'importance de la cartographie dans le diagnostic écologique est décrit par LONG (1974, 1975). La carte sert à la fois comme référence dans le temps par rapport à l'évolution de la végétation et comme document de base pour la gestion et l'aménagement. C'est l'outil de base pour la représentation des paysages (BUREL & BAUDRY, 1999). La cartographie permet de décrire et d'analyser la structure, l'organisation du paysage et sa dynamique en fonction de l'histoire passée et récente des sociétés. Des données de télédétection, des prises de vue aériennes (PVA) à 3 dates (1956, 1983 et 1998) à l'échelle du 1/50 000 pour l'année 1956 et 1983 et au

1/15 000 et 1/10 000 pour la dernière date ont été utilisées. L'analyse diachronique de ces PVA permet de mettre en évidence et d'analyser les tendances évolutives des différents paysages.

L'approche cartographique classique est complétée par les possibilités offertes par le Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui permet de stocker, gérer, représenter et de manipuler des informations spatialisées. Le SIG permet de produire un ensemble de cartes pour un même paysage à différentes échelles de temps.

Pour prendre en compte simultanément les caractères durables de la station (sol, exposition, pente...) et les caractères éphémères du tapis végétal, la carte d'occupation des sols ou des terres est la plus appropriée (GODRON *et al.*, 1964). Elle exprime les traits essentiels de la végétation (structure et composition essentielle) ainsi que l'impact de l'homme sur cette végétation (utilisation, modes d'exploitation, degré d'artificialisation). Un changement d'occupation du sol peut consister en une conversion (passage de la forêt à la culture) ou à une modification (densité d'arbres d'une forêt) (TURNER & MEYER, 1994 cité par BUREL & BAUDRY, 1999).

3.2 Phyto-écologie et écologie du paysage

La vision verticale du paysage cartographié à partir des PVA reste incomplète et doit être associée avec des données, spatialisées ou non, qui décrivent et renseignent des processus biologiques qui se déroulent au sein du paysage. La collecte de ces données fait appel aux méthodes classiques utilisées en phytosociologie et en phyto-écologie qui consistent à effectuer des relevés de végétation.

3.2.1 Apport des concepts d'écologie du paysage

L'une des hypothèses fortes qui guide ce travail est la supposition de l'existence d'une relation entre contraintes spatiales et pratiques territoriales des éleveurs. Le relief étant assez monotone dans les deux terroirs étudiés, le terme de contrainte spatiale exprime de façon réductrice, l'état d'un territoire agropastoral caractérisé par un taux d'occupation agricole et un degré de fragmentation résumés sous le vocable de composition du terroir ou du territoire d'un éleveur. Pour éprouver cette hypothèse, la démarche confronte les dynamiques spatiales avec la mobilité des troupeaux bovins. Les analyses classiques à partir des taux d'occupation agricoles ou à partir de la densité de population, pour expliquer les problèmes de cohabitation

entre l'élevage et l'agriculture ne semblaient pas suffisantes. A un même taux d'occupation agricole, la façon dont le parcellaire agricole est organisée est en dernier ressort le facteur le plus déterminant qui va induire de nouvelles pratiques territoriales.

Science émergente développée dans le courant des années 1980, l'écologie des paysages tire sa substance de l'écologie fondamentale qu'elle complète avec une prise en compte de la dimension spatiale des milieux dans leur fonctionnement écologique. Son objet d'étude est plutôt les milieux hétérogènes fortement façonnés par les actions anthropiques. L'essor des théories récentes dans les disciplines voisines de la physique, des mathématiques et le développement du SIG donne une nouvelle impulsion à cette discipline. Le développement actuel de la discipline où le spatial tient une place de choix est l'œuvre de deux précurseurs que sont FORMAN & GODRON qui ensemble publièrent un ouvrage sur l'écologie du paysage en 1986. L'une des dernières références francophone qui fait la synthèse sur la discipline est l'œuvre de deux chercheurs français du CNRS et de l'INRA (BUREL & BAUDRY, 1999).

L'écologie des paysages offre des concepts et des méthodes qui permettent de caractériser et de quantifier l'organisation du paysage. Quelques concepts utilisés dans ce travail sont définis.

3.2.1.1 Les éléments spatiaux du paysage

FORMAN & GODRON (1981) définissent trois types d'éléments spatiaux qui composent un paysage : la matrice, les taches et les corridors.

La **matrice** est l'élément dominant et englobe les taches et les corridors. Les **taches** peuvent être des communautés végétales, des bosquets ou des habitations, etc. Quant aux **corridors**, ce sont tous les éléments linéaires du paysage (voies, réseau hydrographique, réseaux de haies, etc.) L'ensemble des taches constitue une mosaïque et l'ensemble des corridors, un réseau.

La notion de matrice est peu adaptée en écologie terrestre où par exemple, un gradient de situations peut être observé entre les taches et la matrice. BUREL & BAUDRY (1999), préfèrent utiliser le terme de mosaïque paysagère, c'est-à-dire d'un ensemble contigu de taches de natures différentes.

La cartographie de l'occupation des terres montre différentes taches délimitées par photo-interprétation. Ces taches ou occupations des terres constituent des unités

paysagères : cultures, divers types de savanes, habitat. L'ensemble se présente sous forme d'une mosaïque paysagère, produit par les interactions entre les composantes abiotiques (climat, topographie, sol) et des composantes biotiques (végétation, culture...).

La fragmentation

C'est un des concepts à la base du développement de l'écologie des paysages. Elle trouve son fondement dans la théorie de la biogéographie des îles de Mc ARTHUR & WILSON (1963) qui établissent un lien entre la richesse spécifique d'une île et ses caractéristiques spatiales que sont sa distance au continent et sa taille. Cette théorie appliquée aux îlots boisés (FORMAN *et al.*, 1976 cité par BUREL & BAUDRY (1999) montre la relation taille/richeesse, mais également montre des seuils de surface permettant la présence des espèces. La définition la plus généralement acceptée de la fragmentation, est le processus dynamique de réduction de la superficie d'un habitat et sa séparation en plusieurs fragments ou îlots. L'habitat est l'ensemble des taches qu'un organisme peut utiliser.

La figure 4 illustre ce phénomène de fragmentation où deux taches de même nature se désagrègent en entités de plus en plus petites et plus nombreuses.

Le concept de fragmentation renvoie à la répartition spatiale de la superficie totale d'un type d'occupation donnée, par exemple le passage d'un grand bloc de savane en un seul tenant à des lambeaux de la même savane en blocs de plus en plus éloignés. La fragmentation du paysage revêt une grande importance dans le cadre de ces travaux. La taille et la disposition du parcellaire agricole constitue à un moment donné un seuil au delà duquel il n'est plus utilisable par un certain type de troupeau, sans que cela n'occasionne des dégâts dans les cultures (causes principales des conflits entre agriculteurs et éleveurs).

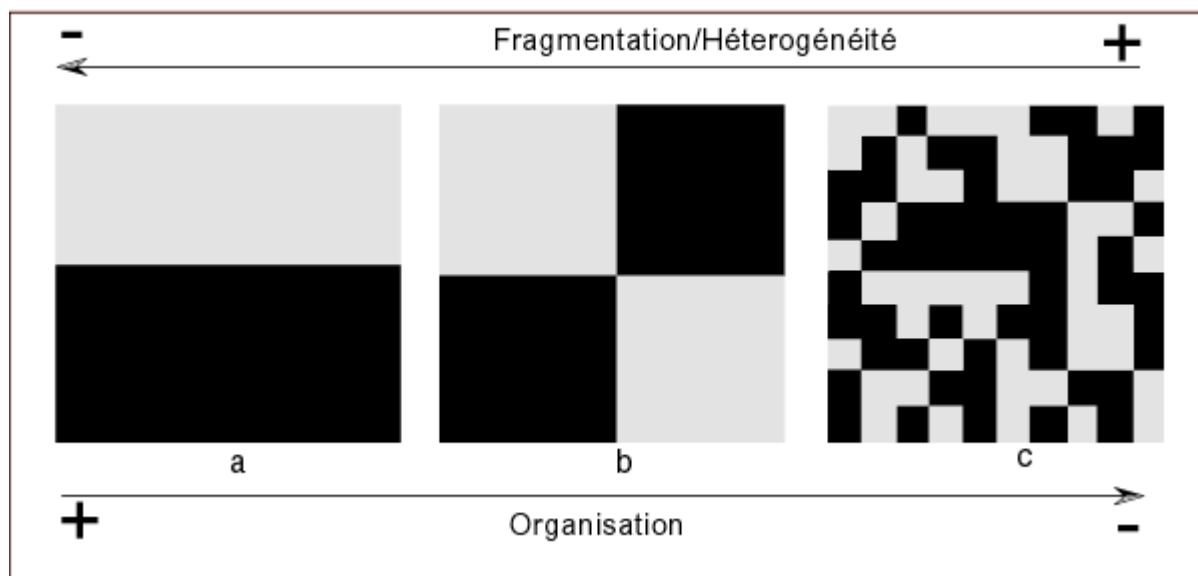


Figure 4 : Illustration du concept de fragmentation (D'après BUREL & BAUDRY, 1999)

L'hétérogénéité

Elle est définie comme « un tout formé d'éléments dissemblables, disparates, souvent contraires ». L'hétérogénéité a deux composantes : la diversité des éléments (taches), et la complexité de leur relation spatiale. Elle régit l'organisation des systèmes écologiques. La perception de cette hétérogénéité est fortement dépendante de l'échelle d'observation. De grands ensembles cartographiés comme homogènes à partir d'une photo-interprétation au 1/50 000 se révèlent inévitablement très hétérogènes à l'échelle stationnelle.

La diversité

La diversité en phyto-écologie fait référence à la quantité (richesse spécifique) et à la répartition des individus (abondance). Plus il y a d'espèces avec une abondance voisine, plus élevée est la diversité. Ce concept peut également être appliqué au paysage, la population étant constituée d'unités paysagères. Mais le nombre d'unités paysagères rend mal compte de la diversité du paysage, car comme l'écrit DELCROS (1993), quand on compare un même paysage vu à deux dates, le nombre d'unités paysagères reste souvent le même ; seule leur surface d'occupation varie. Donc à nombre égal d'unités paysagères, un paysage sera plus divers qu'un autre s'il n'y a pas de classe dominante en terme de superficie.

L'organisation du paysage

L'ensemble des concepts définis contribue à définir le concept englobant qui est celui de l'organisation du paysage. Elle est en rapport avec l'hétérogénéité du paysage qui exprime la diversité des éléments ou des taches (types d'occupation dans notre cas) et la complexité de leur arrangement spatial. Plus un paysage est hétérogène et moins il est organisé. C'est-à-dire que quand on se déplace de pixel en pixel la prédictibilité de la nature du pixel suivant est faible (BUREL & BAUDRY, 1999). Un paysage fragmenté est moins organisé qu'un paysage dans lequel les divers types d'éléments sont en taches massives. Dans l'exemple de la figure 4, de a vers c , la fragmentation et l'hétérogénéité augmentent, par contre l'organisation du paysage baisse.

4 LE FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE AU SEIN DES PAYSAGES

Les modèles de fonctionnement les plus développées en écologie des paysages concernent 3 thèmes majeurs :

- la dynamique des populations en milieu fragmenté
- le maintien de la biodiversité au sein des paysages
- les flux géochimiques (eau, nutriments...).

Au cours du présent travail, certains des thèmes sur les fonctionnements écologiques sont testés : évolution de la biodiversité et mobilité des troupeaux bovins dans les paysages.

4.1 Evolution de la biodiversité végétale : évaluation de l'impact des actions anthropiques sur le paysage

L'espace réagit à l'utilisation qui en est faite, en présentant des communautés végétales modifiées en fonction des utilisations passées, à l'échelle de la saison ou d'un ensemble de circuits (MEURET & THINON, 1993). L'espace est également facteur de cette activité non seulement par ses caractéristiques physiques (micro-relief, nature de la végétation, température, zone à l'ombre) mais aussi par la position relative de ses différents éléments : accès à une zone facilité par la présence d'un chemin, polarisation de l'espace par la présence d'une ressource particulièrement attractive, effets de barrière (zone infranchissable).

4.1.1 Le choix d'une approche synchronique

Pour mettre en évidence la dynamique de la végétation, l'approche diachronique qui consiste à observer dans le temps les modifications de la végétation sur le même espace est sans doute la méthode la plus rigoureuse (GODRON,1984). Cependant c'est une démarche extrêmement contraignante, il faut disposer du temps correspondant à la vitesse de déroulement du processus étudié (DELPECH,1975 ; CESAR, 1992 ; TIMAN, 1993 cité par BLANFORT, 1998) que les contraintes de calendrier d'une thèse ne permettent pas.

Les relevés de végétation dans le présent travail ne peuvent être comparés de façon diachronique à des relevés antérieurs. Le terroir de Ouara a fait partie de la zone étudiée par TOUTAIN (1978) dans le cadre de l'implantation de la zone pastorale de Sidéradougou, mais aucun lieu de relevé ne peut être situé avec exactitude parce que les moyens modernes disponibles actuellement pour positionner un point géographiquement avec précision n'existaient pas encore.

Dans ce contexte, l'approche synchronique est la seule qui pouvait permettre de cerner les dynamiques végétales en cours. Il s'agit donc de reconstituer des trajectoires dans le temps par des observations réalisées au même moment, dans des lieux différents représentant les différentes étapes de la dynamique des groupements végétaux étudiés (GAUSSEN, 1951 ; LE FLOC'H *et al.*, 1972 cités par BLANFORT, 1998).

4.1.2 Choix des groupements végétaux étudiés

4.1.2.1 Les végétations transformées

Ce sont les situations les plus courantes, où les terres ont subi plusieurs cycles culturaux et présentent des communautés végétales très différentes des formations d'origine. Ces situations sont représentées par les jachères d'âges variés subissant une pression pastorale plus ou moins forte.

Quelques faciès des groupements végétaux les plus représentatifs, présents à la fois à Ouara et à Torokoro ont été retenus. Il s'agit des formations suivantes :

- La savane arbustive à *Detarium microcarpum*
- La savane arbustive à *Maranthes polyandra*

Des jachères d'âges échelonnés, dérivées des forêts claires, ont également été étudiées à Torokoro.

4.1.2.2 Végétations naturelles

Tous les phytogéographes qui ont étudié la végétation des savanes argumentent qu'elles ont été, à un moment donné de leur existence, exploitées par l'homme. En particulier, plusieurs travaux démontrent que c'est l'action du feu qui maintient les savanes (SCHNEL, 1971 ; CESAR, 1992). Le terme de « naturel » est donc abusivement utilisé. Ce terme est utilisé pour désigner des végétations qui n'ont subi que des perturbations mineures. Au meilleur des cas, il s'agit de formations n'ayant pas subi de défriches depuis une cinquantaine d'années (limite de mémoire des paysans enquêtés).

Quelques restes de formations cartographiées en 1956 existent encore dans le terroir de Torokoro et semblent n'avoir pas fait l'objet de défriches. L'exemple le plus typique est fourni par les forêts claires à *Isobertinia doka*.

Ces végétations qualifiées de naturelles subissent différentes pressions pastorales. Elles font également l'objet d'autres types de prélèvements domestiques qui ne sont pas quantifiés au cours de la présente étude.

Etude de cas sur les forêts claires à *Isobertinia doka*

Les forêts claires à *Isobertinia doka* sont, selon différents auteurs, même si la même terminologie n'est pas utilisée, la formation naturelle qui recouvre le Nord de la Côte d'Ivoire et le Sud du Burkina (BEGUE, 1937 ; SCHNELL, 1971 ; WHITE, 1983 ; ADJANOHOOUN & AKE ASSI, 1967 ; GUINKO, 1984). Cette formation parcourue par les feux annuels serait une forme dégradée du climax de ces régions qui est plutôt une forêt sèche. Dans les régions en question, la formation peut cependant être considérée comme le terme de l'évolution de la végétation soudanaise soumise au feu périodique. Il s'agirait donc d'un fire-climax ou pyroclimax selon KOFFI (1982 cité par CESAR, 1992). A l'échelle du temps qui nous intéresse, à savoir une cinquantaine d'années, ces peuplements constituent ceux qui se rapprochent le plus des formations naturelles qui, selon la terminologie utilisée par HOFFMAN (1985), sont des végétations peu soumises à l'action de l'homme en dehors du feu. La couverture de Torokoro de 1998 à grande échelle, permet une discrimination fine des restes des peuplements de cette formation. Ils ont donc été cartographiés sans aucune ambiguïté. Ces formations font l'objet d'une pression anthropique de plus en plus importante.

Elles sont systématiquement défrichées pour installer l'igname qui constitue la principale culture de rente de ces régions. La demande de plus en plus importante des marchés urbains et même des pays voisins se traduira à court terme par la disparition de ces peuplements. A cette pression de l'agriculture, il faut ajouter celle du pâturage qui est devenue également très importante du fait du développement de l'élevage chez les agriculteurs et surtout de la sédentarisation récente d'éleveurs Peul.

4.1.3 Pressions anthropiques et évolution de la biodiversité

Les savanes soumises au pâturage sont des espaces multifonctions. Les populations locales y prélèvent du bois, principale source de combustible pour les ménages. Des prélèvements y sont également effectués à des fins médicinales, culinaires ou artisanales. Les mêmes espaces alternent dans le temps et l'espace, une utilisation pastorale et agricole. Au cours d'une même saison, l'espace agricole devient pastoral après les récoltes. D'une année à l'autre, les jachères et les friches utilisées par l'élevage peuvent être récupérées pour l'agriculture. En zone soudanienne sub-humide, la composition floristique et la structure d'une savane varient peu quand elles sont uniquement brûlées (CESAR, 1992). Le feu est assimilé à un facteur écologique dans la région. Il est également admis que l'évolution des activités agricoles et pastorales apparaît actuellement comme le principal facteur de transformation des systèmes écologiques des savanes (DEVINEAU *et al.*, 1991). Si l'effet de la défriche sur les successions végétales peut être mis en évidence avec moins d'ambiguïté, celui du pâturage est plus délicat à dégager dans ce type de milieu. La démarche a consisté à considérer la pression anthropique comme un facteur de perturbation global. L'action du pâturage est déduite en comparant des situations avec élevage et des situations sans élevage, même si dans l'ensemble, il reste impossible de quantifier les charges réelles de bétail.

Un dispositif a été ainsi mis en place pour apprécier la biodiversité végétale en fonction du type de pression et ce, en relation avec les dynamiques de fronts pionniers. Les forêts claires sont très représentées dans des contextes d'utilisation différente. En plus des deux terroirs sur lesquels est conduit l'essentiel des travaux, deux autres sites ne subissant pas le même type de pression ont été choisis pour servir de témoins. Il s'agit de la zone de pâture du terroir de Tierkoura qui subit une

utilisation pastorale exclusive et de la forêt classée de Kofflandé dont la végétation évolue sans pâturage et sans antécédent culturel de mémoire contemporaine.

Du point de vue de la pression anthropique, les terroirs de Ouara et Torokoro, tous deux dans la même zone phytogéographique, se différencient par l'ancienneté de la pression anthropique, en particulier par l'intensité et la durée de l'exploitation pastorale. Le premier, qui fait partie des premiers fronts pionniers, a connu la sédentarisation d'éleveurs depuis le milieu des années 70. A Torokoro, il existait un élevage traditionnel, mais la sédentarisation des éleveurs est récente (milieu des années 90). Ces terroirs font l'objet d'usages multiples (pâturage, prélèvement à des fins domestiques : bois de feu, artisanat, toiture, bois de service, etc). Dans ce contexte, il reste difficile d'attribuer les évolutions à un facteur perturbateur particulier même si localement le poids de l'un ou l'autre facteur peut être important et mis en évidence.

Dans la zone de pâture de Tierkoura, négociée pour les éleveurs par l'intermédiation du GEPRENAF, les forêts claires sont soumises à une utilisation pastorale exclusive. La forêt de Kofflandé, classée depuis 1954, est, selon la réglementation forestière, sensée ne subir aucune pression anthropique en dehors de la cueillette.

La forêt classée de Kofflandé et la zone de pâture de Tierkoura font partie de la zone cartographiée par GUINKO en 1997 dans le cadre de la caractérisation des unités de végétation et de la diversité faunique au compte du GEPRENAF. Les potentialités fourragères de la zone de pâture ont été caractérisées par LIEHOUN & OUEDRAOGO (2002).

4.2 Evolution du paysage et mobilité pastorale

La population bovine dans un terroir donné peut être considérée comme des espèces multi-habitats, utilisant différentes unités paysagères au cours d'une campagne. L'ensemble de ces habitats forme des unités fonctionnelles. Le maintien de la population dans ce terroir dépend de plusieurs conditions :

- le taux de fragmentation du territoire, la taille des îlots élémentaires et leur qualité fourragère (potentiel fourrager), surtout pour ce qui concerne les îlots de savane
- l'arrangement spatial des taches qui détermine les possibilités de mobilité des troupeaux à la recherche de pâturages et de points d'eau.

Une analogie peut être faite avec les populations animales ou végétales étudiées dans d'autres contextes, mais la grande différence est que le maintien d'un troupeau est sous la dépendance de l'éleveur qui prendra la décision nécessaire si la survie de ce troupeau est menacée.

5 LA RECHERCHE DES FACTEURS EXPLICATIFS DES EVOLUTIONS DU PAYSAGE

5.1 Les enquêtes

Ce sont les modifications locales, au niveau des actions individuelles qui opèrent les transformations du paysage, même s'il n'y a pas de doute sur le fait que ces actions sont, la plupart du temps, des réponses à des informations venant de l'extérieur sous la forme de lois, de réglementations, d'innovations techniques, de conditions du marché (BUREL & BAUDRY, 1999).

Les facteurs explicatifs sont recherchés à travers l'utilisation des terres. Ce concept renvoie aux usages et pratiques. Les pratiques sont définies comme l'ensemble des actions agricoles mises en œuvre dans l'utilisation du milieu (PAMARD & MILLEVILLE, 1985). Ces pratiques, analysées à différentes échelles spatiales et à différents niveaux d'organisation, sont révélatrices des stratégies des agriculteurs (DEFFONTAINE, 1973 cité par BLANC-PAMARD & MILLEVILLE, 1985).

Un changement d'utilisation des terres en un endroit peut consister en un changement d'usage ou à une modification de l'intensité d'usage (augmentation de la pression de pâturage, suppression de la fertilisation organique ou minérale...) (TURNER & MEYER, 1994 cité par BUREL & BAUDRY, 1999). Ce sont ces changements d'utilisation qui produisent des paysages, qui à leur tour vont déterminer les usages futurs ; DEFFONTAINES (1996), MEURET & THINON (1993) parlent alors d'espaces produits et d'espaces facteurs.

La connaissance des usages est indispensable non seulement pour comprendre la mise en place des paysages, mais aussi pour évaluer leur qualité future (BUREL & BAUDRY, 1999).

Une connaissance plus fine des pratiques paysannes devrait par ailleurs constituer un préalable nécessaire à la conception et à la mise en œuvre des projets de développement. Cette connaissance permet de mieux raisonner les choix à faire en

matière de changements techniques et d'action à entreprendre sur le milieu naturel, dont l'appréciation ne peut être dissociée de celle de la perception qu'en a la société concernée qui l'utilise (PAMARD & MILLEVILLE, 1985).

Les pratiques sont décrites à travers l'analyse des modes de mise en valeur agricole et pastorale des terres et de leur évolution par questionnement de l'agriculteur ou de l'éleveur, l'accent étant mis sur la description des pratiques pastorales.

5.2 Etude des pratiques pastorales des éleveurs

L'accent a été mis sur les pratiques de conduite sur parcours. Elles comprennent toutes les opérations mises en œuvre par une famille pour faire pâturer ses animaux (BLANC-PAMARD *et al.*, 1985 ; MOULIN, 1993).

Le terme est également compris dans le sens des pratiques territoriales employé par CARON (1998). L'auteur désigne par pratiques territoriales, des actions qui touchent à la structuration et à l'organisation du territoire d'un éleveur.

L'étude des pratiques territoriales, en d'autres termes les modes d'exploitation d'un espace par des animaux sous le contrôle d'un berger, renvoie donc à des relations complexes entre les éleveurs et leur espace à travers la mobilité du troupeau.

Dans le contexte de pâturage communautaire, on ne peut vraiment pas parler de pratiques de gestion, chaque éleveur ayant plutôt en souci d'exploiter les bonnes ressources avant son voisin. Cependant, des stratégies de conduite au pâturage sont développés par chaque éleveur. Nous avons donc fait le choix d'étudier ces pratiques dans deux contextes différents de contraintes spatiales (taux d'occupation, mode d'organisation du parcellaire) dans l'hypothèse que la composition du territoire est hiérarchiquement le premier facteur qui explique les caractéristiques des circuits quotidiens.

5.3 L'apport du SIG

Le recours à un Système Information Géographique (SIG) permet de mettre en liaison les paysages et les usages mis en œuvre. Il offre ainsi la possibilité de représenter et de mettre en relation les différentes données géographiques (zones de pâturage et formations végétales) jugées nécessaires à l'analyse de l'utilisation du territoire par les herbivores. La connaissance des modalités d'utilisation de

l'espace par les animaux englobe, non seulement leurs déplacements pour déterminer le niveau de fréquentation des différentes parties du site d'étude, mais aussi la contribution de ces différentes zones à leur alimentation. En effet, en raison de l'hétérogénéité des habitats, le degré de fréquentation (densité de pâturage, effectifs) est susceptible de varier dans d'importantes proportions d'une zone à l'autre selon les décisions du berger (LECLERC *et al.*, 1979 ; BALENT & GIBON, 1986 ; MEURET, 1989).

Cette démarche permet de cartographier des formations végétales qui soient bien en rapport avec les préférences alimentaires des animaux utilisateurs.

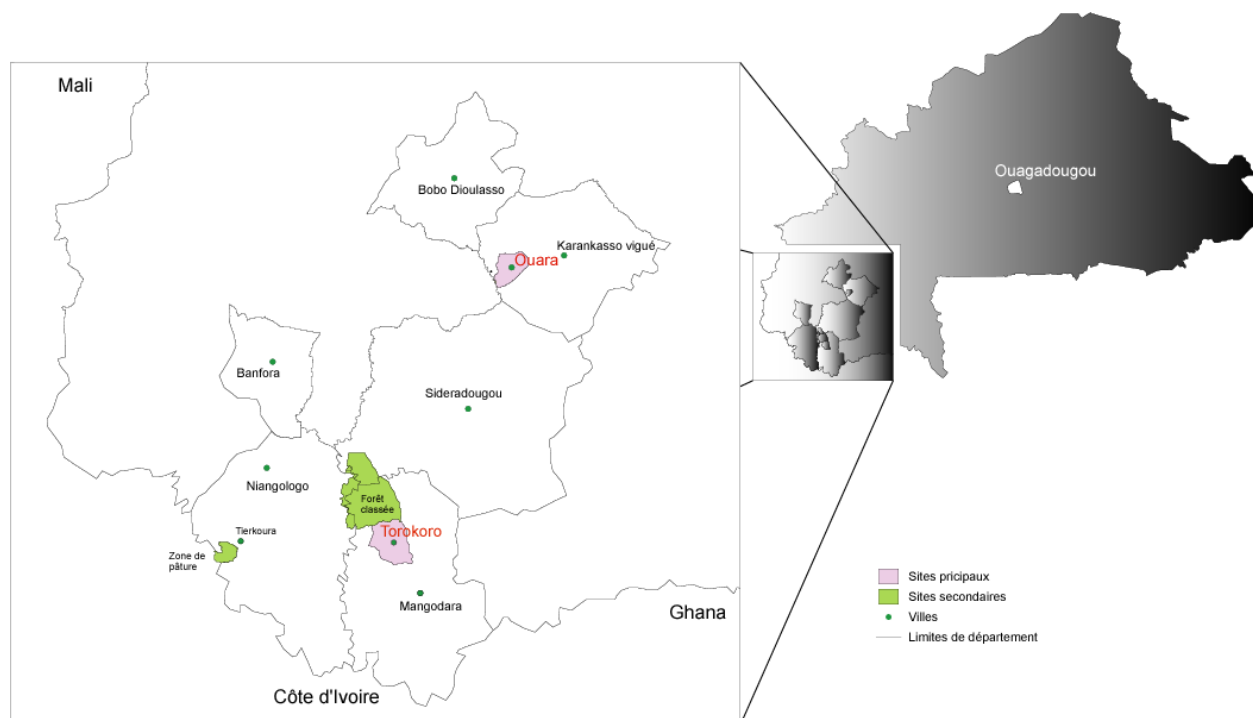
Le SIG offre la possibilité d'une visualisation globale de l'espace étudié. Il permet de bâtir un modèle explicatif de la dynamique spatiale et des préférences alimentaires des animaux. Il permettra, pour un territoire donné, de représenter à différents pas de temps les parties de ce territoire explorées par les animaux et d'y quantifier l'intensité de leurs types d'activités.

Cette approche s'affranchit de la démarche classique de la capacité de charge qui confronte les ressources du milieu et la charge animale, sans tenir compte du comportement spatial des animaux.

Chapitre 2 : LE CADRE DE L'ETUDE

1 LE MILIEU BIOPHYSIQUE

Le terroir de Ouara, à une quarantaine de kilomètres de Bobo Dioulasso, relève du département de Karangasso Vigué dans la province du Houet (*cf.* carte1). Quant à celui de Torokoro, il fait partie du département de Mangodara dans la province de la Comoé. Les deux provinces concernées relèvent de la zone Sud-Ouest qui compte plus d'une dizaine de provinces.



Carte 1 : Localisation géographique de la région et des sites d'étude

1.1 Le climat

1.1.1 Pluviosité et température

Le climat est sans doute l'élément fondamental du milieu biologique, puisqu'en dehors de son action directe sur les végétaux, il détermine dans une large mesure d'autres éléments de ce milieu comme c'est le cas des sols, dont la genèse et l'évolution dépendent étroitement des facteurs climatiques, les modes de vie de l'homme et par suite son action sur la végétation (SCHNELL, 1971). En zone tropicale, l'humidité conditionnée par la pluviosité, est le facteur écologique limitant, tant pour l'aire de répartition des espèces que pour la répartition des grands types de végétation.

Le climat général du Burkina Faso se caractérise par l'alternance de deux saisons : la saison sèche et la saison des pluies. Le régime des pluies est unimodal. La saison des pluies s'installe vers avril – mai et dure six à sept mois.

Les données climatiques de Ouara sont décrites à partir des postes pluviométriques de Bobo Dioulasso, celles de Torokoro le sont à partir du poste de Mangodara qui se situe à 15 kilomètres de ce village. La pluviosité moyenne des 5 années (1998-2002) au cours desquelles les études de végétation ont été effectuées, montre une certaine variabilité inter-annuelle. Les hauteurs pluviométriques moyennes enregistrées varient de 807 à 1 171 mm de pluie pour la région de Bobo-Dioulasso et de 922 à 1 258 mm pour la région de Mangodara. Les années 2001 et 2002 ont été particulièrement sèches pour la région de Bobo qui a enregistré moins de 1 000 mm de pluie (figure 5). Malgré les grandes variabilité inter-annuelles, les plus fortes hauteurs d'eau sont presque toujours recueillies en août.

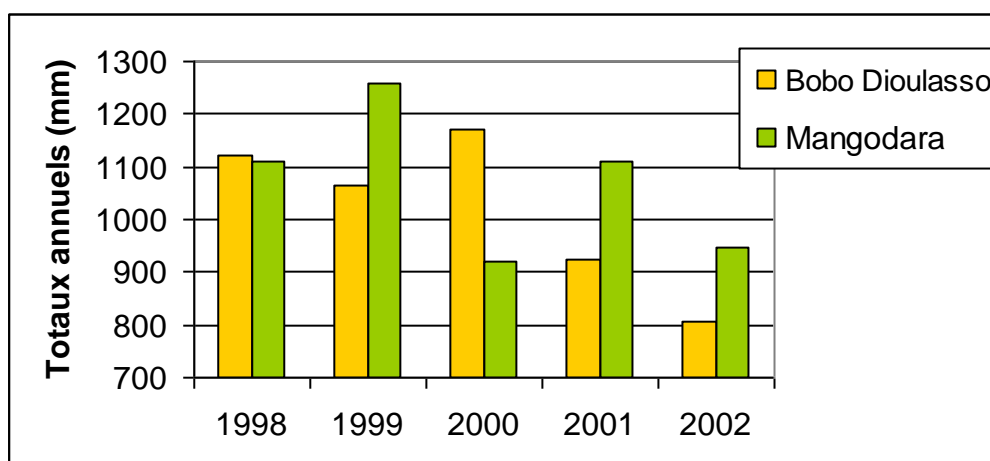


Figure 5 : Pluviosité des 5 dernières années à Ouara et Torokoro

La première partie de la saison des pluies (juillet, août, septembre) se caractérise par des températures assez fraîches (21° à 29°C), suivie d'une petite période un peu plus chaude (21° à 32°C) qui intervient immédiatement en octobre, à la fin de la saison.

La saison sèche s'installe à partir de la mi-octobre jusqu'à la mi-mai. Elle se subdivise en deux sous-périodes dont la première s'étend de novembre à février et se caractérise par des températures fraîches (18° à 36°C) et un vent sec, l'harmattan, qui provoque un dessèchement rapide des herbacées. La seconde sous-période s'installe en mars et dure jusqu'à l'arrivée des pluies. Elle est accompagnée de températures chaudes oscillant entre 29° à 39°C.

De nombreux travaux ont été consacrés à l'étude du climat en Afrique de l'Ouest. GUINKO (1984) en se basant sur la classification de RICHARD-MOLLARD propose un découpage climatique qui repose sur la durée de la saison sèche. Un mois sec est une période où il tombe moins de 50 mm d'eau pour une température moyenne comprise entre 20° et 30°C. L'auteur distingue cinq types de pour le Burkina Faso :

- le climat sahélien (8 à 9 mois de saison sèche avec une pluviosité de 500 à 600 mm ;
- le climat sub-sahélien (7 à 8 mois de saison sèche avec une pluviosité comprise entre 600 et 750 mm) ;
- le climat nord-soudanien (6 à 7 mois secs avec une pluviosité comprise entre 750 mm et 1 000 mm) ;
- le climat sud-soudanien subdivisé en deux sous types (Sud-soudanien Ouest et Sud-soudanien Est). La pluviosité normale varie entre 1 000 et 1 200 mm. La saison sèche dure 5 à 6 mois ;
- le climat sub-soudanien qui constitue le prolongement au Burkina Faso du climat nord-guinéen qui règne au nord de la Côte d'Ivoire. En année normale, la pluviosité est de l'ordre de 1 200 à 1 400 mm. La saison sèche dure 4 à 5 mois.

Le terroir de Ouara, dont la pluviosité moyenne se situe entre 1 000 et 1 200 mm, appartient donc au climat sud-soudanien, tandis que celui de Torokoro, dont la moyenne de pluviosité normale dépasse 1 200 mm se situe dans le climat subsoudanien.

La pluviosité moyenne des 4 dernières décennies n'a jamais atteint 1 400 mm, ce qui rend un peu anecdotique le dernier type climatique pour le Burkina Faso.

1.1.2 Période active de végétation

La période active, ou théorique, de végétation est définie comme la partie de l'année pendant laquelle la pluviosité est supérieure à la moitié de l'évapotranspiration potentielle (ETP). Elle se déduit graphiquement des diagrammes ombrothermiques où les courbes de précipitations et celles des températures sont superposées. La période théorique de végétation est évaluée à 145 jours (15 mai au 15 octobre) pour la région de Bobo Dioulasso (TOUTAIN, 1978). Pendant cette période, la végétation herbacée accomplit son cycle complet de développement. Comme le fait remarquer FOURNIER (1991), la période réelle de croissance de la végétation dépend en outre

des caractéristiques édaphiques, localement très variables. La période optimale du développement de la végétation est atteinte en septembre-octobre, au moment où toutes les espèces fleurissent et fructifient. C'est la période idéale pour l'étude de la végétation herbacée. Pendant le reste de l'année, les graminées vivaces gardent une activité photo-synthétique réduite, dépendant des disponibilités hydriques du sol.

1.2 Géologie, Géomorphologie et sols

La région Ouest repose sur un vaste socle granitique et schisteux donnant lieu à des sols ferrugineux sur matériaux sableux, sablo-argileux ou argilo-sableux dans la majeure partie de cette zone. La région se présente comme une vaste pénéplaine d'altitude moyenne 270-300 m. Des buttes cuirassées et des affleurements de cuirasse se répartissent un peu partout. En dehors de la falaise de Banfora qui s'élève de plus 150 m, quelques reliefs granitiques en dômes apparaissent dans les environs de Ouara. Les pentes sont faibles, de 1 à 3%.

D'après les études toposéquentielles réalisés par BARRO (INERA/GRSP, 1999), les sols à Ouara sont en grande majorité peu à moyennement profonds suite à la présence d'une induration à plus ou moins faible profondeur. Les profils étudiés sont de couleur brun-foncé avec des taches brunes (liées au drainage imparfait dû à la cuirasse sous-jacente) et une texture limono-argilo-sableuse ou argilo-sableuse ; la texture limoneuse ou argilo-limoneuse n'a été découverte que dans un sol de bas-fond. La couleur brune des sols est due à une relative abondance de matière organique qui fait dire par les paysans que leurs sols sont riches. En réalité, il s'agit d'une fertilité précaire qui peut disparaître au bout de deux campagnes en l'absence de restitution organo-minérale. Dans le contexte de pression de la population qui prévaut dans la région, ces sols à structure massive sont dans l'ensemble très fragiles.

A Torokoro, les sols sont de couleur brun-foncé à brun-grisâtre, ce qui dénote probablement une relative richesse en matière organique. Ils ont très peu ou pas d'éléments grossiers dans leur profil et sont pour la plupart profonds à moyennement profonds. Il y a, dans certains cas, une prise en masse assez consistante du dernier horizon (60-120 cm) ou un carapacement de cet horizon. En tout état de cause, les sols de Torokoro sont assez structurés et bien plus profonds que ceux de Ouara. Cependant, ils ont pour la plupart un horizon supérieur de texture sablo-limoneuse,

d'où une structure fragile, qui s'affaisse dès qu'il y a baisse importante du taux de matière organique, ce qui peut facilement arriver avec une pression éventuelle sur les terres.

D'autres types de sols se développent localement dans les deux terroirs. Il s'agit des sols minéraux bruts. Ils présentent un horizon de surface à peine ébauché ou inexistant reposant sur une roche non ou peu décomposée, constituée d'affleurements de grès et de cuirasse ferrugineuses et d'éléments divers. Ils sont toujours associés aux sols peu évolués. Leur épaisseur faible ou nulle, la difficulté de pénétration des racines et la pauvreté chimique, confèrent à ces sols une valeur agronomique quasi nulle. Ils abritent les formations végétales les plus maigres.

1.3 Hydrographie

Pendant la saison sèche, les difficultés d'abreuvement du bétail constituent l'une des contraintes majeures de la conduite des troupeaux. En dehors de quelques barrages, les points d'eau pérennes sont tous localisés dans les lits des principaux cours du réseau hydrographique. Ces points d'eau organisent les territoires pastoraux pendant toute la saison sèche.

Le terroir de Ouara est traversé par les affluents de la Bougouriba, la Koba et le Tolé. Au Sud, dans la province de la Comoé dont relève le terroir de Torokoro, le réseau hydrographique est constitué par le fleuve Comoé et son affluent la Léraba.

Le régime des affluents est de type tropical pur. La saison des hautes eaux dure trois mois (mi-Juillet à mi-October). En saison sèche, l'écoulement cesse totalement. Le lit du cours d'eau se trouve fractionné en chapelets de marules dont certaines se dessèchent entre mars et mai.

1.4 Territoires phytogéographiques, végétation et flore

Le territoire phytogéographique est défini comme une portion du milieu naturel caractérisé par son climat, sa flore et sa végétation (GUINKO, 1984).

Plusieurs classifications de la végétation ont été proposées pour l'Afrique de l'Ouest. Ces nombreux travaux ont été passés en revue par GUINKO (1984) et FOURNIER (1991). GUINKO (1984) a également fait le point sur les travaux spécifiques au Burkina Faso. L'auteur, reprenant la proposition de découpage de TROCHAIN (1940)

distingue deux domaines phytogéographiques au Burkina Faso : un, sahélien (précipitations inférieures ou égales à 750 mm avec une saison sèche de 7 à 9 mois) et l'autre, soudanien (750 mm à 1 400 mm). Chacun des domaines est subdivisé en deux secteurs. Le domaine phytogéographique soudanien qui nous intéresse est subdivisé en deux secteurs. Ce sont le secteur soudanien septentrional (750 à 1 000 mm et 6 à 7 mois secs) et le secteur soudanien méridional (1 000 à 1 400 mm et 4 à 6 mois secs). L'ensemble des sites étudiés se localise dans le domaine soudanien méridional qui constitue la limite nord d'extension de l'espèce *Isoberlinia doka*.

Les pâturages de la zone sud-ouest du Burkina Faso ont fait l'objet de peu d'études comparativement aux régions plus sèches du pays qui étaient jusqu'à une date récente, les régions d'élevage par excellence. Les premières études conduites par l'IEMVT au début des années 1970, répondaient à une politique nationale d'aménagement des pâturages dans une optique de ranching ou de zones d'accueil des transhumants. Les études agrostologiques de Léo (TOUTAIN, 1974), Sidéradougou (TOUTAIN, 1978), de Daramandougou (TOUTAIN, 1979), de Samorogouan (NYUIADZI, 1979 ; TOUTAIN, 1979) sont à replacer dans ce contexte. Plus récemment, quelques études très localisées ont été conduites (BURIE, 1986 ; ZOUNGRANA, 1991 ; GUINKO, 1997 ; LIEHOUN *et al.*, 1994 ; LIEHOUN et OUEDRAOGO, 2002).

Les formations végétales présentes dans le domaine phytogéographique méridional comprennent :

◆ **les formations forestières fermées**

Elles comprennent les formations forestières climatiques que sont les forêts denses sèches et les formations forestières édaphiques représentées par les forêts ripicoles et les galeries forestières.

- Les forêts sèches. Ce sont des peuplements fermés pluri-strate. Elles se présentent sous forme de reliques boisées où *Anogeissus leiocarpus* domine fréquemment. Le tapis graminéen est généralement discontinu.
- Les forêts galeries et cordons ripicoles regroupent toutes les formations dont le déterminisme est lié à la présence de cours d'eau. Les espèces ligneuses les plus fréquentes sont : *Khaya senegalensis*, *Cola cordifolia*, *Cola gigantea*, *Anogeissus leiocarpus*. Le tapis herbacé est très lâche. Les espèces suivantes sont fréquentes : *Anchomanes welwiitchii*, *Sapium grahamii*, *Cissus populnea*, *Andropogon tectorum*, *Beckeropsis unisetata*. Les espèces fréquentes dans les

cordons ripicoles sont *Berlinia grandiflora*, *Cola cordifolia*, *Dialium guineense*, *Pterocarpus santalinioides*.

◆ les formations mixtes forestières et graminéennes

Elles comprennent les forêts claires et les savanes.

- les forêts claires : la strate arborée est dominée par *Isoberlinia doka* auquel est souvent associé *Isoberlinia dalzielli*, en mélange avec une dizaine d'autres espèces dont les plus fréquentes sont *Monotes kerstingii* et *Upuaca togoensis*. Le tapis herbacé est composé de graminées vivaces dont le recouvrement par endroit devient important.
- les savanes : suivant la nature et le recouvrement des plantes ligneuses, on distingue : les savanes arborées, les savanes boisées, les savanes arbustives, et la savane herbeuse. C'est le domaine des savanes à *Vitellaria paradoxa* et à *Terminalia laxiflora*. Le tapis graminéen dans toutes ces savanes est composé en grande partie par des Andropogonées vivaces : *Andropogon ascinodis*, *Schizachyrium sanguineum*, *Hyparrhenia spp.*

2 LE MILIEU HUMAIN

2.1 Les dynamiques démographiques

L'évolution de la population entre 1975, 1985 et 1996, dates des trois recensements nationaux de la population (tableau 1), montre un accroissement important de la population. En l'espace d'une vingtaine d'année, la population a été multipliée par dix à Ouara et triplé à Torokoro. Les migrations rurales à Ouara ont commencé dans les années 1970 pour se poursuivre à un rythme assez important après la sécheresse de 1984. Pour ce terroir, l'accroissement de population a été fulgurante entre 1975 et 1985, puis a fortement diminué dans la décennie suivante (1985-1996) pendant qu'elle augmentait à Torokoro. C'est à partir des années 1980, que les premières installations sont observées plus au sud à Torokoro pour s'amplifier à partir des années 1990.

Les migrations se réorganisent dans un mouvement général du nord vers le sud ; les plus récentes se situent dans la partie méridionale du Burkina

Le peuplement dans les deux villages est ainsi fortement influencé par les immigrations comme le montre la figure 6 donnant lieu à une population pluriethniques. Dans les deux terroirs, on compte plus d'une dizaine d'ethnies. Parmi les populations migrantes, il y a les ethnies du Sud-Ouest installées souvent fort longtemps et la grande majorité des migrants qui arrivent des régions septentrionales du pays. Les exploitations Mossi sont les plus nombreuses, aussi bien à Ouara (plus de 70%) qu'à Torokoro (près de la moitié des exploitations). A Ouara, les ethnies autochtones représentent à peine 2%, tandis que les Doghosé, ethnie autochtone de Torokoro, représentent moins du tiers des exploitations.

Tableau 1 : Evolution de la population entre 1975 et 1996

	Population			Taux d'accroissement		
	1975	1985	1996	1975-1985	1985-1996	1975-1996
Ouara	451	3 832	4 315	78,94	5,93	81,03
Torokoro	550	788	1818	17,78	39,52	53,54

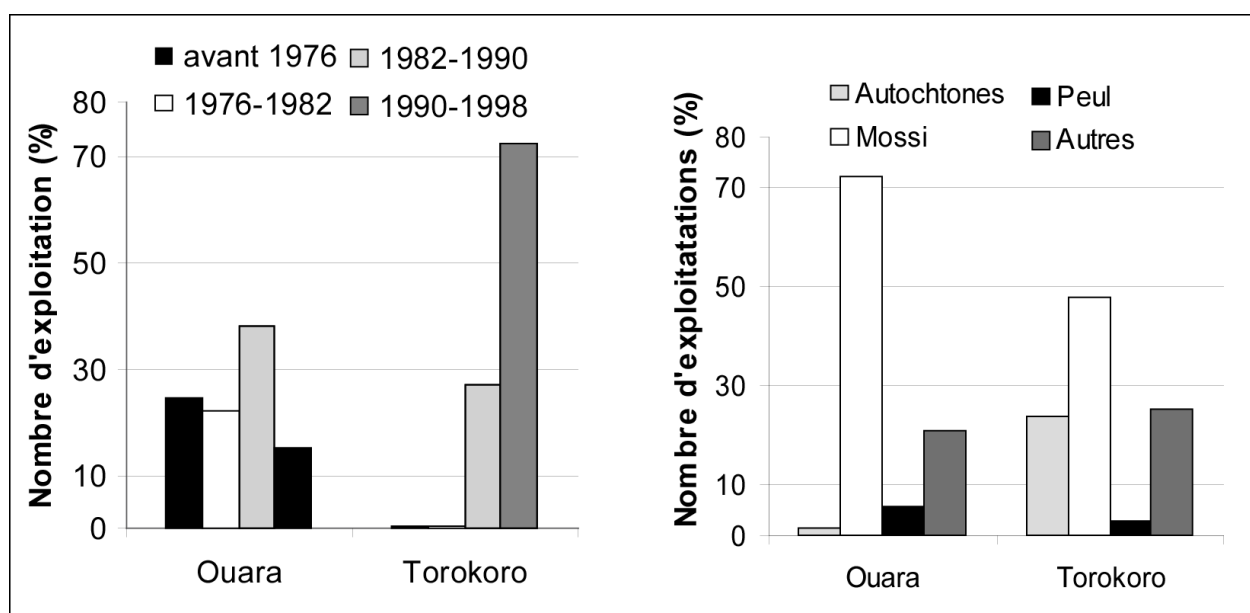


Figure 6: Chronologie des installations dans les deux terroirs

2.2 Les systèmes de production agricoles

D'une agriculture d'autosubsistance à base de céréales dans les années 1950, le développement de la culture du cotonnier à partir des années 1970, va bouleverser les systèmes de cultures. Elle a favorisé l'adoption de la culture attelée. En 1998, 59% des exploitations à Ouara et 40% à Torokoro, possédaient un attelage (INERA/GRN-SP, 1999). Les assolements sont à base de coton et céréales à Ouara et chez les migrants de Torokoro. Le maïs qui est la céréale la plus cultivée à Ouara cède son rang au sorgho à Torokoro.

Les systèmes de culture à base de cotonnier sont plus stables grâce aux possibilités de fertilisation minérale offertes par le système de crédit mis en place par la société cotonnière. Il faut cependant signaler que l'impossibilité de procéder à de nouvelles défriches par manque de terre à Ouara, ou du fait du refus de prêt de nouvelles terres par les autochtones, oblige à une mise en culture continue des terres. La seconde génération de migrants se délocalise dans d'autres terroirs pour y défricher de nouveaux champs.

La culture du cotonnier, très développée au nord de la zone ouest, a, par contre du mal à percer plus au sud et fait place à l'igname qui quitte son statut de culture vivrière pour être une culture commerciale. Le système de culture à igname est essentiellement itinérant. La culture, exigeante en fertilité, oblige à de nouvelles défriches chaque année. Elle se pratique sur des billons et n'est pas mécanisée. Ce fait a certainement pesé dans le retard de l'adoption de la culture attelée qui ne s'est développée qu'au milieu des années 1990, en faveur de l'arrivée de migrants.

La figure 7 montre l'importance des différentes cultures et l'importance des différents assolements en fonction du statut de l'exploitant. Les céréales occupent une place importante dans les assolements (75% des assolements). En 1998, elles représentaient 68% des superficies chez les autochtones et 79% chez les migrants. Les autochtones Doghosé qui disposent de réserves foncières pratiquent des assolements ignames-céréales. Quant aux migrants, les assolements sont à base de céréales et coton.

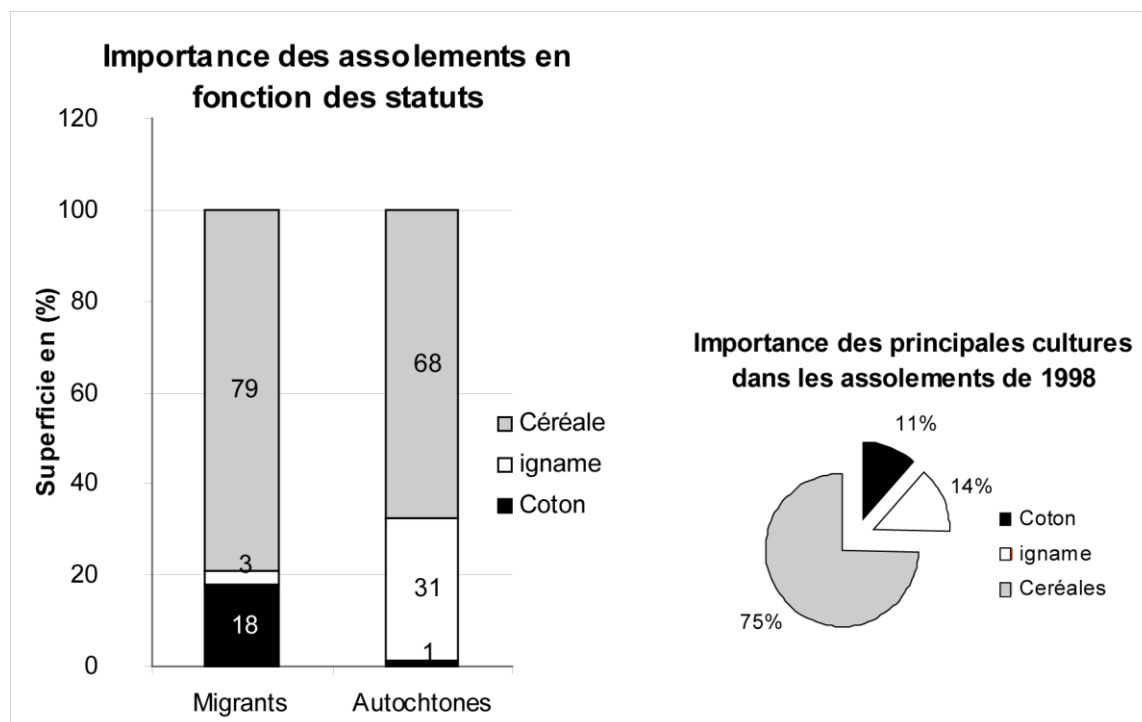


Figure 7 : Principales cultures et importance des assolements à Torokoro

2.3 Situation de l'élevage dans les deux terroirs

Les enquêtes pastorales (DAGET *et al.*, 2002) permettent notamment de décrire les pratiques d'élevage. De telles enquêtes ont été faites sur les deux territoires ; les exploitations ciblées étaient celles dont le chef d'exploitation possède au moins un bovin, qu'il s'agisse d'un bœuf de trait ou d'un bovin d'élevage. Cette catégorie concerne 61,43% des exploitations à Ouara et 45% à Torokoro. Le bovin d'élevage, à la différence du bovin de trait ou bœuf de trait, est un animal conduit de façon beaucoup plus extensive et répond plus généralement à un objectif de capitalisation des revenus de l'agriculture.

Une première enquête exploratoire a concerné un échantillon de 109 exploitations constitué à partir de la base de données sur les exploitations du projet « Front pionnier ». Cet échantillon représente 30% des exploitations recensés dans les deux terroirs.

Une deuxième enquête de type ouvert a permis de discuter avec un nombre réduit d'éleveurs représentatifs de chaque système. Cette enquête visait à connaître les évolutions en cours au sein de chaque système.

Ces enquêtes pastorales se sont intéressées à l'éleveur, à son environnement social et économique, à son cheptel et aux modes de gestion des troupeaux en particulier à la conduite alimentaire. L'ensemble des données sur les exploitations a été soumis à une analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) suivie de classifications hiérarchiques ascendantes (CAH). Les traitements ont été effectués à l'aide du logiciel SPAD.

2.3.1 Les acteurs de l'élevage dans les deux terroirs

Le pastoralisme n'existe pratiquement plus en tant que mode de production exclusif, et beaucoup d'auteurs (BONFIGLIOLI, 1990) préfèrent parler d'agro-pastoralisme pour désigner le fait que l'agriculture et l'élevage sont dans la plupart des cas deux activités associées à degré divers au sein d'une même exploitation. Le petit élevage (volaille, petits ruminants) est partout présent dans les exploitations. A Ouara, 77% des exploitations élèvent de petits ruminants avec une moyenne de 8 têtes par exploitation. Des résultats tout à fait comparables (9 têtes en moyenne par exploitation) sont trouvés à Torokoro, où les petits ruminants sont élevés dans 55% des exploitations. La préférence va surtout aux ovins. Par contre, la possession de bovins (bovins de traits ou bovins d'élevage) marque un début de différenciation entre exploitations. A Ouara cette catégorie d'exploitation à laquelle nous sommes intéressés représente 61% des exploitations et 45% à Torokoro.

Différents termes permettent de désigner les types d'éleveurs par l'importance socio-économique de l'élevage au sein de l'exploitation.

- **Les agro-pasteurs Peuls**

En Afrique, les Peuls sont l'une des ethnies les plus spécialisées en élevage. La littérature les concernant est abondante (PETIT, 2000). Ils sont décrits comme des éleveurs professionnels. L'élevage constitue leur première source de revenu. Ils cultivent pour limiter la vente du bétail afin de couvrir leurs besoins en nourriture et autres besoins de base. Leur agriculture à base de cultures vivrières sur de petites superficies est reconnue comme l'une des plus performantes grâce à une utilisation judicieuse de la fumure animale. Les animaux sont bien surveillés. Les principaux objectifs de production sont la reproduction destinée à produire des animaux pour augmenter la taille du cheptel (SERE & STEINFELD, 1996). Les ventes sont

occasionnelles. La production laitière destinée d'abord à l'autoconsommation peut être vendue ou échangée contre des céréales.

Leur installation dans les deux terroirs est assez récente et date du milieu des années 1970 pour le terroir de Ouara et du début des années 1990 à Torokoro. Ils ont déjà connu plusieurs étapes de migrations depuis leur région d'origine. Ils sont pour la plupart des semi-transhumants, c'est-à-dire qu'ils ont une attache fixe au niveau du terroir, les transhumances saisonnières ne concernant qu'une partie ou la totalité du cheptel qui se déplace avec les jeunes fils ou les bergers salariés.

Numériquement, ils constituent une minorité : de 1 à 4% des exploitations. L'enquête exhaustive de 1988 conduite dans le cadre du projet Front Pionnier montrait qu'ils détenaient 36% des effectifs de cheptel à Ouara et 17,5% à Torokoro. Pour le village de Ouara, les gros troupeaux sont déplacés de façon temporaire ou définitive sur d'autres parcours au sud. Le terme de « délocalisation des troupeaux » est utilisé pour parler de cette pratique.

▪ **Les agro-éleveurs**

Les agro-éleveurs encore appelés agriculteurs-éleveurs par certains auteurs sont une catégorie émergente d'éleveurs à la faveur du développement des cultures de rente qui sont à l'origine de la constitution des troupeaux. Ce sont des agriculteurs de profession. L'objectif de production principal consiste à conserver du bétail comme compte d'épargne (SERE & STEINFELD, 1996).

A Ouara cette catégorie ne regroupe que des exploitations allochtones pour la plupart d'ethnie mossi. A quelques exceptions près, ils ont tous constitué leur cheptel à Ouara à partir du réinvestissement des revenus du coton. A Torokoro, on compte dans cette catégorie aussi bien des autochtones que des migrants.

En fonction de la taille du cheptel, ils ont recours à l'emploi d'une main d'œuvre salariée spécialisée (en général un bouvier peul) pour la conduite technique du troupeau. Ces agro-éleveurs ne s'intéressent pas à la production laitière généralement donnée au bouvier en complément du salaire. Le fumier n'est également pas une production visée.

Cette catégorie regroupe 40% des éleveurs à Ouara qui détiennent 47% du cheptel et 33% à Torokoro détenant 68,5% du cheptel. On y retrouve l'agriculteur qui possède en plus de ses bœufs de trait quelques bovins d'élevage et l'agriculteur dont les effectifs sont comparables à ceux des Peuls et dont la première source de revenu

est l'élevage bovin. A Ouara, la principale source de revenu de ces agro-éleveurs est le coton (67%) suivi de l'élevage (21%). A Torokoro, la situation est beaucoup plus diversifiée : la principale source de revenu des autochtones doghosé est l'igname (100%) ; chez les migrants, 14% ont comme première source les céréales, 12% le coton et 6% des revenus extérieurs (plantations de cacao en Côte d'Ivoire).

▪ Les agriculteurs équipés

Cette catégorie regroupe le plus grand nombre d'exploitations : 60% des exploitations à Ouara et 65% à Torokoro. Le cheptel bovin est surtout constitué de bœufs de trait : 3 bovins en moyenne par exploitation pour les deux terroirs. Ils détiennent 14% du cheptel à Ouara comme à Torokoro. Les bœufs de trait sont sollicités pour la culture attelée et assez rarement pour le transport qui est plutôt effectué par les ânes. Ils font l'objet de plus de soins dans l'exploitation. Des résidus de culture sont stockés à l'exploitation en complément des parcours communautaires.

Tableau 2 : Taille moyenne des troupeaux par classe d'éleveur

Type d'éleveur	Ouara	Torokoro
Agro-pasteurs	Moyenne : 80	Moyenne : 83
	Maximum : 152	Maximum : 126
	Minimum : 32	Minimum : 40
Agro-éleveurs	Moyenne : 17	Moyenne : 23
	Maximum : 76	Maximum : 100
	Minimum : 2	Minimum : 2
Agriculteurs-équipés	Moyenne : 3	Moyenne : 3
	Maximum : 10	Maximum : 8
	Minimum : 1	Minimum : 1

2.3.2 Importance du cheptel dans les deux terroirs

2.3.2.1 Les races bovines

Malgré une forte tendance au métissage entre la race sahéenne Zébu et la race taurine locale, observée un peu partout en zone soudanienne (LHOSTE, 1985), un petit foyer de races locales existe encore dans les élevages traditionnels paysans. A Torokoro, les éleveurs ont déclaré que 26% environ des effectifs de leur cheptel était constitué de races locales. Ailleurs en zone cotonnière, comme à Ouara, le cheptel

se compose surtout de zébus ou d'animaux métissés qui représentent plus de 95% des effectifs.

2.3.2.2 Les effectifs de cheptel et répartition entre les différentes ethnies

L'enquête exhaustive de 1998 a permis d'approcher les effectifs de cheptel. Il s'agit d'effectifs déclarés. Dans la région, MICHEL (1999) en confrontant les effectifs déclarés et des données de comptages visuels, conclut à un écart de seulement 1,5% entre ces deux sources de données. On peut donc dire que les effectifs déclarés sont assez proches de la réalité. Cependant, dans ce genre d'enquête l'éleveur déclare souvent l'effectif possédé, même si dans la réalité des faits ces animaux ne sont pas tout le temps présents dans le terroir. Nous avons pu le vérifier à Ouara, où sur la centaine d'animaux souvent déclarés par les agro-pasteur, juste une trentaine était présents de façon permanente dans le terroir.

La figure 8 et le tableau 3 montrent un élevage plus important à Ouara (terroir à fort taux d'occupation agricole) que ce soit au niveau des effectifs de cheptel, ou de la répartition du cheptel par exploitation. On observe une certaine corrélation entre densité humaine, taux d'occupation agricole et importance du cheptel. Des évolutions similaires sont constatées par plusieurs auteurs (LANDAIS, 1983 ; BOUTRAIS, 1992 ; MICHEL, 1999).

A Ouara, aussi bien qu'à Torokoro, le tiers du cheptel bovin est constitué de bovins de trait. L'essentiel du cheptel est constitué par de petits troupeaux : environ 60% des exploitations ne possèdent qu'une à 10 têtes. Les gros effectifs sont détenus par environ 10% des exploitations parmi lesquelles, on a en majorité les exploitations peuls et quelques agro-éleveurs.

La figure 9 donne la répartition du cheptel au sein des différentes exploitations.

A Ouara, 51,79% des effectifs étaient détenus par les Mossi, ethnie majoritaire dans le terroir. Il s'agit cependant de petits troupeaux et la moyenne des effectifs possédés par chaque exploitation est de 9 têtes contre 80 chez les agro-pasteurs peul. Les Dioula autochtones ne possédaient que quelques têtes de bovins de trait.

A Torokoro par contre l'élevage était jusqu'en 1998 de type essentiellement paysan, les Peuls ne détenant que 17% des effectifs. Les autochtones doghosé possédaient 39% du cheptel avec une taille moyenne de 19 têtes par troupeau. Quant aux exploitations mossi, elle détenaient 37% du cheptel.

La situation a rapidement évolué à Torokoro du fait de l'installation de nouveaux éleveurs. Des enquêtes conduites début 2000 ont conclu à un doublement des effectifs à Torokoro suite à de nouvelles installations d'éleveurs peuls (LIEHOUN *et al.*, 2000). Une réactualisation des effectifs en 2002 donne 2 138 bovins dont 59,35% appartenant à des Peuls, 29,42% aux migrants et 11,42% aux Doghosé (AUGUSSEAU *et al.*, 2003).

Tableau 3 : Répartition du cheptel entre les exploitations

	Ouara	Torokoro
Nombre d'exploitations recensés en 1998	363	311
Nombre d'habitants*	4 518	1 818
Nombre d'UBT	2 361	1 467
UBT par Exploitation	6,50	4,71
UBT . hbt⁻¹	0,52	0,80

* INSD, 1996

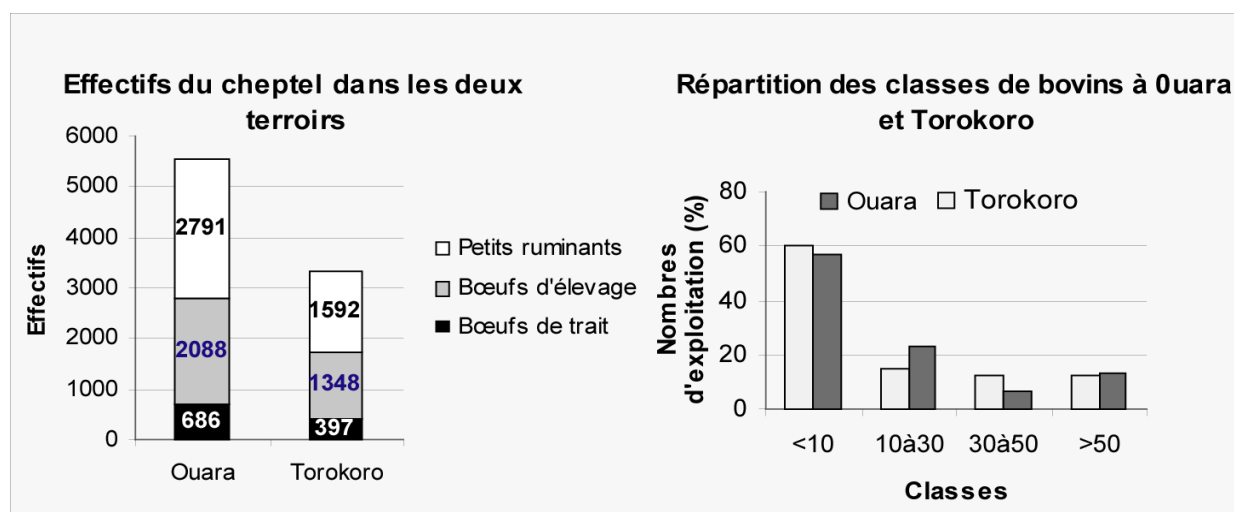


Figure 8 : Répartition des effectifs de cheptel dans les deux terroirs

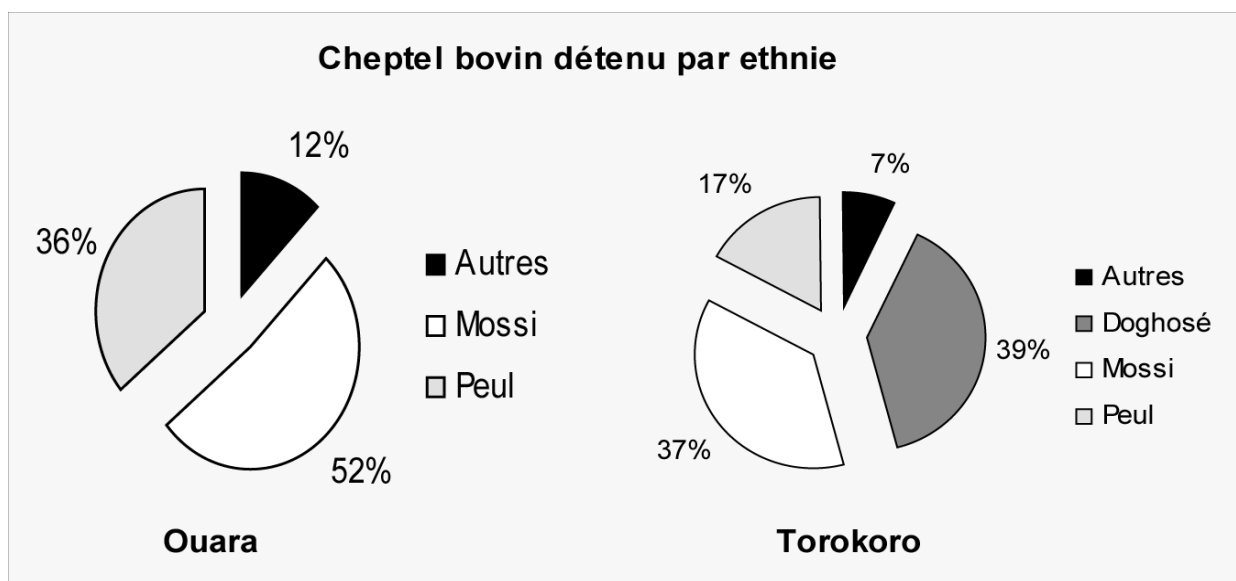


Figure 9 : Répartition du cheptel entre les principales ethnies

2.3.3 Densité du cheptel et évolution saisonnière de la charge animale

Sur la base des effectifs déclarés, la densité animale pendant la saison sèche où tout l'espace villageois est exploitable, est évaluée à $0,31 \text{ UBT} \cdot \text{ha}^{-1}$ à Ouara et à $0,09 \text{ UBT} \cdot \text{ha}^{-1}$ ou à $3,17 \text{ ha}$ et 11 ha pour chaque UBT respectivement à Ouara et à Torokoro. En saison des pluies, avec la restriction de l'espace pastoral suite à la fermeture de l'espace agricole, les densités animales passent respectivement à $0,55 \text{ UBT} \cdot \text{ha}^{-1}$ à $0,1 \text{ UBT} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ces densités sont calculées comme si les effectifs de cheptel restaient constants toute l'année, ce qui est loin d'être le cas. Déjà nous signalions dans le paragraphe précédent, le décalage entre animaux déclarés et animaux réellement présents. Les effectifs sont sujets à d'importantes variations du fait des déplacements incessants des troupeaux au fil des saisons, et de l'utilisation collective des parcours entre villages limitrophes et même des troupeaux en transhumance.

Ce sont ces « inconnus » de gestion du troupeau qui rendent quelquefois délicate la détermination de la capacité de charge.

Tableau 4: Densité de cheptel dans les deux terroirs

	Ouara	Torokoro
Superficie terroir (ST) en hectares	7 966	16 190
Superficie Cultivée (SC) en 1998	3 753	2 752, 3
Superficie exploitable en saison de pluie (SP)	4231	13438
Taux d'occupation agricole SC/ST	44%	21%
Bovins d'élevage	2 088	1 348
Bœufs de trait	688	397
Petits ruminants	2791	1592
Charge animale (UBT)*	2 361	1 467
UBT. ha ⁻¹ (ST)	0,29	0,09
	0,55	0,1
(SP)		
UBT. ha ⁻¹ (SC)	0,62	0,53

Normes de conversion 1 bovin = 0,75 UBT, 1 ovin = 0,1 UBT

La variation de la charge animale à Ouara, qui semble plus particulièrement sujette à une variation importante des effectifs en fonction des saisons, a été approchée.

Des comptages d'animaux ont été effectués en saison sèche, période à laquelle les points d'eau déterminent les circuits quotidiens. Ces points d'eau se composent de quelques forages et de puisards, creusés dans les lits des bas-fonds. La carte 2, montre la répartition du cheptel autour de ces principaux points d'eau dans un rayon de fréquentation potentielle de 1 km autour d'eux.

La figure 10, montre que la charge animale dans le village subit d'importantes variations entre la période de la vaine pâture et le début de la saison sèche chaude. La charge est importante pendant la période d'exploitation des résidus de culture (décembre-janvier), où effectivement une partie des troupeaux délocalisés ou partis en transhumance, rejoignent le village où réside le propriétaire du troupeau. On rencontre quelquefois de gros troupeaux étrangers qui remontent des zones Sud pour profiter des résidus de culture. Au niveau du point d'eau de Léfako, le plus important, l'effectif des bovins d'élevage baisse presque de moitié entre janvier et mars parce qu'un certain nombre de troupeaux ont quitté le terroir.

A partir des comptages effectués au niveau de six points d'eau de saison sèche et trois forages, le cheptel présent pendant le mois de janvier peut être évalué à 1 935

têtes. Ce chiffre est certainement sous-estimé car, si le comptage a été exhaustif pour les puisards, cela n'a pas été le cas pour les forages. Il ne tient pas compte également des animaux abreuvés au puits dans les concessions. On évalue entre 25 et 30% la variation de la charge pour ce qui concerne les bovins d'élevage entre le début de la saison sèche et la fin de la saison sèche ; quant à l'effectif des bœufs de trait, il ne varie que de l'ordre de 4% entre janvier et mars.

En saison de pluie, quelques troupeaux quittent le village pendant que d'autres y reviennent. L'évaluation de la charge est rendue encore plus difficile pendant cette saison, les circuits n'étant plus organisés en fonction des points d'abreuvements nombreux en cette saison.

A Torokoro, la plupart des éleveurs sont sédentaires et la variation de la charge est surtout due à l'accueil de troupeaux transhumants dont l'importance n'a pu être évaluée.

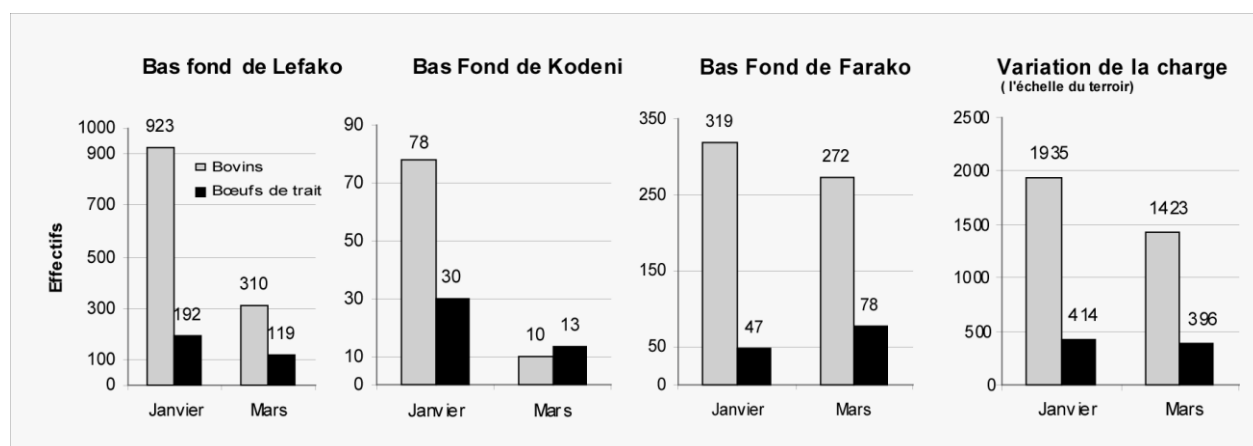
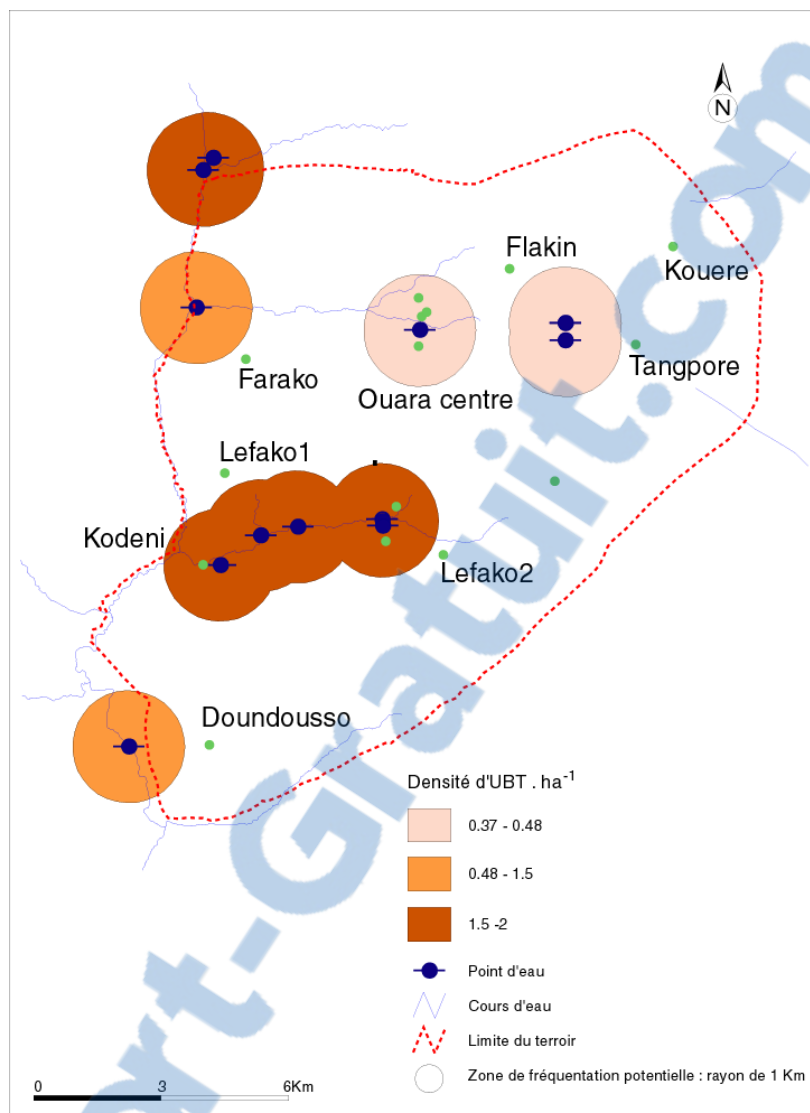


Figure 10 : Variations saisonnières de la charge animale à Ouara



Carte 2 : Répartition du cheptel autour des principaux points d'eau de saison sèche

2.3.4 Typologie des systèmes d'élevage

Trois systèmes d'élevage ont été identifiés (Figure 11). Les variables prépondérantes révélées par l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) sont relatives :

- à l'ethnie de l'éleveur qui traduit des trajectoires différentes et des objectifs de production également différents. Les agro-éleveurs doghosés et le groupe des agro-pasteurs peuls sont bien individualisés.
- le degré « d'extensivité » qui traduit l'importance de la mobilité (sédentaire ou transhumant) donc une plus ou moins grande dépendance par rapport aux ressources pastorales du terroir.

Le plan factoriel 1-2 isole les élevages sédentaires (système intégré), des élevages très mobiles (systèmes pastoral).

Les caractéristiques des systèmes d'élevage identifiés sont consignées dans le tableau 5.

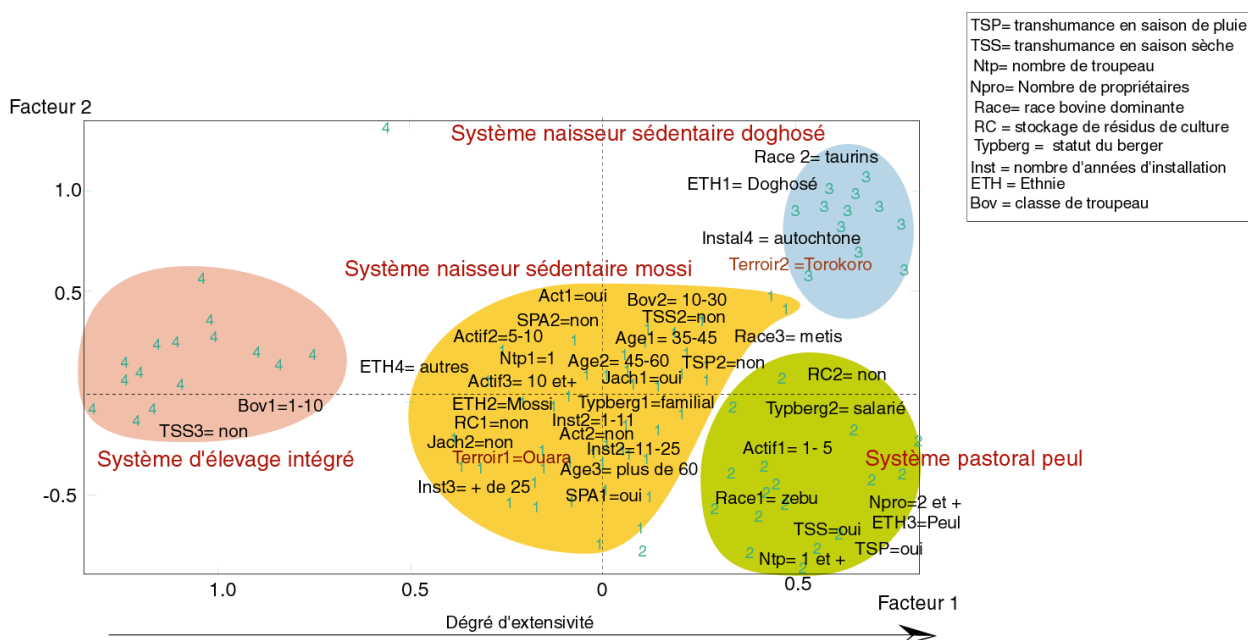


Figure 11 : Représentation des variables actives sur le plan factoriel 1/2

▪ **Le système d'élevage intégré**

Il est défini par opposition aux autres systèmes car il implique une plus grande dépendance à l'exploitation pour l'alimentation du bétail. Les animaux exploitent les parcours communautaires mais une bonne partie de leur alimentation provient de l'exploitation, obligée de ce fait de constituer des stocks alimentaires.

Les effectifs de 1 à 10 têtes sont composés en partie de bœufs de trait avec une moyenne de 3 bovins par exploitation.

Ces exploitations réalisent une bonne intégration de l'agriculture et de l'élevage. Ils valorisent mieux les résidus de culture.

Les éleveurs sont à la première étape de l'évolution de leur exploitation. L'évolution positive de ces exploitations peut les faire passer au système d'élevage naisseur avec changement dans l'objectif de production qui passe ainsi de l'objectif d'intensification de l'agriculture à la capitalisation.

- **Le système naisseur sédentaire**

Deux sous-systèmes ont été distingués en fonction de l'ethnie et du statut (exploitations allochtones ou autochtones) de l'éleveur, définissant des droits différents par rapport à l'accès au foncier.

- ***Le système naisseur sédentaire mossi***

Bien que ce système ne soit pas exclusivement pratiqué par des exploitations d'ethnie mossi, elles en constituent la grande majorité. Ils préfèrent investir dans les races métissées et zébus. A Torokoro, à cause de la plus grande sensibilité des zébus à la trypanosomiase, la race taurine est encore très présente dans les élevages. Leur système de culture est à base de coton et céréales. Ces exploitations sont au stade agro-éleveur et l'importance du cheptel conduit à un changement des pratiques qui tendent vers celles pratiquées par les Peuls.

Le gardiennage des animaux est assuré par les jeunes enfants ou par des bouviers salariés d'ethnie peul.

- ***Le système naisseur sédentaire doghosé***

Il est pratiqué par les agro-éleveurs d'ethnie doghosé. L'élevage bovin est assez anciennement pratiqué par quelques riches familles. Il s'agissait de troupeaux familiaux constitués de races taurines locales. L'élevage bovin constituait un appoint occasionnel aux revenus des cultures. Autrefois, ces animaux vivaient autour des villages se nourrissant à leur gré dans les parcours environnants le village (d'où ils ne s'éloignaient que très peu en fait). Actuellement encore, en saison sèche, les animaux sont très peu gardés et on les rencontre divaguant sans bouvier. Mais les vols de bétail et le développement actuel des cultures pérennes tels que l'anacardier obligent à mieux surveiller les animaux.

Si la plupart des troupeaux familiaux ont été décimés par les épizooties, quelques uns ont survécu et ont été hérités par les descendants actuels. Actuellement, la propriété des troupeaux est plutôt individuelle. Ces nouveaux éleveurs s'intéressent plus à la race zébu et aux métisses. L'utilisation des bœufs de trait pour la culture attelée est assez récente. Les premières acquisitions datent du début des années 1990 et la plupart ne possèdent qu'une paire acquise. La taille moyenne des troupeaux est de 26 têtes. Le gardiennage des animaux est exclusivement assuré par des bouviers salariés peul.

Tableau 5: Caractérisation des systèmes d'élevage

Classe	N	Système d'élevage	Chefs d'exploitation	Cheptel bovin	Système de culture
1	18	Système intégré à l'exploitation	Mossi (61%) Autres (39%)	Moyenne : 3	Coton-céréale Ighname-Céréale
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sédentaire (100%) ▪ Stockage de résidus de culture (78%) ▪ Achat de SPAI (17%) 			
2	59	Système naisseur sédentaire Mossi	Mossi : 78% Autres : 22%	Moyenne : 36 Race dominantes (métis et zébus)	Coton-céréale et arboriculture*
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 87% sédentaires ▪ berger salarié (41%) ▪ stockage de résidus (83%) ▪ Achat SPAI (35%) 			
3	12	Système naisseur Doghosé	Dogosse	Moyenne : 26 Race dominante : taurins	Ighname et céréale et arboriculture*
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sédentaire 83% ▪ Bergers salariés (100%) ▪ Pas de stockage de résidus de culture ▪ Pas d'achat de SPAI 			
4	20	Système pastoral Peul transhumance saison sèche	Peul : 85% Autres : 15%	Moyenne : 81 Races : zébus, métis	Céréales
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 50% transhumance en saison de pluie ▪ Stockage de résidus de culture 20% ▪ Achat de SPAI (30%) ▪ Bergers salariés (65%) 			

* concerne les exploitations de Torokoro

▪ **Le système pastoral**

Il est surtout pratiqué par les agro-pasteurs peuls. Mais de plus en plus d'agro-éleveurs se comptent dans ce groupe. Le système se caractérise par des déplacements saisonniers des troupeaux entre deux ou plusieurs zones de pâturage. Les distances parcourues sont assez faibles, de l'ordre d'une cinquantaine de kilomètres. La taille moyenne des troupeaux dans ce système est de 81 têtes.

2.3.5 La gestion des troupeaux

2.3.5.1 Les unités de conduite – allotement

Chez les agro-pasteurs, le troupeau est constitué d'animaux appartenant aux différents membres de la famille et placé sous la responsabilité du chef de famille.

Dans les systèmes traditionnels paysans, les animaux appartenant à plusieurs propriétaires sont placés dans des parcs collectifs et mis sous la responsabilité d'un gestionnaire du troupeau. Avec l'individualisme en cours, la plupart des troupeaux sont individuels et placés sous la gestion d'un bouvier généralement Peul dont la charge incombe entièrement au propriétaire. Chez les agro-éleveurs, 8 unités de conduites communes à deux propriétaires, rarement plus, ont été recensés aussi bien à Ouara qu'à Torokoro. Il s'agit généralement de cas de confiage de quelques animaux à un plus gros éleveur. Des cas où le berger embauché possède quelques têtes dans le troupeau ont également été observés. Toutefois, il est fréquent que des regroupements spontanés de troupeaux au pâturage aient lieu, surtout quand ils sont gardés par des enfants.

La taille moyenne de l'unité de conduite au pâturage est de 30 animaux à Ouara contre 61 animaux à Torokoro.

La majorité des agro-pasteurs possèdent deux troupeaux, rarement plus. Quant c'est le cas, chaque troupeau constitue une unité de conduite. A Torokoro, quelques gros éleveurs possèdent 3 à 8 troupeaux. Trois agro-éleveurs (deux Mossi et un Doghosé) ont également de 2 à 3 troupeaux.

La délocalisation permanente de troupeaux en deux unités de conduite ou plus, est courante chez les agro-pasteurs de Ouara. Dans ces conditions, un seul troupeau est gardé au niveau du campement. Ce troupeau peut être sédentaire ou effectuer la transhumance, rejoignant quelquefois les troupeaux extérieurs. Quelques uns de ces troupeaux peuvent revenir au moment de l'exploitation des résidus de culture mais,

ils ne restent que très peu de temps au campement (un mois environ). Ces troupeaux extérieurs constituent, quand ils sont de retour, des unités de conduite à part.

L'allotement pratiqué par ces éleveurs ne vise pas la constitution de lots d'animaux ayant les mêmes besoins alimentaires. Au moment des départs en transhumance, un noyau d'animaux, en particulier certaines vaches (5 à 30 têtes), est gardé au campement pour ravitailler la famille en lait. Ces animaux bénéficient de complémentation à base de coque de coton ou de résidus de culture stockés.

La conduite des bovins est en général séparée de celles de petits ruminants ; seules sept exploitations à Ouara et neuf à Torokoro ont déclaré constituer des unités de conduites mixtes bovins-ovins.

Chez les agro-éleveurs qui possèdent à la fois des bœufs d'élevage et des bœufs de trait, la conduite des deux catégories est rarement séparée. En saison de pluie, dès qu'ils ne sont pas sollicités pour les travaux, ils sont conduits avec les autres bovins. En saison sèche, la pratique la plus courante est la constitution d'unités de conduite communes bovins d'élevage-boeufs de trait.

2.3.5.2 Le gardiennage des troupeaux

Durant la saison de pluie (mai, septembre), la surveillance des troupeaux est assez stricte pour éviter que les animaux causent des dégâts dans les zones de culture.

Pendant la saison sèche, qui va de novembre à avril, la surveillance se relâche un peu, mais à cause des nombreux cas de vols d'animaux, la divagation totale n'est plus pratiquée.

Les éleveurs ont de plus en plus recours à des bergers salariés pour la conduite des troupeaux. Si l'on exclut les bœufs de trait dont le gardiennage est assuré exclusivement par la main familiale, 54% des troupeaux à Ouara et à Torokoro sont gardés par des bergers salariés seuls ou associés à des bergers familiaux. Selon l'enquête régionale dans la zone pastorale de Sidéradougou effectuée en 1998, (INERA, 1999), le gardiennage salarié ne représentait que 26% des cas.

On observe généralement un berger par troupeau quand il fait recours au salariat pour le gardiennage. Les bergers familiaux sont généralement des enfants de 10-12 ans. Il est alors fréquent que la surveillance soit confiée à deux ou trois gamins même quand il s'agit de petits troupeaux.

Les contrats traditionnels (service de gardiennage contre don d'un taureau de 2 à 4 ans tous les 6 mois) qui liaient les bergers à leurs propriétaires sont en voie de disparition. En 1982, CHARTIER évaluait ce type de salaire à 70% des cas de contrats. Actuellement les bergers préfèrent être rémunérés en espèces. Les bergers restent très peu de temps au service d'un même propriétaire. La durée moyenne d'embauche des bergers est de l'ordre de 7 mois.

Dans l'échantillon enquêté toutes les rémunérations se font en argent et en fonction du statut matrimonial du berger, le propriétaire donne périodiquement en plus une certaine quantité de céréales (1 tine par mois en général). Un seul cas de rémunération par animal a été rencontré à Ouara.

Le métier de bouvier n'est plus l'exclusivité des jeunes Peuls. Un cas de bouvier d'ethnie Lobi a été rencontré à Ouara.

La rémunération mensuelle oscille entre 5000 FCFA (50FF) et 7000FCFA (70FF) à Torokoro.

Chapitre 3 : LES METHODES D'APPROCHE DES PAYSAGES

1 CARACTERISATION DES PAYSAGES PAR LA CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DES TERRES

1.1 La phase de photo-interprétation

Les transformations du paysage qui se sont opérées entre 1956, 1983 et 1998 ont été cartographiées par photo-interprétation classique.

Le choix de ces dates ne correspond pas toujours à des évènements particuliers. Les premières PVA au Burkina Faso datent du milieu du début des années cinquante où l'Institut Géographique National (IGN) a effectué des missions qui ont couvert toutes les colonies de l'AOF. Les PVA de 1956 utilisées donnent en quelque sorte l'état zéro qui sert de référence pour l'analyse des évolutions postérieures. Le choix des autres couvertures a été motivé par un souci de valorisation des données collectées au cours de l'exécution du projet Front Pionnier qui a débuté ses activités en 1997. Il était prévu que les produits cartographiques élaborés au cours de l'exécution de ce projet soient utilisés. Malheureusement à la fin du projet, seules les couvertures de 1998 étaient disponibles pour les différents sites choisis.

Pour l'occupation des terres en 1956 et 1983, nous avons disposé pour chaque date d'une couverture de photographies aériennes noir et blanc à l'échelle du 1/50 000 :

- N.C-30-XIV IGN 1956 (Mission AOF IGN).
- IGB 1983 (mars 1983).

La période des prises de vues correspond à la saison sèche, période à laquelle le tapis herbacé est complètement brûlé par les feux de brousse annuels.

Pour l'année 1998, un fichier sous format numérique était disponible. La numérisation a été effectuée par la Cellule Télédétection de l'INERA, à partir d'une couverture de photographies aériennes couleur de novembre 1998 à l'échelle du 1/10 000 pour le terroir de Ouara et du 1/15 000 pour le terroir de Torokoro. Les données ont été saisies à partir d'une table à numériser sur le Logiciel Atlas-GIS. Le géoréférencement a été fait à partir d'une vingtaine de points GPS relevés sur des éléments caractéristiques de terrain et bien localisables sur la carte (croisements de routes par exemple).

Pour la zone de pâture de Tierkoura et la forêt classée de Kofflandé, nous avons également disposé d'un fichier sous format numérique de l'occupation des terres au 1/50 000 de 1997, photo-interprétée par GUINKO (1997).

Les thèmes cartographiés sont :

- l'emprise agricole : champs et jachères récentes (unités dont les contours sont aisément identifiables) ;
- formations savanicoles ;
- les formations ripicoles: elles regroupent les galeries forestières, (rangée d'arbres ou d'arbustes bordant le réseau hydrographique) et les formations inondables qui se développent aux abords du réseau hydrographique. Ce sont des formations à recouvrement ligneux souvent important.
- les savanes des affleurements rocheux ;
- les formations artificielles : vergers.

Pour l'interprétation, trois classes de densité de ligneux ont été retenues :

- recouvrement ligneux important : savanes boisées, forêt claire ou forêt sèche
- savanes arborées
- savanes arborées claires ou savanes arbustives.

L'œil avisé du cartographe du Cirad-EMVTa été précieux pour cette phase de photo-interprétation, car c'était notre première expérience en la matière.

1.2 Validation de la photo-interprétation

Contrairement à l'occupation de 1998 cartographiée à grande échelle et validée sur le terrain à partir de relevés phyto-écologiques localisés géographiquement par des coordonnées prises au GPS, les principales difficultés avec les cartes historiques de 1956 et 1983 dressées à partir de la photo-interprétation de couverture noir et blanc à l'échelle du 1/50 000 sont de deux ordres :

- Le contour du parcellaire agricole est facilement discriminable. Par contre, la délimitation des contours des formations savanicoles est assez délicate, du fait du passage graduel d'une unité de végétation. Cette difficulté est signalée par plusieurs auteurs qui ont travaillé sur de tels produits de base (DEVINEAU,1986 ; GUINKO,1997). En plus de ces contraintes d'interprétation, le tirage papier de la couverture aérienne de 1983 de l'IGB était particulièrement de mauvaise qualité.
- la nomenclature des unités de végétation, adoptée pour ces deux dates, est forcément plus grossière que celle de la campagne de 1998. Elle ne peut être validée par la réalité de terrain puisque d'importantes évolutions ont eu lieu.

Pour valider la nomenclature de 1956 de Ouara, la carte des pâturages dressée en 1978 par l'IEMVT a été utilisée. En effet, le terroir a fait partie de l'ensemble cartographié par TOUTAIN *et al.* (1978) dans le cadre des études agrostologiques préliminaires à la création de la zone *agropastorale* de Sidéradougou. La carte des pâturages établie à cette occasion, a utilisé un fond d'interprétation de photographies aériennes de 1956 (IGN-1956-57 NC30 XIV). Il s'agit donc exactement de la même couverture que celle de l'étude.

Pour le terroir de Torokoro, nous avons été confronté au manque de documents cartographiques historiques. La grande étendue du territoire (environ 17 000 ha) faisait que le recours à des enquêtes auprès de personnes âgées pour confirmer l'interprétation, était peu envisageable. Du reste, les vieilles personnes qui survivent encore pour être questionnées sur ce sujet, sont peu nombreuses. En revanche, au niveau de quelques chefs de familles autochtones, des informations ont pu être recueillies sur l'occupation de 1983, en particulier sur l'occupation des forêts claires. D'une façon générale, et dans l'hypothèse de l'existence d'une filiation entre la végétation actuelle, en particulier les forêts claires, les reliques actuelles de cette formation ont été utilisées pour remonter le temps et pour préciser la nomenclature des unités de végétations.

1.3 La saisie des données spatiales

Pour l'acquisition des données spatiales qui alimentent le SIG, il existe deux techniques courantes : la numérisation et la scannérisation. La première produit un plan en mode "vecteur", la seconde un plan en mode "raster". Le fichier de base, où sont stockées les données géométriques acquises, est appelé *couverture* (ou encore *couche*). C'est un ensemble structuré et homogène d'entités spatiales qui sont le *point* (considéré par convention à zéro dimension), l'*arc* (possède une dimension et permet de rendre compte des linéaments géographiques), le *polygone* (à deux dimensions, permet de représenter des entités surfaciques). Un fichier descriptif est attaché au fichier "couverture" par l'intermédiaire de tables attributaires.

Des informations telles que la superficie pour les données surfaciques, ou la longueur pour les arcs sont directement générés par des fonctions spéciales dans chaque logiciel SIG. D'autres données peuvent être ajoutées à la table attributaire

soit par saisie au clavier, soit par importation de fichiers. Ces informations descriptives donnent un sens thématique à l'espace qui devient alors interprétable.

Les deux techniques ont été combinées. Les prises de vue aériennes (PVA) au 1/50 000 ont été scannées et assemblées (mosaïquées) sur photoshop.5. La mosaïque obtenue a été géoréférencée à l'aide d'un fond topographique au 1/200 000 (feuilles de Banfora) également scanné et recalé. A défaut de pouvoir relever des points caractéristiques sur le terrain pour le géoréférencement, des fonds topographiques à l'échelle des PVA étaient les plus indiqués. Mais les fonds topographiques à l'échelle du 1/50 000 ne couvrent malheureusement pas tout le territoire burkinabé et nous avons dû nous contenter d'un fond à l'échelle du 1/2 000 000 à l'origine de quelques légers décalages que nous avons dû rectifier par la suite afin de permettre une bonne superposition des différentes dates.

La numérisation a été faite directement à l'écran. La couverture qui en résulte est en mode vecteur.

1.4 Traitement et analyse des données cartographiques

1.4.1 Quantification de la structure du paysage

L'analyse spatiale et la modélisation spatiale ont fait appel à quelques outils et méthodes de l'écologie du paysage, aidée dans cette tâche par les possibilités d'analyse autorisées par le SIG. Le choix a porté sur des indicateurs qui permettent de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse de base, à savoir la liaison entre composition du territoire et mobilité d'un troupeau bovin, dans un contexte d'occupation de terre donné. Il est important de connaître la diversité de l'occupation des terres, le nombre d'entités (taches) pour chaque type d'occupation, la superficie moyenne de chaque entité pour chaque type d'occupation. D'autres indicateurs très attirants, telles la complexité des formes et la connectivité entre les taches, ont semblé peu explicites. Certaines des analyses ont été effectuées avec les données des tables attributaires qui accompagnent chaque couverture après la numérisation, d'autres par contre ont nécessité l'écriture de programmes (scripts) par un informaticien.

1.4.2 Diversité du paysage

Trois paramètres caractérisent la diversité d'un paysage ou d'une région : la variété d'occupation du sol, l'organisation de l'espace et la complexité de cette organisation. Des deux facteurs principaux (variété et organisation), on peut déduire 4 descripteurs de base liés directement à la diversité (BAUDRY & BAUDRY-BUREL, 1982) :

- nombre d'unité d'occupation du sol ;
- surface occupée par chaque unité ;
- périmètre de chaque unité (= longueur des contacts avec les unités voisines) ;
- dispersion de chaque unité (= nombre d'îlots élémentaires).

De nombreux modèles sont développés depuis quelques années pour quantifier la diversité. La plupart utilisent les concepts de la théorie de l'information en particulier la formule de Shannon-Weaver (1949) qui est également utilisée pour calculer la diversité spécifique en écologie classique (WHITTAKER, 1972 ; BAUDRY & BAUDRY-BUREL 1982 ; DELCROS, 1993 ; CHEN *et al.*, 2001).

n

$$H = - \sum_{i=1}^n P_{ci} \times \log(P_{ci})$$

i = 1

H = diversité du paysage

P_{ci} = pourcentage par type d'occupation

n = nombre de types d'occupation

Sur un paysage composé de **n** types d'occupation, **P_{ci}** la proportion de l'unité **i**, dans le paysage. La diversité (**H**) est maximale si tous les **P_{ci}** sont égaux (**$H_{max} = \log(n)$**), et minimale si l'un des **P_{ci}** vaut 1 et tous les autres 0.

Aux paysages les plus diversifiés correspondent un indice de diversité élevé.

GODRON *et al.* (1999) ont proposé à partir d'une photo panoramique une méthode non informatisée qui permet de mesurer la diversité d'un paysage. Ces auteurs ont tracé une grille de 8 rectangles contigus sur des clichés de photographies ordinaires

représentant des fractions de paysage. A cette grille, ils ont appliqué la théorie de l'information de Shannon. La présence ou l'absence d'un plan (facette de végétation, de relief...) dans une maille apporte ou pas une unité d'information appelée *shannon*. Ils démontrent que si un plan A est présent A fois dans S mailles, la diversité (I_A) :

$$I_A = \log_2 C_S^A$$

Pour l'ensemble des plans A, B, C....J, présents sur une photographie, l'information totale est :

$$I = I_A + I_B + I_C + \dots + I_J$$

Plus le paysage est diversifié et plus I est grand. Au contraire pour un paysage uniforme, I est petit. C'est donc la valeur de « I » qui mesure la diversité globale de la fraction du paysage retenue sur le cliché.

1.4.3 Modélisation des transformations paysagères

Les modèles de transformations du paysage peuvent être regroupés en trois types (BAKER, 1989 cité par DELCROS, 1993).

- Les modèles globaux, qui s'intéressent à l'évolution d'une ou de plusieurs variables de la mosaïque paysagère. Ce modèle a connu peu de débouchés.
- Les modèles de distribution qui modélisent la répartition en unité de surface des unités paysagères. Ce sont les modèles Markoviens provenant de matrice de transition.
- Les modèles spatiaux qui sont actuellement développés grâce au support informatique.

La méthode utilisée dans ce travail, combine modèles Markoviens et modèles spatiaux. Elle a été bâtie sur des pseudo matrices de transition. Les matrices de transition sont des modèles empiriques qui ont pour ambition de prédire des évolutions futures en fonction de la situation actuelle et des changements passés. Développées initialement pour la dynamique des populations, le principe a été repris et adapté par les écologues de l'Ecole EMBERGER, aux successions végétales. La population est alors substituée par l'espace étudié, et les classes d'âge de population par les types de végétation ou faciès de végétation caractérisés par la formation végétale et la première espèce dominante (GODRON & LEPART, 1973).

Ces matrices apportent, certes, des informations sur certaine dynamiques paysagères. Cependant, la valeur prédictive de ces matrices de transition dans des

secteurs fortement anthropisé est mise en doute par plusieurs auteurs (LEPART & ESCARE, 1983 ; DELCROS, 1993).

Le modèle de transformation paysagère éprouvé n'a pas la prétention de prédire les évolutions futures, car il n'a pas été possible d'intégrer les paramètres socio-économiques très dynamiques dans le contexte de l'étude. Ce modèle calcule des processus de reconversion entre type d'occupation des terres à deux dates.

Il est plutôt explicatif que prédictif.

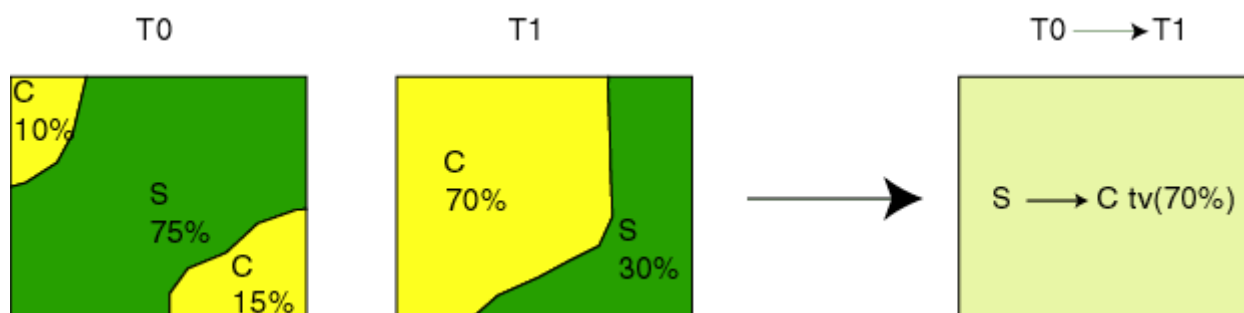
1.4.3.1 Principe de modélisation

En partant du principe d'analyse des paysages à partir d'une grille, proposé par GODRON *et al.*, (1999), une application a été développée avec la société GEODIMENSIONS. Le programme génère une grille en fonction de l'aire d'intérêt (polygone ou fenêtre dessinée à l'écran par l'utilisateur). Le pas de la maille est fixé par l'utilisateur, selon la finesse de l'analyse souhaitée. Le programme propose le cas échéant, un pas calculé sur le plus petit polygone des deux couvertures à comparer. Le modèle utilise deux cartes à l'entrée et génère à la sortie une carte qui donne les différents types de transitions en fonctions des superficies occupées par chaque unité paysagère aux deux temps considérés.

Exemple théorique

Le programme compare, pour deux dates déclarées, les paramètres suivants :

- le changement d'occupation entre ces deux dates, en comparant les types d'occupation dans chaque maille. Il génère à la sortie une maille à laquelle il affecte un attribut qui traduit le sens de l'évolution en fonction du pourcentage des occupations les plus représentatives des mailles T0 et T1 selon le schéma ci-dessous :



Au temps T0, il y a deux types d'occupation C et S, avec respectivement 25% (10%+15%) et 75% de la superficie de la maille. La superficie la plus représentative est donc celle de l'occupation « S ». Au temps T1, l'occupation « C », avec 70% de la superficie de la maille, est la plus importante. La maille générée porte l'attribut SC qui signifie que le processus de transformation est celui de l'occupation ou du paysage S (pourcentage d'occupation le plus élevé à T0) vers l'occupation ou le paysage C (pourcentage d'occupation le plus élevé à T1). Cette transformation est affecté d'un taux de validité. Le taux prend la valeur minimale entre les occupations les plus représentatives (75% pour l'occupation S à T0 et 70% pour l'occupation C à T1). Ce taux de validité est donc de 70% dans le cas théorique présent. En d'autres termes la crédibilité de la transformation de S vers C est de 70%. La difficulté est de savoir à partir de quel seuil de signification du taux de validité on peut considérer que la maille générée traduit une évolution significative, compte tenu de la nature des données, des erreurs probables de calage et d'interprétation.

- Le changement du nombre d'entités entre deux dates s'obtient en soustrayant le nombre d'entités entre T1 et T0. Cette valeur mesure la fragmentation du paysage ; dans l'exemple, le passage de T0 à T1 s'accompagne d'une diminution du nombre d'entités : la valeur calculée est $(3-2) = 1$.
- Le changement du nombre d'entités par type d'occupation dans chaque maille ; Pour l'occupation C, on passe de deux entités à une entité, entre T0 et T1. Par contre pour l'occupation S, bien que la superficie occupée par S ait diminué, le nombre d'entités n'a pas changé.

Le programme offre également d'autres possibilités de calcul tels les indices de formes.

2 CARACTERISATION DES PAYSAGES PAR LA PHYTO- ECOLOGIE

La caractérisation de la flore et de la végétation est effectuée en plusieurs étapes. Dans un premier temps, il s'agissait de caractériser écologiquement les paysages cartographiés avant d'aborder une connaissance plus approfondie de leur organisation et de leur dynamisme. Il s'en déduit que la précision recherchée n'était pas la même aux différentes étapes. Approche phytosociologique et relevés linéaires ont de ce fait été combinés en fonction du degré de précision recherché. La première

méthode mise en oeuvre est plutôt de type qualitatif. D'exécution rapide, elle a permis de caractériser la végétation de grands ensembles dans un laps de temps assez court.

Pour les aspects quantitatifs liés à l'organisation spatiale de la végétation, des relevés linéaires ont été privilégiés. Ces méthodes, plus lourdes, n'ont été appliquées que sur des groupements particuliers tel les forêts claires à *Isoberlinia doka* et sur des placettes mis en défens dans des groupements végétaux représentatifs. La Figure 12 schématise l'approche adoptée.

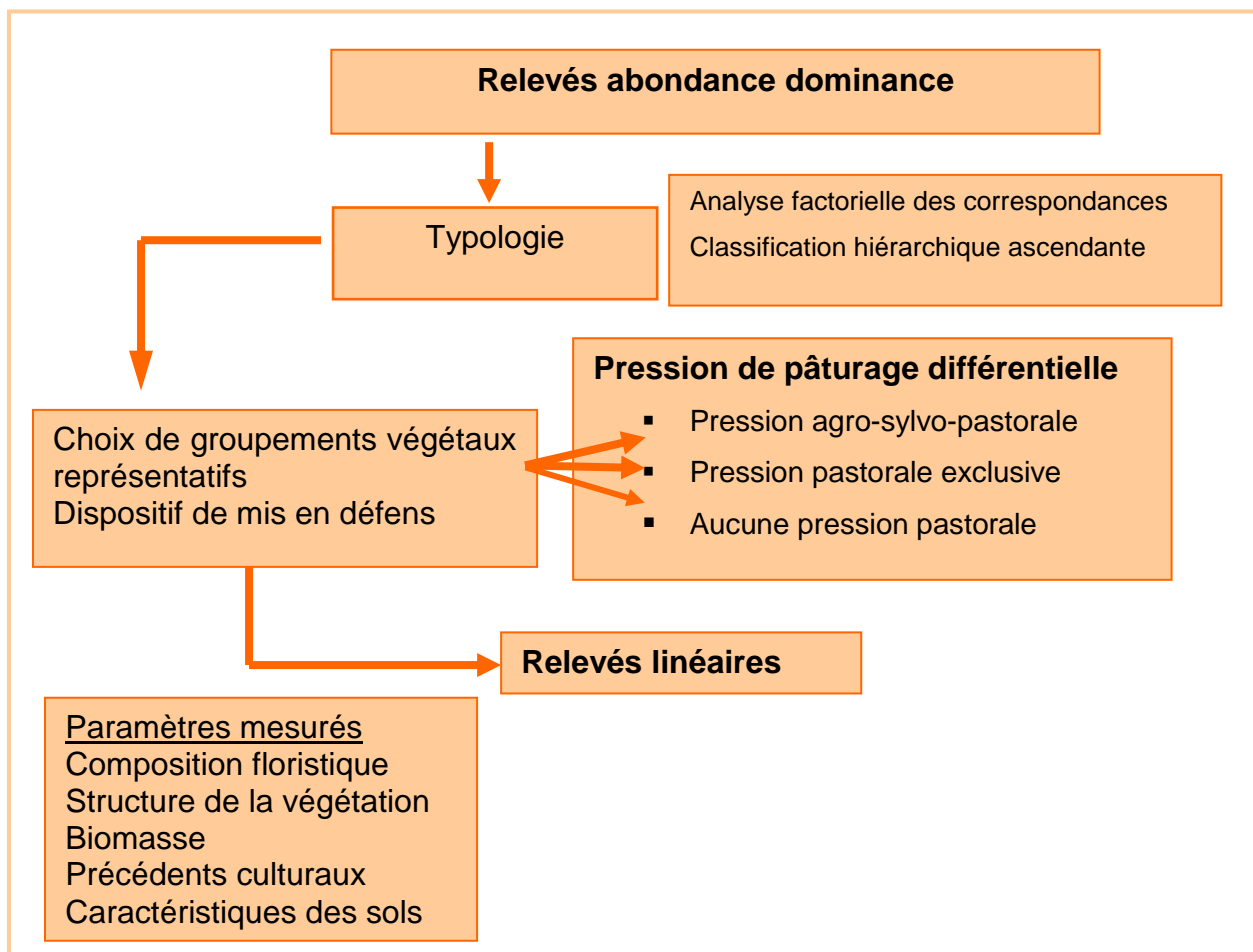


Figure 12 : Démarche pour l'étude de la végétation et de la flore

2.1 Caractérisation des paysages végétaux cartographiés en 1998

Le relevé de végétation a consisté à estimer globalement l'abondance-dominance des espèces présentes (BLAUN-BLANQUET, 1928 ; MUELLER-DUMBOIS *et al.*, 1974 ; BOUDET, 1975). Ces relevés visaient à renseigner le contenu des unités de végétations cartographiées. Ils ont été répartis selon la diversité des teintes de la couverture aérienne en couleurs. Dans un souci d'inventorier au maximum la variabilité des végétations présentes, les relevés ont été répartis de façon à quadriller l'ensemble des terroirs.

Sur chaque station, les informations suivantes ont été collectées :

- les caractères du milieu, décrits à travers quelques descripteurs (topographie, texture des horizons superficiels et les états de surface),
- le recouvrement global par strate (arborée, arbustive, herbacée),
- la liste complète des espèces ligneuses et herbacées,
- les espèces dominantes pour chaque strate,
- l'intensité de l'utilisation pastorale,
- les autres modes d'utilisations (traces de prélèvements domestiques).

Cent trente quatre relevés ont été ainsi réalisés, de novembre 1998 à janvier 1999, puis d'octobre 2001 à novembre 2001.

Des fiches (bordereaux), inspirées des formulaires du Centre Emberger, ont été utilisées.

Chaque relevé est repéré par ses coordonnées GPS.

2.2 Etude de l'évolution de la biodiversité végétale

Une analyse préliminaire des relevés a permis de mettre en évidence les groupements végétaux les plus représentatifs dans chacun des terroirs étudiés. Quelques faciès parmi les plus représentatifs, tels les savanes arbustives à *Detarium microcarpum* et les forêts claires à *Isobertina doka*, ont été retenus pour une étude fine du dynamisme de ces formations selon une approche synchronique.

2.2.1 Description du dispositif

Des relevés phyto-écologiques ont été effectués sur des stations réparties sur l'ensemble des sites. Le relevé phyto-écologique est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques concernant un lieu déterminé (GODRON *et al.*,

1968 ; DAGET & GODRON, 1982). Le relevé est fait sur une station. Elle constitue l'unité élémentaire de milieu. C'est l'aire minimale ou aire phytosociologique optimale, qui correspond à une surface sur laquelle 84% des espèces de la station sont présentes (POISSONET *et al.*, 1985). Dans les savanes de Lamto, POISSONET & CESAR (1972) évaluent cette aire à 16 m² pour la strate herbacée. Une aire de 1 600 m² permet de recenser plus de 80% des espèces ligneuses dans le district de la Comoé, en zone sud-soudanienne (GUINKO, 1997). Pour prendre en compte les deux strates, ZOUNGRANA (1991) préconise une aire entre 0,25 et 1 ha pour l'étude des groupements de terre ferme.

Des stations de 2 500 m² (50m x 50m) ont été retenues pour l'inventaire exhaustif de la flore. Pour les aspects quantitatifs, les investigations ont porté sur des aires plus réduites à l'intérieur de chaque station.

Pour pouvoir préciser les observations sur la strate herbacée, il a fallu la soustraire à la dentu bétail. Ainsi, dans chacune des stations, une placette de 16 m² (4m x 4m) a été mise en défens. La taille de la placette a été choisie en fonction de l'aire minimale pour la strate herbacée.

Au total, 24 placettes ont été réparties sur l'ensemble des sites. Le tableau 6 en donne la répartition par site et par type de formation végétale.

Les placettes ont été inventoriées à la période optimale du développement végétatif, entre octobre et novembre 2002.

Tableau 6 : Répartition des placettes par site

Site					
Groupement Végétal	Ouara	Torokoro	Zone Pastorale	Forêt classée	Total/ formation
Forêt claire à <i>Isoberlinia doka</i> .	-	3	2	2	7
Jachères dérivée des forêts claires	-	8	-	-	8
Savane arbustive à <i>Detarium microcarpum</i>	3	2	1	-	6
Savane arbustive à <i>Maranthes polyandra</i>	1	2	-	-	3
Total/site	5	15	4	2	24

2.2.2 Paramètres collectés

- Composition floristique et organisation spatiale du tapis herbacé

Les observations relatives à l'évolution de la biodiversité portent, d'une part sur la **flore** c'est à dire l'ensemble des taxons présents sur l'aire d'échantillonnage (la plante étant sur le même plan d'importance que la plante commune) et d'autre part sur la **végétation** qui constitue « *la masse végétale, l'ensemble des plantes considérées dans leur rapport avec le milieu, climat, sol, êtres vivants y compris l'homme* » (FLAHAULT, 1901).

Le choix a été porté sur les méthodes linéaires pour l'étude du tapis végétal.

La méthode des points-quadrats (DAGET & POISSONET, 1971) conçue pour étudier les groupements herbacés fait l'objet d'une utilisation courante pour les formations herbacées en milieu tropical. Elle consiste à recenser sous un point la présence et les contacts d'une espèce. Dans la placette mise en défens de 16 m², 100 points de lecture ont été effectués sur les deux diagonales de 5 mètres chacune. La même méthode a été mise en œuvre hors mis en défens avec des points de lecture tous les 50 cm.

La « présence » d'une espèce est son observation dans une unité d'échantillonnage (point) et le « contact », l'intersection d'un organe aérien avec une génératrice particulière de l'aiguille.

La liste floristique est complétée par un inventaire exhaustif des espèces en extension sur la station. Les espèces qui n'ont pu être identifiées sur place ont été prélevées et déterminées grâce aux flores spécialisées (HUTCHINSON & DALZIEL, 1954 ; BERHAUT, 1967 ; POILECOT, 1995 ; ARBONNIER, 2000) à l'Herbier du CNRST et du CIRAD-EMVT.

- Structure de la strate ligneuse

Des comptages de ligneux ont été effectués. Trois sous-strates ont été retenues :

- la strate des buissons, des régénérations et des petits arbustes (moins de 2 m de hauteur)
- la strate des arbustes et jeunes arbres (2-8m)
- la strate des arbres (plus de 8 m de hauteur).

La surface du relevé varie en fonction de la strate. Les comptages sont effectués sur des placeaux de 500 m² (50m x 10m) pour la strate haute et 300 m² (30m x 10m) pour les ligneux de moins de 2 m.

Tous les individus présents dans chaque strate sont comptés par espèce.

- Evaluation du disponible fourrager

Elle a concerné la strate herbacée et les résidus de cultures.

Biomasse épigée de la strate herbacée

Les placettes de 16 m², mis en défens par des fils de fer barbelés, ont été fauchées après les mesures floristiques. La méthode utilisée est celle de la coupe intégrale.

Pour des raisons budgétaires, il n'a pas été possible de faire des répétitions dans chaque station. Nous avons préféré répartir le dispositif sur les mêmes faciès dispersés à travers le terroir. Dans le protocole, les placettes devaient être mises en place dès le passage des feux, en janvier. Ce n'est que courant mai que le dispositif a pu être effectif. Quatre placettes de 4m² sont fauchées sur la partie non protégée, au moment de la coupe des mis en défens, pour donner une idée de la biomasse prélevée. L'abondance des espèces est également appréciée avant fauche.

Un tri est effectué entre les graminées et les autres espèces. Le taux de matière sèche pour chaque catégorie est déterminé par séchage d'un échantillon à l'air libre, puis à l'étuve.

Production des résidus de culture

La production des résidus de culture a été évaluée sur 4 placettes de 100 m² pour les principales cultures de la zone. Les résidus évalués sont le maïs, le sorgho, le coton et l'arachide. Les résidus ont été évalués sur des champs implantés sur les mêmes unités de sol que celles sur lesquelles ont été effectuées les mesures de biomasse herbacée.

- Caractérisation des sols

En collaboration avec un collègue pédologue, des profils de 1,20 m (sauf cas d'obstacle) ont été creusés et examinés sur quelques uns des sites de suivi. Les sols ont été décrits selon les normes de la FAO (1998), avec utilisation du code MUNSELL pour la détermination des couleurs.

Des prélèvements de terre ont été faits, pendant la description des sols, pour des analyses de laboratoire portant sur la granulométrie 4 fractions, le statut organique, le statut du complexe absorbant et la réaction (pH) des sols.

Les résultats des analyses ne sont toujours pas disponibles (par manque de moyens matériels et financiers). Seuls les résultats sur les caractéristiques morphologiques et physiques sont actuellement disponibles.

▪ Historique des sites

Des enquêtes ont été conduites auprès des propriétaires des sites, pour en connaître les précédents cultureux. Ont été notés :

- l'âge des jachères,
- la durée de la dernière mise en culture,
- le nombre de mise en culture depuis 1957,
- les modes de défrichage,
- les rotations culturales,
- l'utilisation pastorale du site.

L'intensité de pression pastorale, qui a prévalu en parti au choix des sites, est confirmée par observation directe selon trois échelles :

- intensément pâturé,
- moyennement pâturé,
- peu ou pas pâturé.

2.2.3 Traitement et analyse des données floristiques

2.2.3.1 Les analyses multidimensionnelles

Les méthodes d'analyses multidimensionnelles des données ont démontré leur efficacité dans l'étude des grandes masses complexes d'informations. Elles permettent la confrontation simultanée des données et fournissent un outil de synthèse remarquable (DAGET, 1976). En écologie, l'utilisation de ces méthodes est devenue courante aussi bien pour le traitement des données floristiques (LACOSTE & ROUX, 1971 ; GUINOCHET, 1973) que pour celui des données écologiques. Ces méthodes, tout en confirmant les classements empiriques, offrent l'avantage de traiter de vastes ensembles de données, ce qui permet une représentation spatiale

des divers objets (relevés, espèces) étudiés en fonction de leurs corrélations relatives.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) est la méthode la plus adaptée au traitement des données floristiques, que celles-ci soient renseignées par leur présence-absence ou par leur abondance-dominance. L'objectif recherché à travers l'AFC est de regrouper les individus (ici les lieux de relevés) et les variables (les espèces) en fonction de leur ressemblance floristique. La ressemblance entre individus et variables est mise en évidence par la distance du khi², proportionnelle aux différences entre composition floristique.

La Classification Hiérarchique Ascendante (CAH), qui est une suite logique de l'AFC, permet de regrouper les individus en fonction de leur ressemblance.

Les analyses multidimensionnelles ont été utilisées pour établir la typologie des groupements végétaux.

2.2.3.2 La diversité spécifique

A un instant donné de son histoire, un peuplement se caractérise par sa composition et sa structure (BLONDEL, 1995). Le degré d'organisation du peuplement se traduit notamment par une certaine distribution des abondances spécifiques, par un certain spectre de fréquences relatives, de l'espèce la plus abondante à l'espèce la plus rare. La diversité spécifique rend compte de cette inégale répartition (DAGET, 1998a). Elle fait l'objet, selon l'auteur, de plusieurs types de mesures. Elles vont des plus simples, ne prenant en compte que la liste des espèces (**richesse floristique**), à des mesures plus élaborées qui tiennent compte de la fréquence relative ou de l'abondance des espèces dans un écosystème. La fréquence relative d'une espèce (i) ou d'une famille (F) dans la flore mesure la probabilité qu'un individu ou une espèce prise au hasard dans cette flore appartiennent à l'espèce (i) ou à la famille (F). Cela permet d'attacher à chaque espèce ou famille une probabilité d'occurrence $p(i)$ ou $p(f)$. Cette notion de fréquence aide à calculer des indices plus élaborés pour rendre compte de la diversité végétale.

La diversité spécifique s'exprime, soit sous forme d'indices, soit en densité, soit en fréquence d'occurrence des espèces par unité de surface ou volume.

Quelques uns de ces indices sont utilisés pour évaluer la diversité spécifique des végétations étudiées.

La richesse floristique

C'est l'expression la plus simple de la diversité. Elle correspond à la liste des espèces recensées sur un espace donné. Elle rend compte d'une partie de la diversité d'une flore. Dans la pratique elle n'est autre que la liste des espèces ou taxons inventoriés dans un lieu donné sur une station.

HILL (1973 ; DAGET 1980) propose une expression générale de la diversité : le nombre de diversité N_α d'ordre α . L'auteur démontre que N_0 est la richesse spécifique, que N_1 est l'exponentielle de la diversité informativité et N_2 l'inverse de la diversité probabiliste. En ce qui concerne la richesse spécifique, quel que soit le biotope concerné, on dit qu'une station possède une flore :

- **raréfiée**, lorsqu'il y a moins de 5 espèces ;
- **très pauvre**, lorsqu'il y a de 6 à 10 espèces ;
- **pauvre**, lorsqu'il y a de 11 à 20 espèces ;
- **moyenne**, lorsqu'il y a de 21 à 30 espèces ;
- **assez riche**, lorsqu'il y a de 31 à 40 espèces ;
- **riche**, lorsqu'il y a de 41 à 50 espèces ;
- **très riche** lorsqu'il y a de 51 à 75 espèces ;
- **exceptionnellement riche**, lorsqu'il y a plus de 75 espèces.

Le coefficient de communauté de Jaccard

La comparaison entre les sites ou entre les relevés se fait à l'aide du coefficient de similitude ou de communauté de Jaccard. La formule suivante permet le calcul de la similitude entre un groupe a et un groupe b :

$$S = c / (a + b - c)$$

A = nombre d'espèces du groupe a

b = nombre d'espèces du groupe b

c = nombre d'espèces communes à a et b

Ce coefficient varie entre 0 et 1. Sa valeur est d'autant plus faible que les peuplements sont différents du point de vue floristique (JACCARD, 1901 ; PAVILLARD, 1935).

La fréquence d'occurrence

Une première mesure de la structure est donnée à l'échelle du terroir par le rapport entre le nombre de relevés où chaque espèce est présente et le nombre total de

relevés. Le nombre de fois où l'espèce est recensée donne la fréquence absolue notée (FA). La fréquence relative (FR) est obtenue par le rapport de FA et le nombre total de relevés, multiplié par 100. Plusieurs classes de fréquences sont ainsi obtenues (GILET, 2000).

- Les espèces dont la FR est inférieure à 10% sont dites espèces occasionnelles ou rares
- Les espèces de fréquence I ($FR \leq 20\%$)
- Les espèces de fréquence II ($20\% < FR \leq 40\%$)
- Les espèces de fréquence III ($40\% < FR \leq 60\%$)
- Les espèces de fréquence IV ($60\% < FR \leq 80\%$)
- Les espèces de fréquence V ($FR > 80\%$).

Les espèces des classes IV et V qui se caractérisent par un haut niveau de fréquence relative (présentes dans plus de 60% de l'ensemble des relevés) sont qualifiées d'espèces constantes.

La diversité informatique de Shannon

L'indice de diversité H de Shannon est fonction de la probabilité P_i de présence de chaque espèce i dans un ensemble d'individus. La valeur de H est donnée par la formule suivante :

$$H = -\sum (P_i \log_2 P_i)$$

(P_i = nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus).

De façon générale, plus il y a d'espèces avec une abondance voisine, plus élevée est la diversité. L'indice de diversité est pratiquement indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de l'abondance relative de chaque espèce. Lorsque toutes les espèces ont la même abondance, H atteint sa valeur maximale qui est égale à $\log_2 N$.

L'indice de Menhinick

L'indice de Menhinick (1964) exprime la richesse spécifique (nombre d'espèces) rapporté à l'effectif total des individus recensés. Cette mesure améliore la caractérisation de la structure d'un peuplement approché par le calcul de densité.

$$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

S = nombre d'espèces

N = nombre d'individus

2.2.3.3 *Le spectre pastoral*

D'un point de vue purement écologique, la liste des taxons recensés dans un lieu qui donne une première mesure de la biodiversité ne satisfait pas le pastoraliste dont l'une des préoccupations porte sur la composition générale de la flore et sa proportion en graminées, légumineuses et autres herbacées (DAGET, 1998b). L'objet du spectre pastoral est de rendre compte de cette catégorisation de la flore.

Le tapis graminéen en équilibre dans les zones de savanes sud-soudanienne est à dominance de graminées vivaces. L'augmentation de la proportion d'autres catégories d'herbacées est un signe de dégradation de la savane. Dans ces savanes, la place des légumineuses herbacées est négligeable dans la flore pastorale. Au contraire leur abondance est un signe de dégradation des parcours du fait de leur faible consommations : elles sont classés dans les « plantes diverses », catégorie qui regroupe toutes les plantes autres que graminées et cyperacées. La catégorie des graminoides concerne les cypéracées. Ce sont des plantes peu ou pas consommées.

Quatre catégories d'espèces sont donc retenues pour rendre compte de la qualité de la strate herbacée : les graminées vivaces, les graminées annuelles, les graminoides et les diverses.

Pour ce qui concerne la strate ligneuse, les Papilionacées (ou Fabacées), les Cesalpiniacées et les Mimosacées considérées comme des familles ayant des propriétés biologiques très voisines sont regroupées dans la catégorie des légumineuses.

Pour calculer l'importance de chaque catégorie d'espèces pour un relevé ou un groupe de relevés, le nombre d'espèces dans la catégorie est rapporté au nombre total d'espèces du relevé ou du groupe de relevés.

2.3 La structure de la strate herbacée

Recouvrement

Le recouvrement d'une espèce est la proportion de la surface du sol qui est couverte par la projection verticale des organes aériens de cette espèce (DAGET, 1995). Il est mesuré par sa fréquence centésimale (**FC_i**) qui est le rapport en pour cent, entre le nombre de fois où la présence de l'espèce est observée sur la ligne et le nombre total d'observations.

$$\mathbf{FC}_i = \frac{n}{N} \times 100$$

n = nombre de présence de l'espèce i

N = nombres d'unités d'échantillonnages ponctuels (100 points dans le cas présent)

La contribution de chaque espèce à la constitution du tapis végétal **CSP_i** se traduit par le quotient suivant :

$$\mathbf{CSP}_i = \frac{FC_i}{\sum FC_i} = \frac{n_i}{\sum n_i} \times 100$$

où n_i est le nombre d'unité d'échantillonnage où l'espèce i a été trouvée ;

Pour l'exploitation informatique et statistique des données floristiques, le logiciel FLOTROP (CIRAD-CNRS) a été utilisé. Ce logiciel analyse les 3 types de biodiversité : stationnelle (diversité α) à partir d'un relevé, régionale (diversité γ) à partir d'un ensemble de stations d'une même région ou d'un même site et enfin la biodiversité β.

Il analyse également les paramètres suivants :

- la richesse floristique,
- les spectres fourragers (flore, végétation) et biologique,
- divers indices : Shannon (H'), Simpson (H'') et l'Equitabilité (E) à partir de la formule de Hill.

2.4 La valeur pastorale des pâturages

DAGET & POISSONET (1971) ont proposé une méthode pour évaluer la valeur pastorale des formations herbacées denses en se basant sur de nombreux travaux, particulièrement ceux de De VRIES aux Pays-Bas (De VRIES, 1950 ; KLAPP, 1954 ; DELPECH, 1960). Cette méthode alternative, aux méthodes analytiques souvent lourdes, est précieuse pour comparer plusieurs herbages.

La méthode a été « tropicalisée » et utilisée dans des formations complexes mixtes dans de nombreux travaux (CESAR, 1975 ; ZOUNGRANA, 1991). DAGET & POISSONET (1971) recommandent cependant, de ne pas attribuer une signification absolue à la valeur pastorale d'un herbage pris isolément, mais soulignent l'intérêt d'effectuer des comparaisons entre les herbages d'une même région naturelle.

Le calcul de la valeur pastorale proposé fait intervenir la composition floristique à travers la CSP (contribution spécifique présence) et la valeur bromatologique ou indices spécifiques des espèces. Cette valeur rend compte de l'intérêt de chaque espèce pour les animaux, et tient compte de la vitesse de croissance de l'espèce, de sa palatabilité, de son assimilabilité et de sa résistance à la dent. Chaque espèce est classée par rapport aux autres, des plus mauvaises aux meilleures, selon des échelles de 5, 8 ou 10 niveaux. Les travaux en zone tropicale utilisent généralement une échelle à 5 niveaux.

Lorsque les indices varient de 0 à 5, la valeur pastorale est calculée par la formule suivante : (DAGET & POISSONET, 1971 ; DAGET, 1995).

$$VP = 0,2 \sum_{i=1}^n (CS_i \times Is_i)$$

CS_i : contribution de l'espèce i.

Is_i : indice de qualité de l'espèce i.

Pour tenir compte des sols nus et/ou de l'hétérogénéité du milieu, cette valeur calculée est pondérée par le recouvrement global de la végétation dans le premier cas, par la moyenne pondérée de chaque sous unités par les superficies correspondantes, dans le deuxième cas.

3 CARACTERISATION DE L'UTILISATION DU PAYSAGE PAR L'ELEVAGE

3.1 Les suivis de troupeaux au pâturage

L'étude du comportement spatial et alimentaire des animaux constitue une étape importante voire clé dans la compréhension des pratiques de gestion des troupeaux au pâturage et de leurs conséquences, d'une part sur les performances zootechniques des animaux et d'autre part sur la dynamique des végétations pâturées. Du point de vue pastoral, la sélection d'espèces par les animaux, l'épandage des déjections animales associé au piétinement, donnent une information sur l'impact de l'animal sur la végétation et le sens prévisible de l'évolution de cette végétation (BOURBOUZE, 1995). D'un point de vue zootechnique, la capacité de l'animal à se composer une ration par le choix qu'il opère dans une végétation hétérogène donne de précieuses informations sur la quantité et la qualité de la ration (composition botanique, valeur nutritionnelle, etc.)

Le suivi des troupeaux au parcours est une méthode qui s'est montrée adaptée et pertinente dans l'étude du comportement spatial et alimentaire. De nombreuses méthodes sont développées pour faire de tels suivis. Nous avons opté pour la méthode mise au point au Sénégal dans le cadre du programme Alimentation du bétail au pâturage (ABT) (GUERIN, 1987 ; RICHARD *et al.*, 1997 ; ICKOWICZ, 1995). Elle a cependant été adaptée (rythmes des suivis, paramètres collectés, mode de collecte des paramètres) en fonction des objectifs visés et des moyens plus modestes à notre disposition (un observateur pour chaque suivi au lieu de trois dans les suivis du programme ABT).

A l'échelle d'une campagne, quelques troupeaux ont été choisis pour cerner l'évolution des circuits. L'étude du comportement spatial et alimentaire a consisté à caractériser les différents déplacements des troupeaux sous la conduite d'un berger ou d'un bouvier. Pour ce qui concerne le comportement spatial, les suivis visaient plusieurs objectifs :

- connaître l'utilisation du terroir (faciès de végétation fréquentés et intensité d'utilisation),
- quantifier certains paramètres des circuits (distances parcourues, temps de pâture, forme des troupeaux),

- porter une appréciation sur l'état du pâturage.

Quant à l'étude du comportement alimentaire, il a consisté à approcher la composition botanique par la notation des espèces prélevées.

L'analyse de ces circuits donne des informations sur les modalités d'utilisation des parcours et les contraintes saisonnières pour l'accès à certaines ressources tels les pâturages interstitiels constitués en partie de jachères, les résidus de culture, les points d'eau. Les circuits mettent en évidence les différentes contraintes et les stratégies adoptées par les éleveurs pour y faire face.

3.1.1 Calendrier des suivis

Les résultats des enquêtes préliminaires sur l'organisation des systèmes fourragers a permis le découpage de l'année en quatre périodes, calquées grossièrement sur le découpage traditionnel des éleveurs. Ce découpage renvoie aux principales saisons climatiques avec leur corollaire de contraintes pour l'alimentation du bétail.

- **Période 1** : elle correspond à la période de la vaine pâture (novembre –février)
- **Période 2** : elle correspond à la saison sèche chaude (Mars-Avril)
- **Période 3** : elle correspond au début de la saison des pluies (Mai-Juin)
- **Période 4** : c'est la période de pleine saison de pluie et correspond aux mois de juillet à octobre.

Au cours des périodes P3 et P4 la contrainte spatiale est importante du fait que l'accès à la zone agricole n'est pas encore possible, les cultures installées depuis le mois de mai-juin n'étant pas encore récoltées. Dans la mesure du possible, un suivi mensuel a été effectué pendant ces périodes.

Les premières récoltes de maïs ont lieu fin octobre-début novembre et peu à peu l'espace agricole devient accessible. Pour les périodes P1 et P2, chaque troupeau a été suivi une fois. Au total 7 troupeaux (3 à Ouara et 4 à Torokoro) ont été régulièrement suivis. Deux critères ont prévalu au choix des troupeaux : chaque système d'élevage (transhumant, sédentaire) est représenté par 1 troupeau. La dispersion géographique des quartiers a amené à choisir 2 troupeaux d'agropasteurs à Torokoro. Un troupeau à Ouara et 3 à Torokoro ont été suivis de façon occasionnelle. Les suivis ont été effectués sur l'espace pastoral des sédentaires et quelques circuits ont été réalisés dans les lieux de transhumances ou de délocalisation des troupeaux.

De fortes variations ont été observées dans l'effectif des troupeaux suivis et plus particulièrement chez les éleveurs transhumants dont une partie du troupeau est envoyée en transhumance pendant une partie de l'année.

Les suivis à Ouara se sont effectués de mars 2001 à Octobre 2002. A Torokoro, par contre, ils ont eu lieu entre janvier 2002 et octobre 2002. Mais dans l'ensemble, les circuits couvrent les principales périodes auxquelles il était impératif d'effectuer des observations. J'ai personnellement effectué certains suivis quand la période coïncidait avec mes séjours au Burkina Faso. Pendant mes absences dont, la durée moyenne a été de 4 mois, les suivis ont été réalisés par un technicien de mon programme de recherche (GRN-SP-Ouest).

3.1.2 Mise en œuvre pratique

Durant une journée entière, de la sortie du parc le matin au retour au parc en fin de journée, le berger est accompagné sur son circuit du jour. Plusieurs paramètres sont notés au cours de la journée.

Positionnement des animaux

La localisation du troupeau sur le territoire est approchée par la notation de la position (longitude, latitude) du troupeau toutes les 15 minutes à l'aide d'un GPS (Global Positioning System). La durée de 15 minutes est un compromis pour permettre d'effectuer toutes les observations indispensables.

Rythme d'activité

A chaque relevé de position du troupeau, l'activité du troupeau est notée et la proportion du troupeau se livrant à la dite activité est évaluée. Pour l'estimation de cette proportion, une échelle de 1 à 4 a été adoptée : (1 = environ 25% ; 2 = environ 50% ; 3 = 75% ; 4 = 100%).

Les activités observées sont :

- la prise alimentaire (P)
- le déplacement (D)
- le repos (R)
- l'abreuvement (A)

Comme animaux en activité de prise alimentaire, on considère tous ceux qui ne sont pas au repos et qui ne font pas que se déplacer. Les espèces consommées sont

notées, quelquefois avec l'aide du berger qui fournit les noms en langue vernaculaire.

Le milieu fréquenté

Le type de milieu fréquenté (culture, jeunes jachères, savane, forêt claire, bas-fond) est noté. Cette information est également obtenue sous SIG à l'aide du croisement des circuits et de l'occupation des terres.

L'étalement du troupeau

La forme du troupeau est un indicateur précieux de son fonctionnement spatial. Il reflète le comportement des animaux, l'intervention du berger, la structure de l'espace et l'état des ressources (LECRIVAIN *et al.*, 1993). Du fait de la très mauvaise visibilité des animaux dans ces formations mixtes, l'observation de la forme du troupeau a consisté à évaluer visuellement son étalement latéral.

L'état du pâturage

Il est jugé visuellement en observant le degré d'exploitation des strates herbacées et ligneuses. Trois niveaux d'intensité d'exploitation sont retenus pour la strate herbacée : pâturage intense (touffe à ras et absence de talles florifères) ; moyennement pâturé (touffe à mi-hauteur, avec ou sans talles florifères) ; peu ou pas pâturé (touffe presque entière avec présence de talle florifère). L'état d'émondage des ligneux fourragés est également noté selon la sévérité de l'émondage.

3.2 Quantification de la fréquentation animale

Au cours du circuit journalier, le troupeau traverse plusieurs faciès de végétation. Certains ne sont utilisés que pour le déplacement. D'autres sont privilégiés pour le repos. La prise alimentaire, enfin, n'a lieu que sur des faciès particuliers. La connaissance des modalités d'utilisation du territoire agropastoral englobe, non seulement la cartographie des faciès de végétation explorés au cours d'un circuit journalier, mais également la quantification de la densité de pâturage. En effet, en raison de l'hétérogénéité des surface pastorales, les prélèvements des animaux et, par conséquent, la pression de pâturage (densité de pâturage) sont susceptibles de varier dans d'importantes proportions d'une zone à l'autre (LECLERC *et al.*, 1979 ; BALNT & GIBON, 1996 ; MEURET, 1989 ; GUERIN *et al.*, 1994).

3.2.1 Le choix d'une approche analytique sous SIG

La question générale qui intéresse toute modélisation du déplacement des troupeaux est formulée par BALENT (1993) à savoir : « pendant un temps donné, combien d'animaux se livrant à une activité donnée sont-ils passés en chaque point du territoire pâturé ». Différentes tentatives de modélisation de l'utilisation de l'espace par les ruminants ont été entreprises. Elles se heurtent toutes aux difficultés liées à la prise en compte de multiples variables (BALENT, 1993). La tâche est rendue encore plus difficile pour les systèmes pastoraux loin des situations du ranching où tous les paramètres peuvent être contrôlés. Le logiciel CARPAT développé par l'INRA (BALENT, 1993) permet de quantifier, pour une période donnée, la pression de pâturage qui s'exerce sur un territoire à végétation hétérogène. Trois types d'indice sont calculés :

- l'indice de fréquentation qui dépend du nombre total d'animaux présents et de la vitesse d'exploration du territoire ;
- l'indice d'activité de pâturage correspondant à un indice de fréquentation dans lequel l'importance du troupeau (nombre total d'animaux) varie en fonction de l'activité de pâturage des animaux ;
- l'indice de prélèvement qui est un indice d'activité de pâturage pondéré par les besoins énergétiques des animaux que le pâturage est supposé couvrir.

L'utilisation d'un tel logiciel demande des données dont nous ne disposons pas, en particulier les données zootechniques sur les besoins des troupeaux qui nécessiteraient un suivi de l'alimentation du troupeau. Cependant, les auteurs définissent une base méthodologique pour approcher le problème.

Actuellement, l'avènement d'outils comme le GPS, qui permet de localiser géographiquement un objet à partir de n'importe quel point du globe et le développement du SIG, autorisent d'autres types de traitements. Nous avons développé avec la société Geodimensions, une application Arcview qui spatialise les circuits. L'application utilise les paramètres suivants, collectés au cours des suivis :

- l'activité du troupeau : les trois activités principales ont été considérées : la prise alimentaire (P), le déplacement (D), le repos (R). L'activité d'abreuvement assez furtive et se déroulant à des endroits dont la localisation change peu, n'a pas été prise en compte ;

- le nombre d'animaux se livrant à l'activité exprimé en pourcentage : (exemple : 75% en prise alimentaire et 25% en déplacement) ;
- la durée de l'activité notée à un intervalle de temps constant de 15 minutes ;
- la surface occupée par le troupeau.

3.2.1.1 Zone d'influence potentielle d'un circuit (Figure 13)

Le circuit est matérialisé sous forme de successions de points GPS. A chaque point est associée une table attributaire qui contient les informations sus-mentionnées (activité, nombre d'animaux, durée de l'activité). La zone d'influence correspond à l'aire probable que le troupeau peut explorer au cours de son activité. Cette aire dépend des formes successives que peut prendre le troupeau au cours de la journée. La forme du troupeau est très dynamique. Elle est influencée par de nombreux facteurs liés au troupeau (taille, structure d'âge, état sanitaire), au milieu (modèles du relief, hétérogénéité et densité du couvert de la végétation, conditions météorologiques), aux interventions du berger. Pour d'autres objectifs (probabilité de présence d'animaux autour des points de contact avec des glossines), une largeur de 500 m à 2 km a été retenue par de LA ROCQUE *et al.* (2001) en fonction d'un double critère de taille du troupeau et de la distance parc-point d'eau.

Les terroirs étudiés sont peu modelés et la véritable contrainte pour le berger est d'éviter les parcelles cultivées. Par expérience, le berger est tenu de tenir le troupeau à au moins 50 m des parcelles sous peine de se voir chasser. Au cours de quelques suivis, l'étalement des troupeaux a été estimé. Une valeur moyenne a été retenue en fonction de la taille du troupeau :

- 20 mètres pour les troupeaux de moins de 30 têtes,
- 50 mètres pour les troupeaux de plus de 100 têtes ; les unités de conduite dépassent rarement 100 têtes.

L'application crée à partir du thème de point, un nouveau thème de polygone des « buffers » ou bandes autour des points. Les activités ont été échantillonnées à un intervalle de temps régulier. Dans la réalité, entre deux prises de position ponctuelle du troupeau, plusieurs activités intermédiaires se déroulent. Pour restituer cette continuité dans le temps et l'espace, des activités du troupeau, deux principes d'agrégation des polygones ont été appliqués :

- lorsque des points se suivent et ont un même attribut, un polygone commun est créé pour l'ensemble de ces points.
- Quand deux points se suivent et n'ont pas le même attribut, la valeur du polygone généré prend la valeur du polygone de départ. En d'autres termes l'activité notée à T1 est sensée se dérouler jusqu 'au temps T+15 mn à partir duquel commence une autre activité. Cela conduit à exclure des activités très ponctuelles et très localisées dans l'espace, comme l'abreuvement.

La figure 13 schématise le principe de spatialisation des circuits :

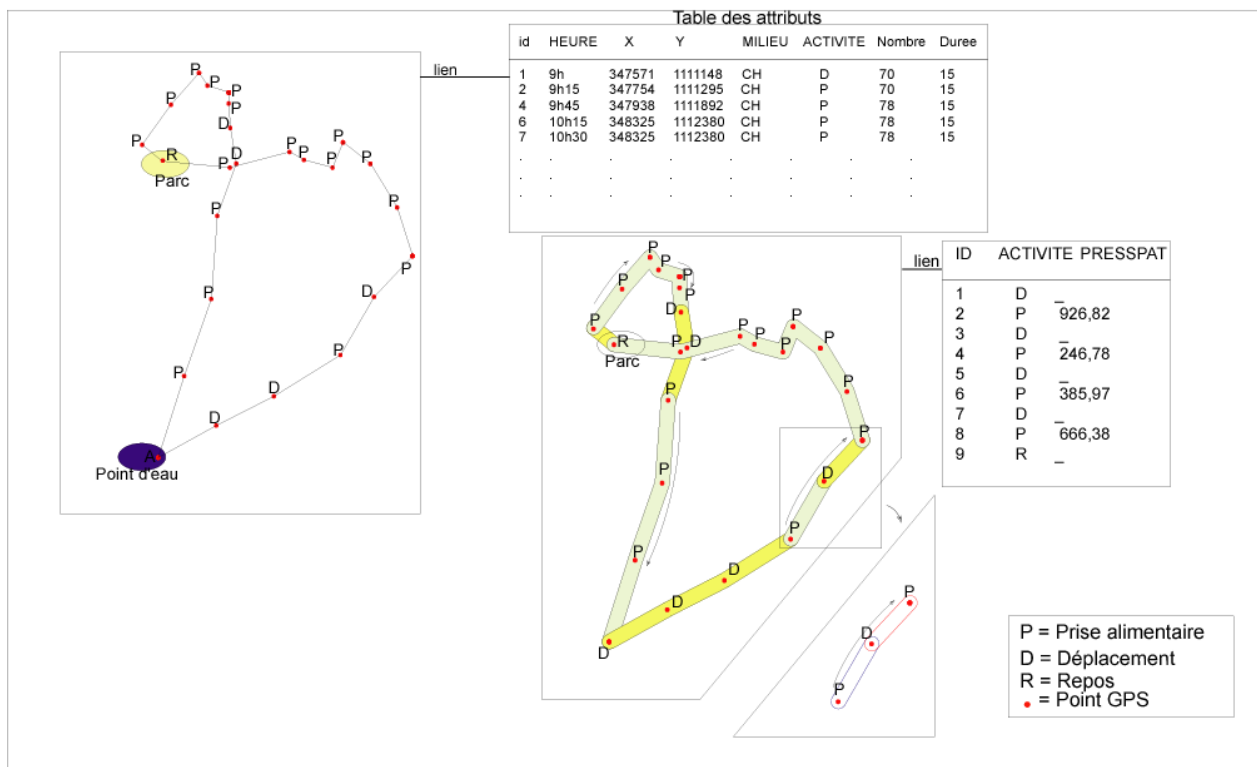


Figure 13: Exemple de modélisation spatiale d'un circuit de pâturage

3.2.1.2 *Pression de pâturage*

Le calcul de la pression de pâturage (presspât) consiste en la transformation des données des activités au pâturage en densité d'animaux pâturant par minute et par hectare. Deux méthodes de calcul ont été utilisées. Elles sont inspirées des travaux de SAIDI (1998) sur la modélisation de l'espace pâturé par des chevaux et utilisent toutes deux des scripts ou programmes.

3.2.1.3 *L'indice de fréquentation*

L'indice de fréquentation est le résultat de la transformation de la présence du troupeau dans une entité spatiale du paysage. La pression de pâturage (presspât) est calculée en temps de fréquentation de chaque faciès. Cette première analyse part de la logique suivante : la pression subie par un faciès de végétation est en rapport avec la charge (nombre d'animaux) et le temps passé sur le faciès. Le principe de la méthode a consisté à compter, pour chaque entité spatiale du paysage, le nombre de points GPS qui y sont positionnés. Les points sont convertis en temps. Chaque point a été pris dans un intervalle de 15 mn. La deuxième étape consiste à multiplier le résultat par le nombre d'animaux vus pâturant et à diviser par la surface occupée. Un indice de fréquentation en pourcentage est ainsi calculé pour chaque entité spatiale.

La formule suivante est appliquée pour le calcul de la pression de pâturage à l'intérieur de chaque polygone.

$$\text{Presspât} = \sum^n (\text{nb}_{(\text{individus})} * \text{durée de pâturage}_{(\text{minutes})}) / \text{Surface pâturée}_{(\text{hectares})}$$

3.2.1.4 *L'indice d'utilisation*

La logique est, qu'en plus de la présence du troupeau, il faut considérer la prise alimentaire, donc les prélèvements. Le même principe de calcul que dans l'approche précédente est adopté, mais uniquement sur les polygones (ou amibes troupeau) des prises alimentaires. Le calcul fait intervenir trois paramètres :

- le nombre d'animaux pâturant : quand deux points de même attribut se suivent, le nombre d'animaux pâturant à chaque point est additionné pour donner une densité animale globale à appliquer au polygone

- le temps passé par le troupeau en convertissant le nombre de points GPS en minutes. Chaque point GPS correspondant à une durée théorique de 15 minutes pour l'activité. Le même principe que pour le nombre d'animaux est appliqué quand plusieurs polygones se suivent et ont le même attribut.
- La surface occupée qui correspond à la zone d'influence du troupeau.

L'analyse se fait en plusieurs étapes. Le résultat final de toutes ces transformations est une carte des pressions de pâturage en densité d'animaux pâturant par minute et par hectare.

Progression des analyses (figure 14)

Le croisement des couvertures des circuits saisonniers par le biais d'une union spatiale, fournit pour chaque troupeau un bilan annuel (soit 5 à 7 couvertures par éleveur). L'information obtenue pour chacun des éleveurs, soit en moyenne 24 couvertures, permet de créer une nouvelle couverture de polygones. Chaque polygone résultat (issu des croisements des couvertures) ne récupère pas la totalité des valeurs attributaires des polygones initiaux (polygone père). De nouveaux attributs sont recalculés. L'opération consiste à multiplier le taux surfacique de chaque polygone résultat (surface convertie en hectares) par les attributs thématiques du (ou des) polygone-père dont il est issu. La valeur obtenue est ensuite divisée par la surface totale du (ou des) même polygone père.

La formule suivante traduit la procédure :

Presspat	=	presspat du (ou des) *	surface en hectare	/	Surface en hectare
du		polygone-père	du		du
polygone-résultat		dont il est issu	polygone résultat		polygone-père

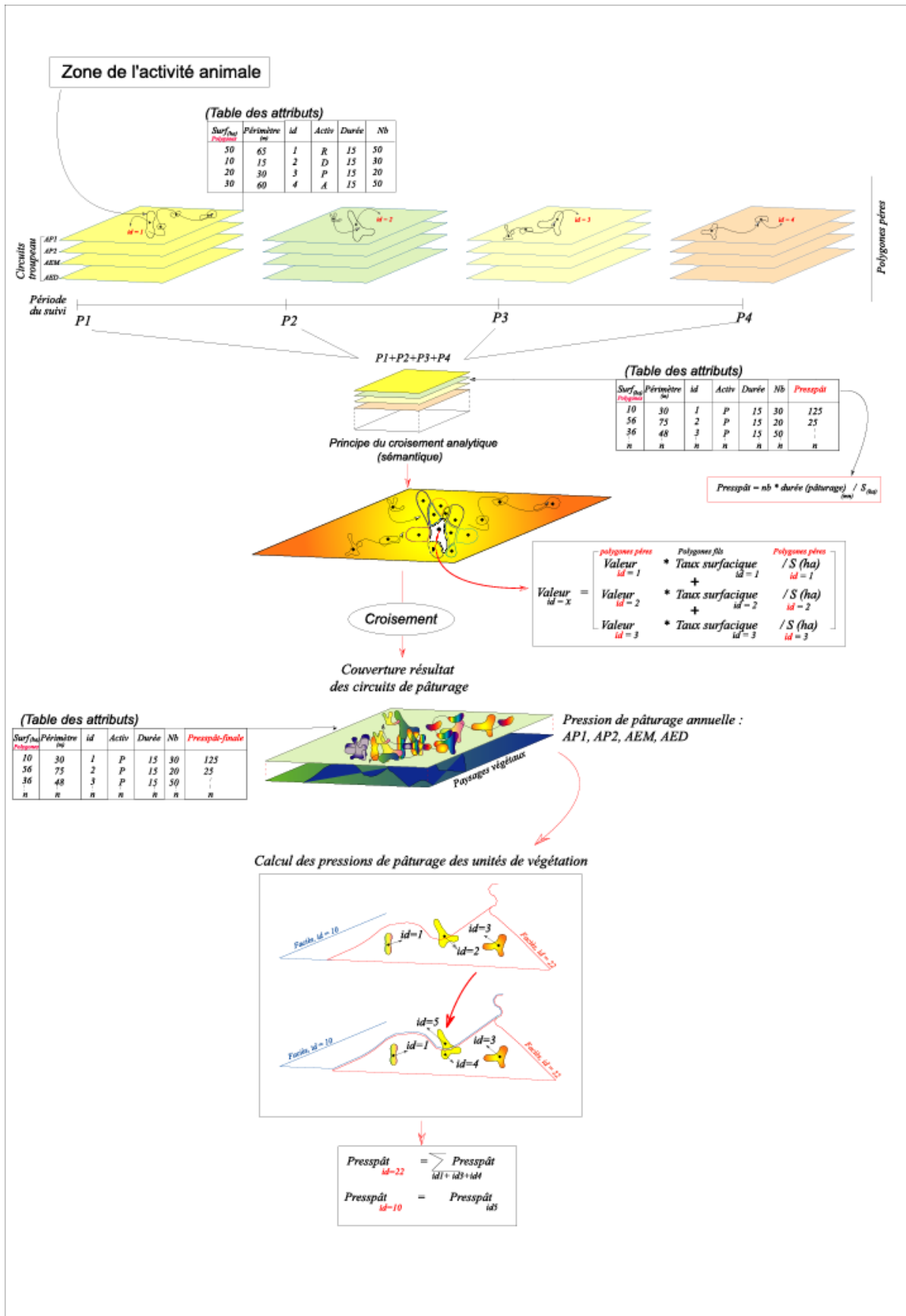


Figure 14 : Organigramme général d'une cartographie analytique

3.2.1.5 Les limites de notre méthode de modélisation

Elles tiennent d'abord au faible nombre de troupeaux suivis (7 troupeaux) et à l'approche adoptée pour l'échantillonnage des activités du troupeau au pâturage. Il a fallu trouver un compromis entre un échantillonnage lourd demandant une logistique humaine et matérielle dont ne disposions pas et une méthode plus légère qui comporterait quelques insuffisances. Entre deux prises de position du troupeau, dont le rythme a été fixé à 15 minutes, des séquences d'activité ne sont pas notées. Un rythme de notation moins long aurait certes donné de meilleurs résultats, mais il était humainement insupportable pour un seul observateur dont l'attention doit être maintenue durant tout le temps passé au pâturage (soit souvent près de 10 heures d'affilée).

Pour ce qui concerne la modélisation de l'utilisation de l'espace, le poids de l'animal n'est guère pris en compte. Seul le nombre d'animaux se livrant à une activité donnée est considérée. La méthode ne tient pas compte des besoins des animaux devant être satisfaits par le pâturage. Entre deux prises de position du troupeau, sa trajectoire est considérée comme rectiligne. Ce qui n'est pas le cas.

**Chapitre 4 : PAYSAGES VEGETAUX ACTUELS ET
EVOLUTION DEPUIS 1956**

1 LES PAYSAGES VEGETAUX ACTUELS

1.1 Typologie des groupements végétaux pâturés

L'ensemble des relevés de végétation a été soumis à une Analyse Factorielle de Correspondance (AFC). L'objectif est de regrouper les relevés en fonction de leurs affinités sur une base purement floristique. On obtient une typologie des groupements végétaux, c'est-à-dire un groupe d'espèces fréquemment associées en fonction de conditions écologiques particulières. Un tableau croisé relevés x espèces, exprimant l'abondance et la dominance de chaque espèce dans le relevé, est soumis à l'AFC, puis à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

1.1.1 Principe adopté pour les traitements

Le paysage, dont l'image est fixée sur une photographie aérienne, est de prime abord physionomique. C'est le paysage perçu par l'éleveur. Il y conduira ou pas son troupeau. Un couvert ligneux trop fermé peut présenter un risque trypanosomien pour le bétail. Les éleveurs le savent bien. Des paysages présentant de tels caractéristiques seront donc « évités ». Pour faire ressortir cet aspect physionomique du paysage, les analyses ont été faites avec la liste des espèces ligneuses. Ce choix est motivé par le fait que c'est la présence des ligneux (leur abondance ou leur absence) qui marque la physionomie des paysages (CESAR, 1992 ; TOUTAIN, 1999). Selon ces auteurs, les arbres et arbustes ont également une valeur d'indicateurs écologiques intéressante, du fait que leur population réagit à des tendances de changements à long terme de facteurs environnementaux. Nous avons également privilégié les traitements en abondance-dominance pour mettre en exergue des unités physionomiques qui soient assez proches des unités cartographiées : le paysage perçu.

Après chaque AFC, une classification ascendante hiérarchique (CAH) est effectuée pour aider au partitionnement des groupes.

Tous les traitements ont été effectués avec le logiciel statistique SPAD.

Des traitements successifs ont été effectués pour affiner au fur et à mesure la discrimination des groupes. Une première analyse est faite à partir d'une matrice des deux terroirs (137 relevés et 105 espèces). La figure 15, montre qu'il existe quelques

groupements communs à l'ensemble des deux sites mais pour l'essentiel, il y a une opposition entre les deux sites. Ce premier résultat conduit à faire des traitements séparés pour chacun des terroirs afin de minimiser l'effet terroir.

Une première analyse de chacun des terroirs fait ressortir les principaux groupements végétaux. Ceux-ci, déterminés surtout par les espèces **caractéristiques**, ont un fond d'espèces communes, dites compagnes, qui peuvent être localement abondantes et donner lieu à des faciès. Le faciès est une notion physionomique. Elle est une combinaison de la formation végétale et de l'espèce dominante (FLAHAUT, 1901 ; GODRON *et al.*, 1968). Afin de mettre en évidence ces faciès, une deuxième analyse est effectuée avec chacun des groupes pris séparément. Elle est faite avec une nouvelle matrice construite uniquement avec les espèces ligneuses dominantes.

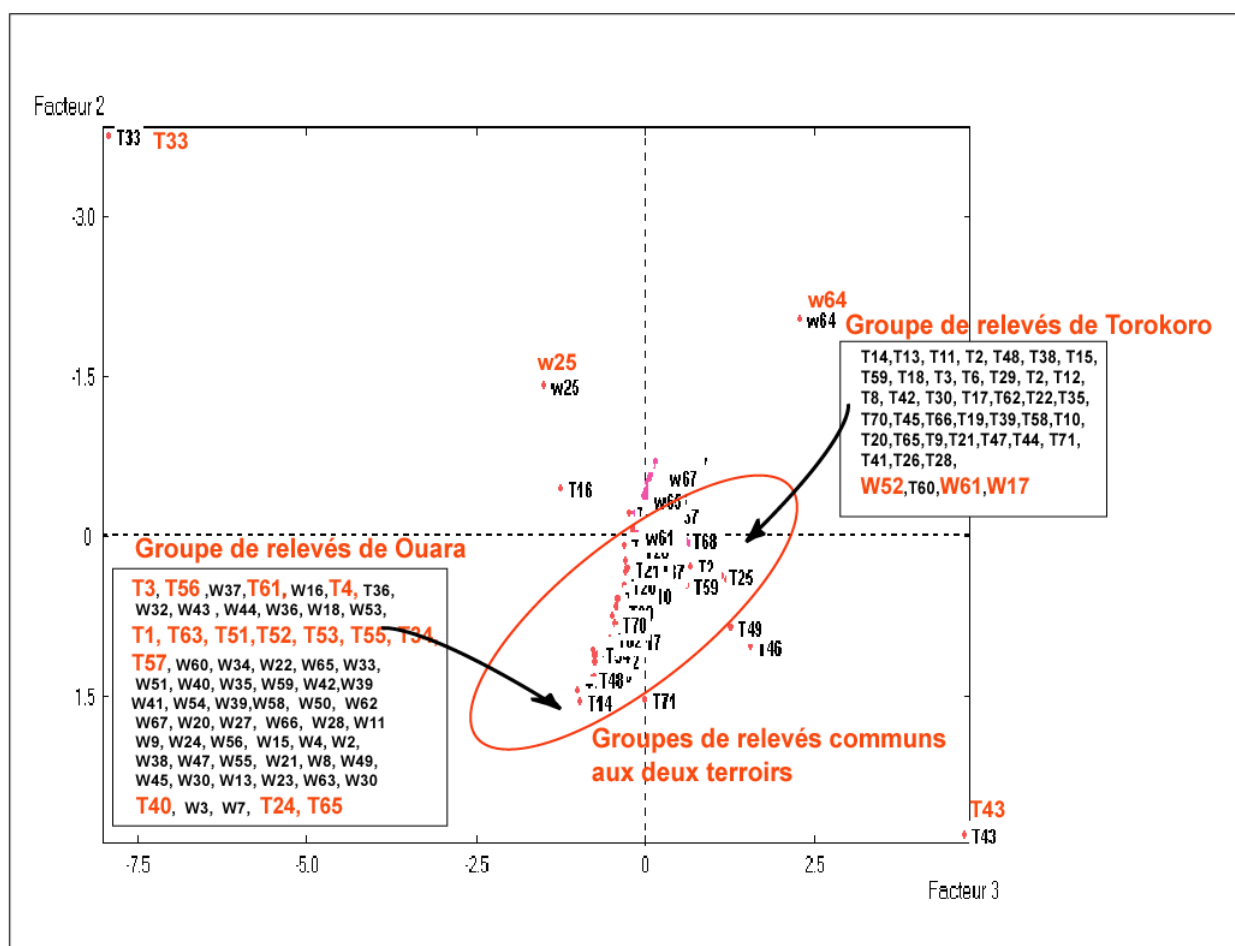


Figure 15 : Analyse globale sur l'ensemble des relevés des deux terroirs (137 relevés x 105 espèces)

1.1.2 Les groupements végétaux du terroir de Ouara

La première analyse (Figure 16) porte sur une matrice de 67 relevés et 77 espèces ligneuses.

1.1.2.1 Première étape : séparation des groupements principaux

Les trois premiers facteurs, ou axes, absorbent 29,26% de l'inertie soit respectivement 11,45% pour le premier, 11,16 % pour le second, 6,65% pour le troisième.

L'examen du plan factoriel 1 et 2, montre que deux relevés (W25 et W64) s'individualisent assez nettement par rapport à un groupe qui s'agrège à proximité de l'origine.

Le relevé W25 est effectué dans une dépression assez dégradée et le relevé W64 sur une cuirasse latéritique (bowal). Les espèces *Mitragyna inermis* (Mit), *Terminalia macroptera*, *Entada abyssinica* et *Acacia macrostachya*, *Combretum micranthum* sont celles qui apportent le plus d'information au premier axe. Le premier groupe d'espèces caractérise les milieux humides temporairement inondés. *Mytragyna inermis* est indicatrice d'hydromorphie du milieu (CESAR,1992).

Le deuxième groupe, quant à lui caractérise, les cuirasses latéritiques indurées appelées bowé.

La projection des relevés par rapport au facteur 1 et 3, individualise un autre relevé : W13. Ce relevé a été effectué sur une cuirasse où cependant la végétation est plus développée que sur les bowés, dont la végétation typique est représenté par le relevé W64. On peut toutefois considérer que ces deux relevés relèvent des formations sur affleurements de cuirasse.

La prise en compte du troisième axe améliore la dissociation des groupements. Mais pour l'essentiel, les relevés restent toujours agrégés près de l'origine. Cet axe oppose les relevés des formations arborées, effectuées sur les démantèlements cuirassés, aux relevés des bowés.

Il semblerait que la représentation obtenue soit celle qui de règle dans ce type de traitement (RITTER, 1969 cité par LACOSTE & ROUX, 1971). Selon ces auteurs, la première analyse aboutit à la discrimination de groupes d'objets (individus, relevés, etc.) les plus individualisés et entraîne la concentration sur l'origine de l'ensemble des objets dont le degré d'individualisation est inférieur, concentration d'autant plus accusée que la localisation des premiers est plus excentrique.

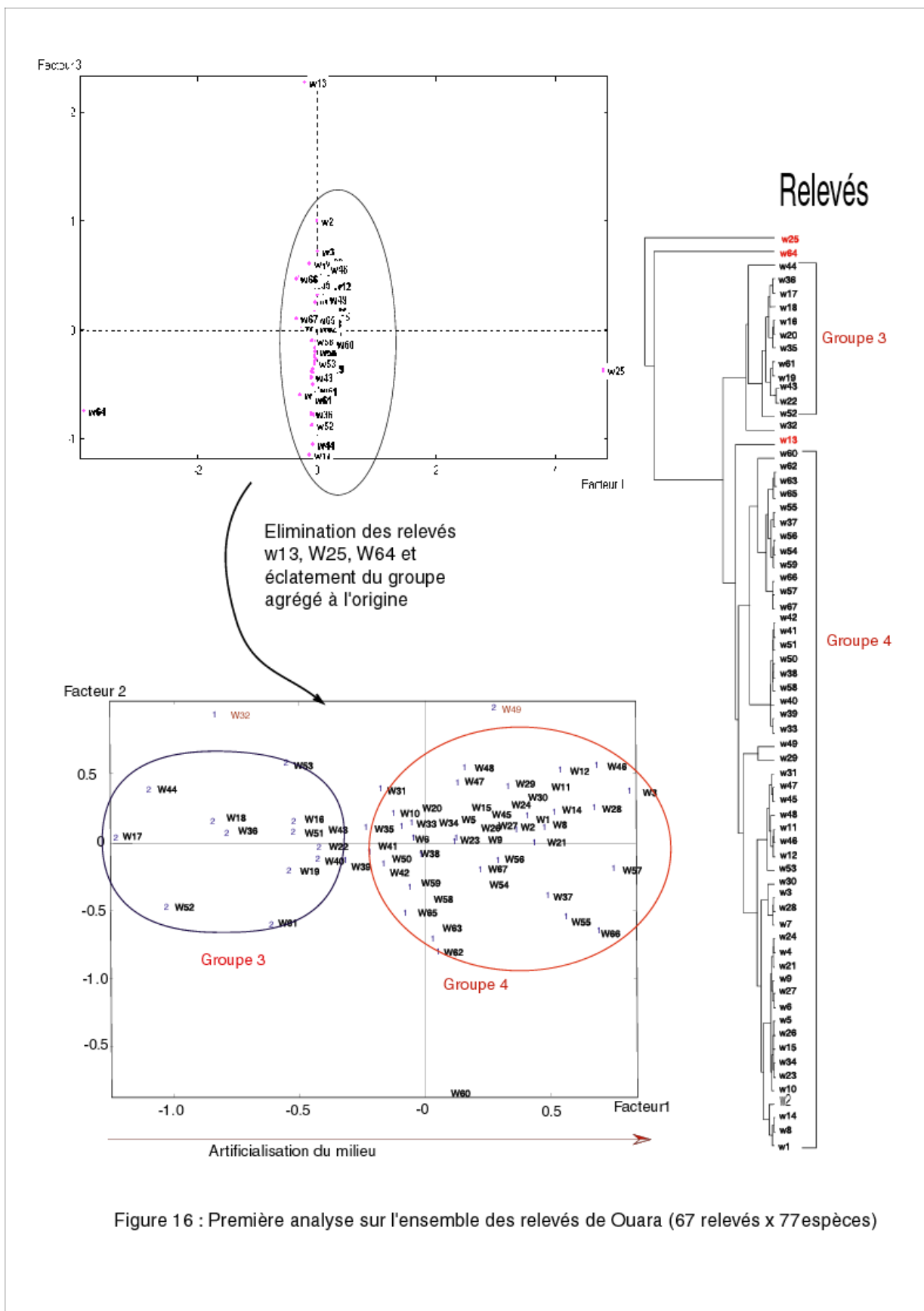


Figure 16 : Plan factoriel 1-3 (67 relevés X 77espèces)

Les trois relevés, qui représentent deux groupements déjà bien individualisés sont retirés de l'analyse afin de mieux éclater le groupe agrégé à l'origine.

Suite à la deuxième analyse, deux groupements supplémentaires sont retenus.

Au total, quatre groupes de relevés sont identifiés à partir de cette première analyse :

- **Groupe 1** : les groupements végétaux des dépressions et bas-fonds représentés par le relevé W25
- **Groupe 2** : les groupements végétaux des affleurements cuirassés (relevés W64 et W13)
- **Groupe 3** : Les groupements végétaux sur épandage gravillonnaire et des démantèlements cuirassés (14 relevés)
- **Groupe 4** : Les groupements végétaux post-cultureux (50 relevés).

Le tableau 7 résume les caractéristiques des 4 groupements.

Le groupe 4 a été soumis à une deuxième analyse avec les espèces ligneuses dominantes afin de mettre en évidence d'éventuels faciès à l'intérieur de ce groupe.

La matrice analysée comporte 50 relevés et 23 espèces.

1.1.2.2 Deuxième étape : séparation des faciès post-cultureux

Les groupements post-cultureux (figure 17) constituent l'essentiel de la végétation de Ouara : plus de 75% des relevés. Il s'agit de jachères d'âges échelonnés dont la composition floristique dépend non seulement de l'âge de mise en jachère mais surtout des pressions anthropiques qu'elles subissent.

Ces groupements sont représentés sur une large gamme de sol, allant des sols à texture sablo-limoneux à des sols à texture sablo-gravillonnaire et même gravillonnaire par endroit.

Dans la strate arborée, en général assez ouverte (10-25%), se rencontrent : *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Burkea africana*, *Prosopis africana*, *Azalia africana*.

La strate arbustive peut être exceptionnellement importante, de l'ordre de 50 à 75% de recouvrement. On rencontre fréquemment les espèces suivantes dans cette strate : *Detarium microcarpum*, *Pteleopsis suberosa*, *Terminalia laxiflora*, *Piliostigma thonningii*.

Tableau 7: Groupements végétaux identifiés et leurs caractéristiques

Groupement végétal	Nombre de relevés (%)	Espèces ligneuses caractéristiques	Espèces fréquentes	
			Ligneuses	Herbacées
Savane arborée à boisée des zones dépressionnaires	1	<i>Mitragyna inermis</i>	<i>Terminalia macroptera</i> <i>Piliostigma thonningii</i>	<i>Cyperus sp</i> <i>Brachiaria sp</i>
Savane arbustive sur affleurement de cuirasse	3	<i>Acacia macrostachya</i> <i>Combretum micranthum</i>	<i>Lanea acida</i> <i>Pterocarpus erinaceus</i>	<i>Loudetia togoensis</i> <i>Andropogon pseudapricus</i>
Savane arborée à boisée sur démantèlement de cuirasse	21	<i>Isoberlinia Doka</i> <i>Azelia africana</i>	<i>Crossopteryx febrifuga</i> <i>Detarium microcarpum</i> <i>Isoberlina doka</i> <i>Burkea africana</i>	<i>Andropogon asciodis</i> <i>Elionurus pobeguinii</i> <i>Panicum phragmitoides</i>
Savane post-culturale	75	<i>Piliostigma thonningii</i>	<i>Burkea africana</i> <i>Vitellaria paradoxa</i> <i>Piliostigma thonningii</i> <i>Detarium microcarpum</i>	<i>Panicum phragmitoides</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Andropogon asciodis</i> <i>Schizachyrium exile</i>

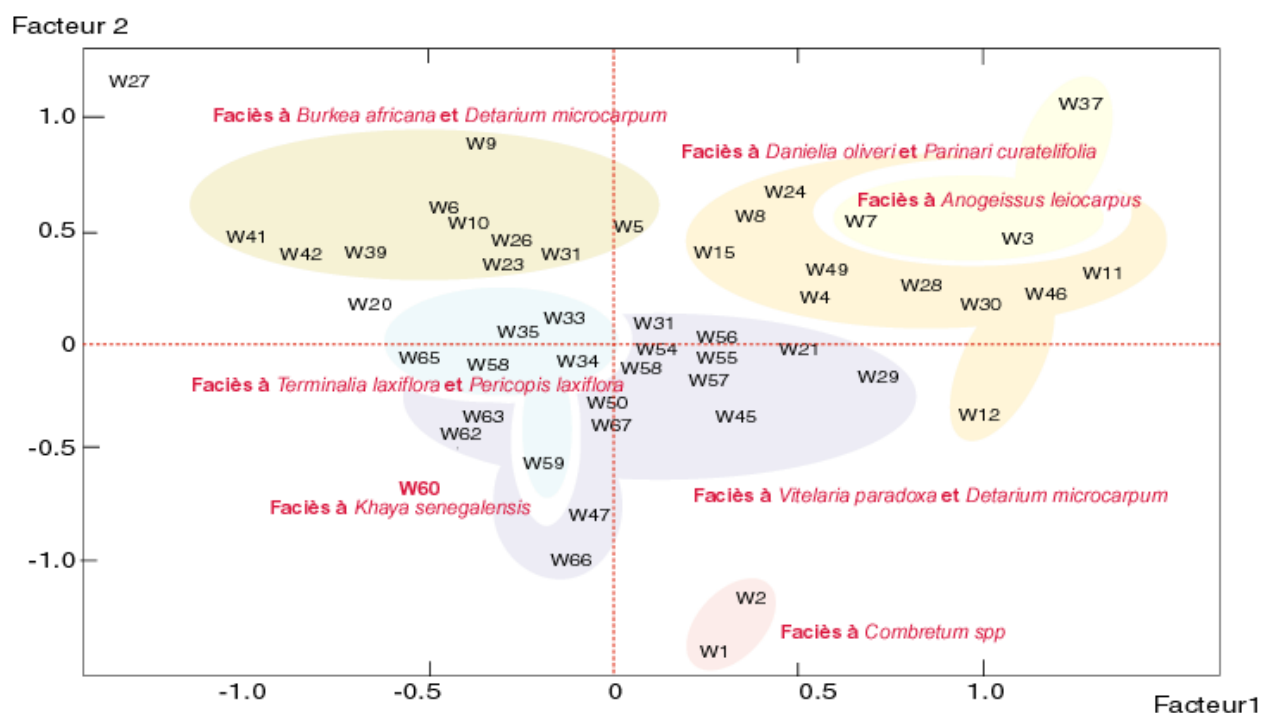


Figure 17 : Plan factoriel du groupe 4 : groupements post-cultureux

Sept faciès ont été identifiées à partir des ligneux dominants :

- faciès à *Combretum spp.* (5% des relevés)
- faciès à *Parinari curatellifolia* et *Danielia oliveri* (39% des relevés)
- faciès à *Khaya senegalensis* (2% des relevés)
- faciès à *Terminalia laxiflora* et *Pericopsis laxiflora* (11% des relevés)
- faciès à *Burkea africana* et *Detarium microcarpum* (20% des relevés)
- faciès à *Anogeissus leiocarpus* (5% des relevés)
- faciès à *Vitellaria paradoxa* et *Piliostigma thonningii* (18% des relevés).

Le tapis graminéen qui accompagne ce groupement est, dans 54%, des cas constitué de graminées annuelles. On rencontre, cependant, quelques faciès dominés par des graminées vivaces souvent surexploitées.

1.1.3 Les groupements végétaux du terroir de Torokoro

La matrice analysée comporte 70 relevés et 129 espèces (Figure 18).

1.1.3.1 Première étape : séparation des groupements végétaux

Les trois premiers facteurs expriment 34,2% à l'inertie totale.

Le plan factoriel 1 et 2 dégage 3 groupes de relevés qui s'individualisent assez bien, exceptés quelques relevés à cheval entre les groupes.

- **Le groupe 1** rassemble des relevés effectués dans les savanes arborées à arbustives à *Vitellaria paradoxa*, qui sont toutes des jachères en voie de reconstitution.

- **Le groupe 2** regroupe les relevés des formations des forêts sèches à *Anogeissus leiocarpus* qui se développent aussi bien dans les zones dépressionnaires bordant les bas-fonds que sur les versants.

- **Le groupe 3**, quant à lui, est constitué de relevés effectués dans les forêts claires à *Isobertia doka*. Cette formation subit, comme l'ensemble des formations précédentes, des pressions pastorales à des degrés divers. Elle a la particularité de n'avoir pas été défrichée de mémoire d'homme.

Le premier facteur oppose les relevés des stations à caractère forestier du fait de conditions édaphiques particulières (inondation temporaire ou sol frais dû au recouvrement ligneux important) aux relevés sur sols bien drainés.

Le second facteur marque l'opposition entre les précédentes formations à caractères forestiers précédents et les jachères en voie de reconstitution, marquées par le stade à *Andropogon gayanus*.

Le facteur 3, quant à lui, oppose les jeunes et moyennes jachères à *Andropogon gayanus* dominant, aux relevés où cette espèce commence à disparaître. *Andropogon asciodis* la remplace, marquant le stade de stabilisation dans la reconstitution de la strate herbacée. Cet axe traduit « **l'évolution de la végétation** »

Trois groupes suggérés par la CAH ont été retenus

- **Groupe 1** : Savanes arborées à arbustives à *Vitellaria paradoxa* : 30 relevés. Les espèces caractéristiques de ce groupe sont : *Vitellaria paradoxa*, *Andropogon gayanus*, *Parinari polyandra* et *Terminalia laxiflora*. Ce sont tous des groupements végétaux post-culturels.
- **Groupe 2** : 13 relevés. Ils ont été effectués dans des forêts sèches qui se localisent aux abords des zones inondables et également sur terres exondées. Les espèces caractéristiques sont : *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia polyacantha* et *Mitragyna inermis*.
- **Groupe 3** : 27 relevés . Ce sont des relevés de forêts claires à *Isobertia doka*. Ce groupe est caractérisé par les espèces suivantes : *Isobertia doka*, *Isobertia dalzielli*, *Pericopsis laxiflora*, *Monotes kerstingii*, *Uapaca togoensis*, *Ximenia americana* et les graminées *Andropogon asciodis* et *Schizachyrium sanguineum*.

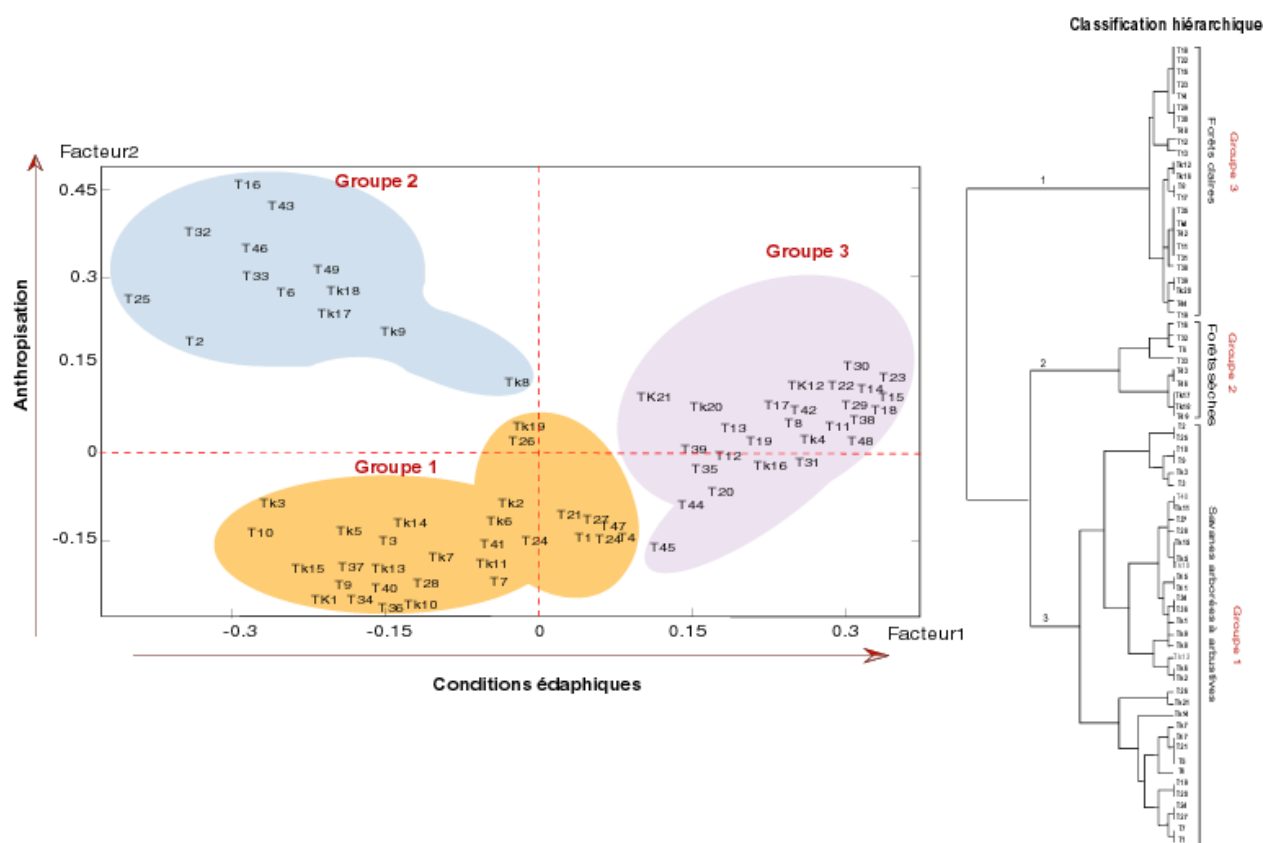


Figure 18 : Projection de l'ensemble des 70 relevés sur le plan factoriel 1-2

1.1.3.2 Les faciès post-cultureaux

Le groupe 1 représentant les groupements post-cultureaux et comportant 30 relevés, a été soumis à une deuxième analyse (Figure 19). Trois faciès ont été identifiés dans ce groupe :

- faciès à *Danielia oliveri* et *Terminalia macroptera* dans les bas de versant,
- faciès à *Maranthes polyandra* et *Terminalia laxiflora*,
- faciès à *Terminalia laxiflora* et *Detarium microcarpum*

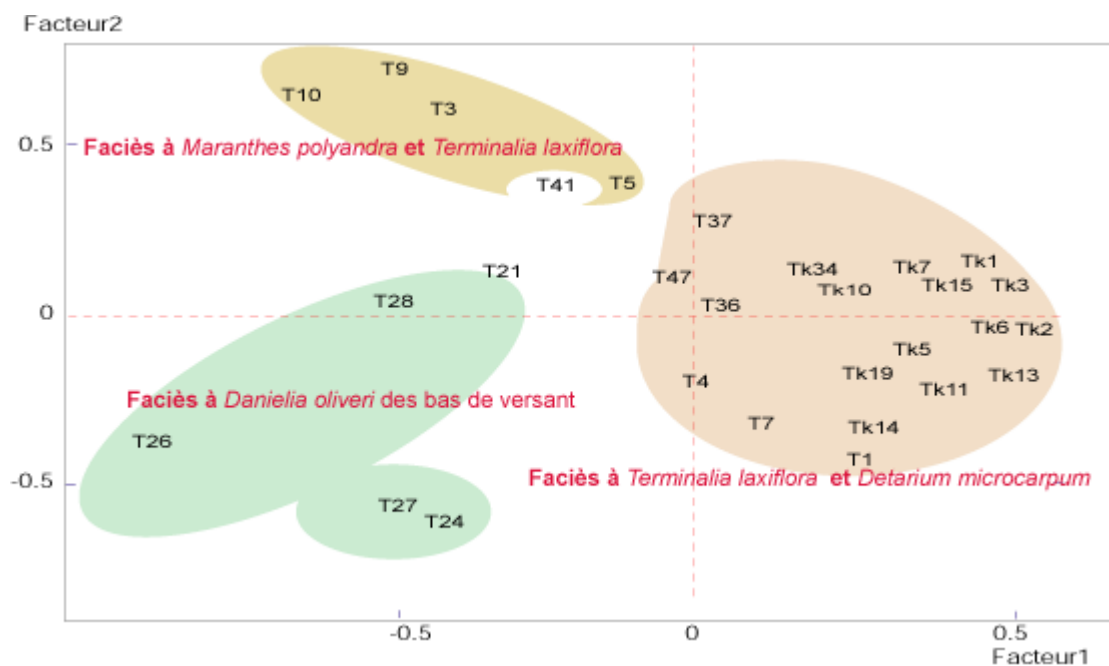


Figure 19 : Plan factoriel des groupements post-cultureux

1.1.4 Description des groupements végétaux

Les différents groupements mis en évidence par AFC, sont décrits en utilisant la terminologie de la classification de Yamgambi de 1956 (AUBREVILLE, 1957 ; SCHNELL, 1971). Selon cette classification, les couverts végétaux de la zone relèvent des formations mixtes forestières et graminéennes qui comprennent les savanes et les forêts claires. Cette classification se base essentiellement sur la hauteur, la morphologie et le recouvrement du couvert ligneux.

Les forêts claires sont définies comme des formations ouvertes, c'est-à-dire dont les cimes sont plus ou moins jointives. Elles possèdent une strate graminéenne parfois peu dense ou en mélange avec une autre végétation herbacée et suffrutescente.

Les savanes comportent une strate herbacée supérieure continue qui influence une strate inférieure, auxquelles s'ajoute ou non un peuplement ligneux, plus ou moins important. La subdivision entre ces savanes tient non seulement compte de l'importance de cette strate (recouvrement), mais également du type morphobiologique (arbres ou arbustes). La distinction entre arbres et arbustes repose sur la taille, mais également le port. Les arbustes ont une taille inférieure à huit mètres et sont souvent ramifiés vers la base. Quant aux arbres, leur taille dépasse huit mètres et développent un tronc principal dépourvu de ramification jusqu'à une certaine hauteur.

Les paysages végétaux que l'on rencontre dans les deux terroirs étudiés appartiennent pour l'essentiel aux formations savaniques classées en 5 catégories qui sont :

- les forêts claires : ligneux > 8 m (couvert de 70-90%)
- les savanes boisées : ligneux > 8 m (couvert de 20-70%)
- les savanes arborées : ligneux > 8m (couvert de 2-20%)
- les savanes arbustives : ligneux < 8m (couvert de 2-70%)
- et les savanes herbeuses : ligneux < 8 m (couvert de 0-2%).

Quelques formations forestières représentées par les forêts sèches sont également présentes. Toutes ces savanes comportent un grand nombre d'espèces communes. Certaines ont une existence liée à la nature du substrat, et sont très localisées dans le paysage (cas des formations forestières et des bowés).

1.1.4.1 Les forêts claires (photo 1)

La forêt claire à *Isobertinia doka*, une grande Césalpiniacée qui atteint 15 m de hauteur, est dans les classifications phytogéographiques proposées par plusieurs auteurs (BEGUET, 1937 ; ADJANOHOUN & AKE ASSI, 1967 ; SCHNELL, 1976a ; WHITE, 1983 ; GUINKO, 1984) la formation naturelle qui recouvre le nord de la Côte d'Ivoire et le sud du Burkina. Dans le contexte de la région où l'homme incendie annuellement la végétation, cette formation est considérée comme un pseudo-climax imposé par le passage fréquent des feux. La végétation climacique de ces régions serait plutôt une forêt sèche semi-décidue.

Trois faciès, correspondant à des tendances édaphiques particulières peuvent être distingués (POILECOT, 1991 ; CESAR, 1992) :

- un faciès à *Monotes kerstingii*, qui s'observe sur les sols sableux ou sablo-argileux issus des granites, et où *Monotes kerstingii*, arbre de taille moyenne, devient abondant ;
- un faciès à *Vitellaria paradoxa*, sur les sols bruns ou ferrallitiques argileux ou argilo-sableux ;
- un faciès à *Pericopsis laxiflora* sur les sols gravillonnaires ou sur les cuirasses démantelées.

Dans le terroir de Torokoro, la forêt claire se rencontre dans des situations topographiques assez larges, du haut de versant à la mi-versant, sur des sols gravillonnaires à sablo-gravillonnaire avec souvent des blocs de cuirasses en haut

de pente, à sablo-limoneux voire limono-sableux et même limono-argileux sur les versants. On retrouve même quelques individus dans les bas de versants, domaine des savanes arborées à *Danielia oliveri*. Dans la strate ligneuse haute, à recouvrement compris entre 30 et 60%, *Isoberlinia doka* est souvent accompagnée de *Isoberlinia dalzielii* ou de *Azelia africana*. Dans la strate arbustive se rencontrent fréquemment les espèces : *Monotes kerstingii*, *Pericopsis laxiflora*, *Upuaca togoensis* et *Ximenia americana*.

Au niveau des herbacées, les espèces *Andropogon ascinodis*, *Schizachyrium sanguineum* et *Hyparrhenia spp.* sont toujours présentes. Quand la cuirasse est importante, *Loudetia simplex* devient abondant.

Ce sont les formations de prédilection pour la culture de l'igname quand elles poussent sur des sols profonds. La superficie qu'elles occupent a beaucoup régressé et les faciès les plus fréquents sont ceux à *Pericopsis laxiflora* et à *Monotes kerstingii*.

1.1.4.2 Les savanes arborées

En dehors des savanes parcs, les savanes arborées dans lesquelles on ne recense que des arbres sont peu courantes. On convient que ce type de formation comporte des arbres et arbustes disséminés dans le tapis graminéen. Il se dégage cependant de l'ensemble, une formation ligneuse haute dont le recouvrement est peu important. En fonction de la densité des ligneux, on distingue les savanes arborées claires et les savanes arborées denses. A Torokoro, c'est la formation la plus importante en terme de superficie occupée. Trois faciès se rencontrent dans les terroirs étudiés.

Les savanes arborées à *Vitellaria paradoxa* (photo2)

Elles occupent les versants à sols limono-sableux à sablo-limoneux. Ce sont toutes des jachères d'âge varié. Le karité (*Vitellaria paradoxa*), dont les fruits sont consommés et la noix transformée en beurre, fait partie des rares espèces épargnées lors des défrichements. Après l'abandon des cultures, l'espèce marque les paysages agraires. La composition floristique dépend surtout du temps écoulé depuis la dernière mise en culture, mais probablement aussi d'autres paramètres tels que les conditions édaphiques locales et les pressions anthropiques diverses.

Dans les jachères les plus récentes, *Andropogon gayanus*, *Sorghastrum bipennatum* et *Brachiaria spp.* sont les espèces les plus abondantes. Avec le temps, d'autres

espèces prennent le relais : *Andropogon asciodis*, *Diheteropogon hagerupii*, *Schizachyrium sanguineum*, *Loudesiopsis scaete* et de divers *Hyparrhenia*.

Dans la strate arborée ouverte (10-25% de recouvrement), *Vitellaria paradoxa* est toujours présent. Il est quelquefois accompagné par d'autres arbres tels *Afzelia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Danielia oliveri*.

La strate arbustive peut être presque inexistante, donnant lieu à des formations arborées claires très typiques à *Vitellaria paradoxa*. Dans la plupart des cas, les arbustes sont présents avec un recouvrement variable.

Les savanes arborées à *Danielia oliveri* (photo4).

Arbre majestueux de 15 à 20 m de hauteur, *Danielia oliveri* se rencontre un peu partout dans la savane. Il colonise les bas de pentes à sol profond, en bordure des zones de drainage, où il est quelquefois associé à *Khaya senegalensis*.

Les savanes arborées à *Terminalia macroptera*

Elles occupent les zones dépressionnaires à sols limono-argileux. Les peuplements monospécifiques sont rares dans la région. L'espèce est souvent associée à *Danielia oliveri* et à *Mitragyna inermis*.

1.1.4.3 Les savanes boisées

Elles sont définies comme des formations où arbres et arbustes forment un recouvrement important. La distinction avec les savanes arborées denses est souvent délicate. On rencontre essentiellement deux faciès.

La savane boisée à *Isoberlinia doka*

Elle colonise les zones de démantèlements cuirassés. Ces savanes sont fréquentes dans le sud du terroir de Ouara. Quelques faciès ont également été observés à Torokoro. Même si *Isoberlinia doka* caractérise cette formation, la physionomie du peuplement est tout à fait différente de celle des forêts claires du sud du pays.

La strate arborée est assez ouverte. Par contre, le recouvrement des arbustes est beaucoup plus important, donnant l'aspect boisé à ces formations avec un recouvrement ligneux global dépassant les 30%. Parmi les arbres, *Isoberlinia doka* et *Burkea africana* sont présents dans plus de 87% des relevés. Au niveau des arbustes, *Crossopteryx febrifuga*, *Detarium microcarpum* et *Pericopsis laxiflora* sont

présents dans plus de 70% des relevés. Ce sont des pâturages riches en fourrage ligneux avec la présence de ligneux fourragers tels le *Pterocarpus erinaceus* et *Afzelia africana* dans plus de 64% des relevés. Le tapis herbacé est surtout composé de graminées pérennes telle *Andropogon ascinodis* présent dans plus de 78% des relevés. La forte utilisation pastorale favorise le développement de graminées peu consommées telles *Panicum phragmitoides* et *Elionurus pobeguinii*.

La savane boisée à *Burkea africana*.

C'est une formation assez courante à Ouara. Elle occupe des sols plus ou moins gravillonnaires. La composition du tapis herbacé est identique à celles des savanes boisées à *Isoberlinia doka*. On rencontre également le même fond d'espèces ligneuses, à la différence que *Isoberlinia doka* ne figure plus dans la liste des espèces.

1.1.4.4 Les savanes arbustives

Les arbustes rencontrés dans cette formation ont tous tendance à avoir un caractère envahissant. Le recouvrement ligneux est quelquefois assez dense, comme c'est le cas à Ouara, donnant lieu à des savanes arbustives denses. Toutes ces savanes arbustives ont un fond commun d'espèces. Seule change la dominance de l'une ou l'autre. Trois faciès ont été identifiés :

- la savane arbustive à *Maranthes polyandra*,
- la savane arbustive à *Terminalia laxiflora*,
- la savane arbustive à *Detarium microcarpum*.

La savane arbustive à *Detarium microcarpum* (photo 3) est très fréquente dans les paysages de Ouara. Elle est par contre moins représentée à Torokoro. L'arbuste de 8 à 10 m de haut, une Césalpinacée, serait indicateur de sols appauvris (AUDRU, 1977). C'est une espèce à écologie assez large mais, on la retrouve préférentiellement sur sols gravillonnaires à squelettiques et sur sols ayant un horizon d'arrêt à faible profondeur (moins de 1 m). Son pouvoir drageonnant est très important et en l'absence de concurrence du tapis herbacé, cet arbuste devient dominant. Il peut former des peuplements denses et éliminer toute la strate herbacée.

En outre, dans ces savanes, les espèces telles que *Piliostigma thonningii*, *Pteleopsis suberora*, *Vitellaria paradoxa* sont également très fréquentes.

1.1.4.5 Savane herbeuse des bowés

Cette savane se caractérise par l'absence ou la très faible présence d'arbres ou d'arbustes. Elle occupe de faibles surfaces, sur les sols latéritiques à cuirasses indurées appelés bowal (bowé au pluriel) ou dans les dépressions hydromorphes.

La strate herbacée se compose essentiellement de graminées annuelles : *Loudetia togoensis*, *Andropogon pseudapricus*, *Loudetiopsis kerstingii*. Par endroit, là où l'épaisseur du sol est un peu plus importante, *Loudetia simplex*, une graminée vicace, apparaît.

1.1.4.6 Les formations de type forestiers

Forêts sèches à *Anogeissus leiocarpus*

Elles occupent de faibles superficies et se présentent sous forme d'îlots isolés en situation de bas de pente bordant les drains et les bas-fonds. Elles se rencontrent également sur quelques versants. Cette formation est décrite par POILECOT (1995) comme relevant des formations forestières floristiquement appauvries dérivant des forêts semi-décidues. Elle peut indiquer également les anciens emplacements des villages (CESAR, 1992).

La strate ligneuse, constituée en partie de grands arbres forme un recouvrement quasi continu très peu propice au développement de la strate herbacée. En plus de *Anogeissus leiocarpus* très caractéristique de ces formations, on rencontre des espèces telles que *Adansonia digitata*, *Parkia biglobosa* et, fréquemment, *Acacia polyacantha*, *Khaya senegalensis*, *Lannea barteri*.

La strate herbacée est peu développée. Quelques graminées y trouvent cependant des conditions favorables à leur développement : *Beckeropsis uniseta*, *Pennisetum pedicellatum*. La production de biomasse dans ce type de formation est très faible

1.1.4.7 Les galeries forestières

Les abords du lit mineur des drains sont occupés par une végétation assez fermée, caractérisée par des espèces qui supportent une inondation plus ou moins prolongée : *Mitragyna inermis*, *Berlinia grandiflora*, *Morelia senegalensis*, *Vetiveria nigritiana*, *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia rufa*.

Photo 1 : Forêt claire à *Isoberlinia doka* et *Monotes kerstingii*



Photo 2 : Savane arborée sur versant à *Vitellaria paradoxa*



Photo 3 : Savane arbustive à boisée à *Detarium microcarpum*



Photo 4 : Savane arborée des vallées à *Danielia oliveri*



2 EVOLUTION DES PAYSAGES

Les terroirs de Ouara et Torokoro sont vastes : 7 500 ha pour le premier et 16 500 ha pour le second. La reconnaissance des limites a été faite en se servant de prises de vues aériennes, des cartes existantes (cartes topographiques au 1/20 000), du GPS et avec l'aide de guides villageois délégués par le chef de terre. Il ne s'agit nullement de limites cadastrales. Cette délimitation circonscrit la maîtrise spatiale des villages et offre un espace dans lequel les évolutions peuvent être analysées.

Pour comparer l'organisation des paysages, différents indicateurs ont été utilisés :

- l'évolution des superficies des différentes unités paysagères,
- l'évolution de la fragmentation du milieu (nombre de taches ou d'entités),
- la diversité spatiale,
- la reconversion entre types d'occupations à travers la modélisation des transformations paysagères. Elle a nécessité l'écriture d'un programme qui s'exécute sous Arcview.

2.1 Evolution de la structure du paysage

Les évolutions paysagères, de 1956 à 1998, n'ont pas été accompagnées d'une très grande diversification du type d'occupation. Ce sont les mêmes unités paysagères que l'on retrouve d'une année à l'autre. Le plus grand changement concerne l'évolution des superficies occupées par chacune d'elles, leur dislocation en îlots de plus en plus nombreux ou au contraire leur coalescence, qui se traduit par une baisse du nombre d'îlots. L'analyse portera sur ces deux aspects quantitatifs, à savoir les surfaces et le nombre de taches.

2.1.1 Evolution des superficies des différentes unités paysagères

L'analyse porte sur les différents thèmes cartographiés, qui sont :

- l'emprise agricole,
- les formations savanicoles,
- les formations forestières,
- les formations anthropiques récentes,
- les formations artificielles (vergers).

2.1.1.1 Evolution du taux d'occupation agricole

L'occupation agricole ou emprise agricole, concerne les cultures et les jeunes jachères qui se confondent visuellement au parcellaire agricole. Elle est aisément analysable sur les PVA. Les formes régulières et la teinte claire des parcelles cultivées, ou récemment abandonnées, permettent une cartographie assez précise de ce thème. Le taux d'occupation des terres, dans sa définition stricte, exprime le rapport de la superficie cultivée à la superficie agricole utile (SAU) qui fait appel à l'aptitude agricole des sols (pente, profondeur, etc.). La mise en culture ne tenant souvent pas compte de cette aptitude, ce taux a été exprimé par le rapport entre les superficies occupées par les cultures (cultures, jeunes jachères) et la superficie totale du terroir. Il va sans dire que les valeurs calculées sous-estiment légèrement la pression foncière réelle, surtout pour le terroir de Ouara où les zones incultes (cuirasses, affleurements rocheux) sont plus importants.

La figure 20 montre les évolutions dans les deux terroirs. Les statistiques concernant 1976 et 1991 ont été extraites de la base de données cartographiques du projet « Fronts pionniers ». Il s'agit de cartographies à l'échelle régionale, réalisées à partir d'image SPOT.

Une emprise agricole ancienne et en voie de stabilisation à Ouara

L'évolution de l'emprise agricole montre deux phases. Insignifiante (moins de 1%) en 1956, elle augmente significativement dans les années 1970 avec les premières vagues de migrations de population dans ce terroir. Puis, on constate une augmentation des mises en culture après les années qui ont succédé à la sécheresse de 1984, à l'origine de nouveaux déplacements des populations en provenance des régions plus sèches du pays. En 1983, l'emprise agricole atteignait déjà 30% du terroir. Des dynamiques similaires sont constatées dans la plupart des zones cotonnières de l'ouest du Burkina Faso. Pour la même période, dans les zones cotonnières plus au nord, l'emprise agricole oscillait entre 14 et 25%. Dans la région de Houndé, GUIBERT (1988) évalue le taux d'occupation à 13,61%. DEVINEAU (1986) évaluait l'emprise agricole en 1983, à 25% dans la région de Ouarkoye et Daboura dans la vallée du Mouhoun.

L'évolution dans la décennie 1990 a été plus faible. En 1998, le taux d'occupation agricole est évalué à 44%.

Une emprise agricole récente mais très dynamique à Torokoro

A Torokoro, l'emprise agricole était dans l'ensemble faible jusqu'au début des années 1980, où elle atteignait 5% de la superficie totale du terroir. C'est à partir des années 1990, avec la translation des mouvements migratoires vers le sud de la région, qu'on observe une significative augmentation des taux de mises en culture. En l'espace d'une décennie, les mises en culture ont pratiquement doublé, passant de 11% à 21%, taux évalué en 1998.

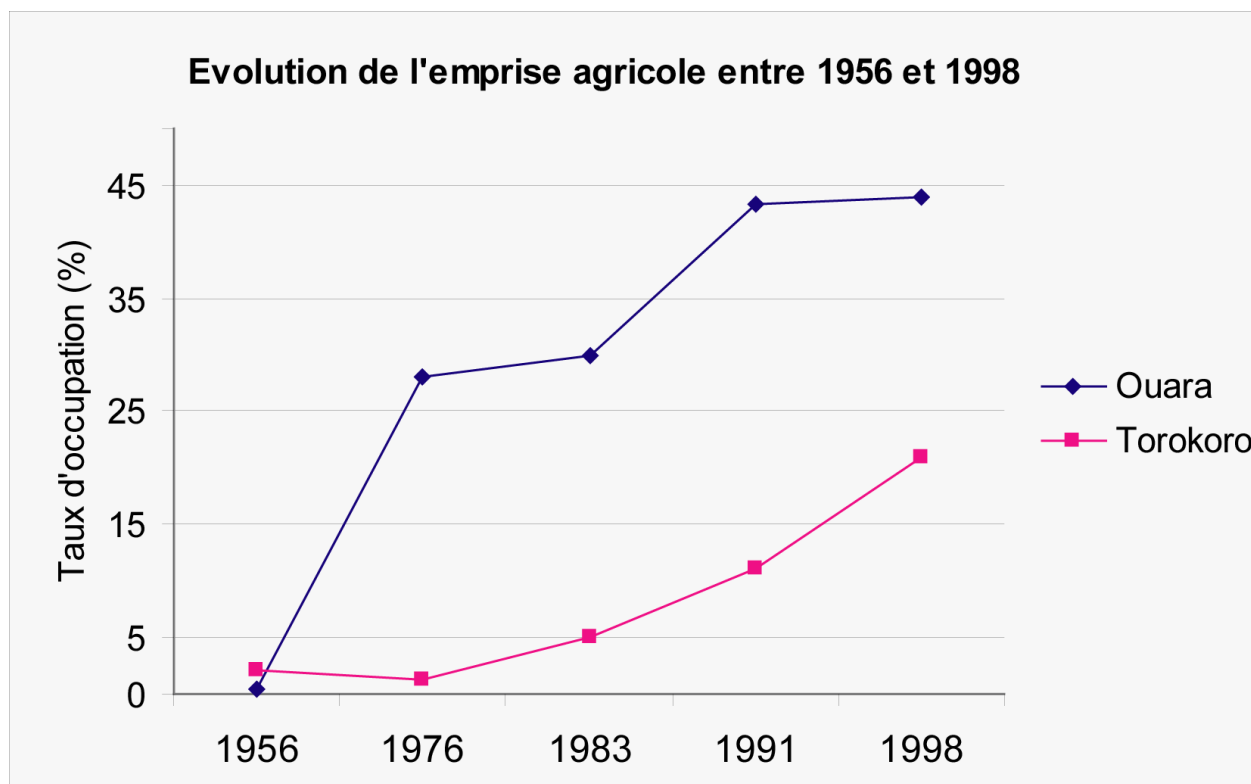


Figure 20 : Evolution de l'emprise agricole entre 1956 et 1998 à Ouara et Torokoro

2.1.2 Evolution des formations savaniques (figure 21)

2.1.2.1 Les végétations transformées

Elle correspondent, selon la terminologie de HOFFMAN (1985), à des formations qui ont été soumises dans un passé proche aux perturbations causées par l'homme (cultures, feu, pâturage), mais qui ont cependant eu le temps de se reconstituer en partie. Elles correspondent à des milieux régulièrement exploités par l'homme mais sans dégradation notable.

La carte des paysages de Ouara de 1956 montre que la savane arborée est la plus importante en terme de superficie et constitue le ciment du paysage. Il s'agit, selon la cartographie de TOUTAIN & DURAND (1978) de deux types de formations :

- les savanes arborées à boisées à *Azelia africana* sur versants sablo-gravillonnaires,
- les savanes arborées à boisées à *Vitellaria paradoxa* sur les versants des zones granitiques.

Quant aux formations boisées à recouvrement ligneux dense, elles s'observent surtout au sud et au nord-est du terroir. Ce sont des savanes arborées à boisées, à *Isobertinia doka* sur cuirasse démantelée ou à *Burkea africana* sur les épanchements gravillonnaires.

L'explosion des mises en culture s'est naturellement opérée au détriment de ces différentes savanes qui connaissent de ce fait une régression progressive au fil des coups de « daba¹ », puis de la charrue. Dans le meilleur des cas, la végétation actuelle est réduite à des paysages anthropiques que sont les savanes parcs (jachères d'âges échelonnés) qui ne comportent que les espèces ligneuses épargnées au cours des défrichements successifs. Les savanes les moins touchées sont celles situées au sud, sur les démantèlements de cuirasse.

Dans la partie nord du terroir, une savane arbustive dense s'est substituée, à partir de 1983, aux formations initiales à recouvrement ligneux faible. Il se développe dans cette partie un fort embuissonnement certainement préjudiciable à l'élevage.

A Torokoro, la végétation est, dans son ensemble, dense en 1956. Les savanes arborées qui, manifestement sont des jachères en cours de reconstitution, bordent le réseau hydrographique. Jusqu'en 1983, la superficie de ces formations évolue peu. Au fil des défrichements, elle domine en 1998 et occupe 61% des terres. Ce paysage a pris de l'importance au détriment des forêts claires.

¹ Sorte de houe traditionnelle utilisée pour travailler le sol

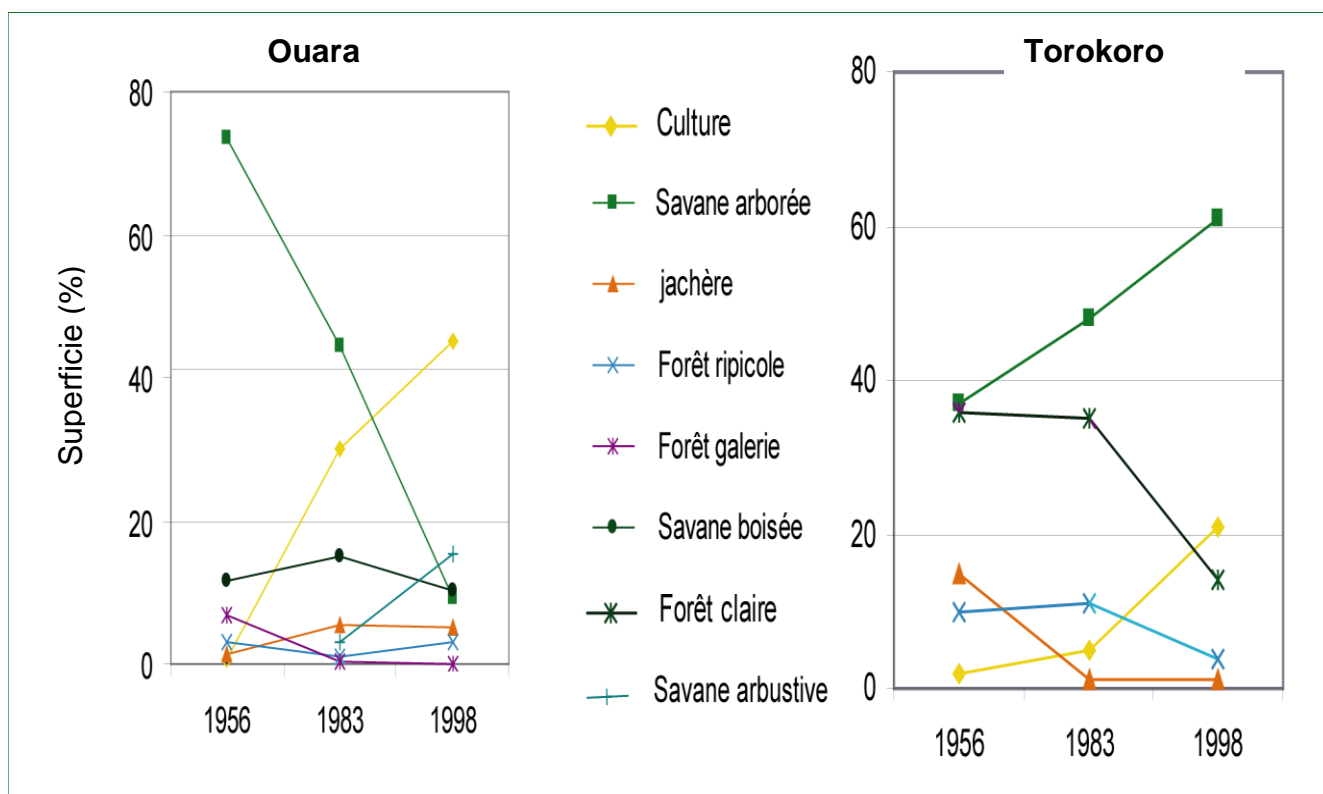


Figure 21 : Evolution des formations végétales dans les deux terroirs

2.1.2.2 La forêt claire

Cette formation est présente uniquement à Torokoro. Elle fait l'objet de défrichements effrénés pour l'installation de l'igname. Sa superficie est en diminution continue. Elle ne subsiste actuellement que sur les hauts de versants au sol peu profond. La superficie occupée par cette formation, qui avoisinait les 7 000 ha en 1956 a diminué moitié en 1998. Cette régression s'accompagne d'une part, d'une fragmentation des grands ensembles cartographiés en 1956, d'autre part, d'un changement important tant du point de vue de la structure que de la composition floristique des formations secondaires dérivées.

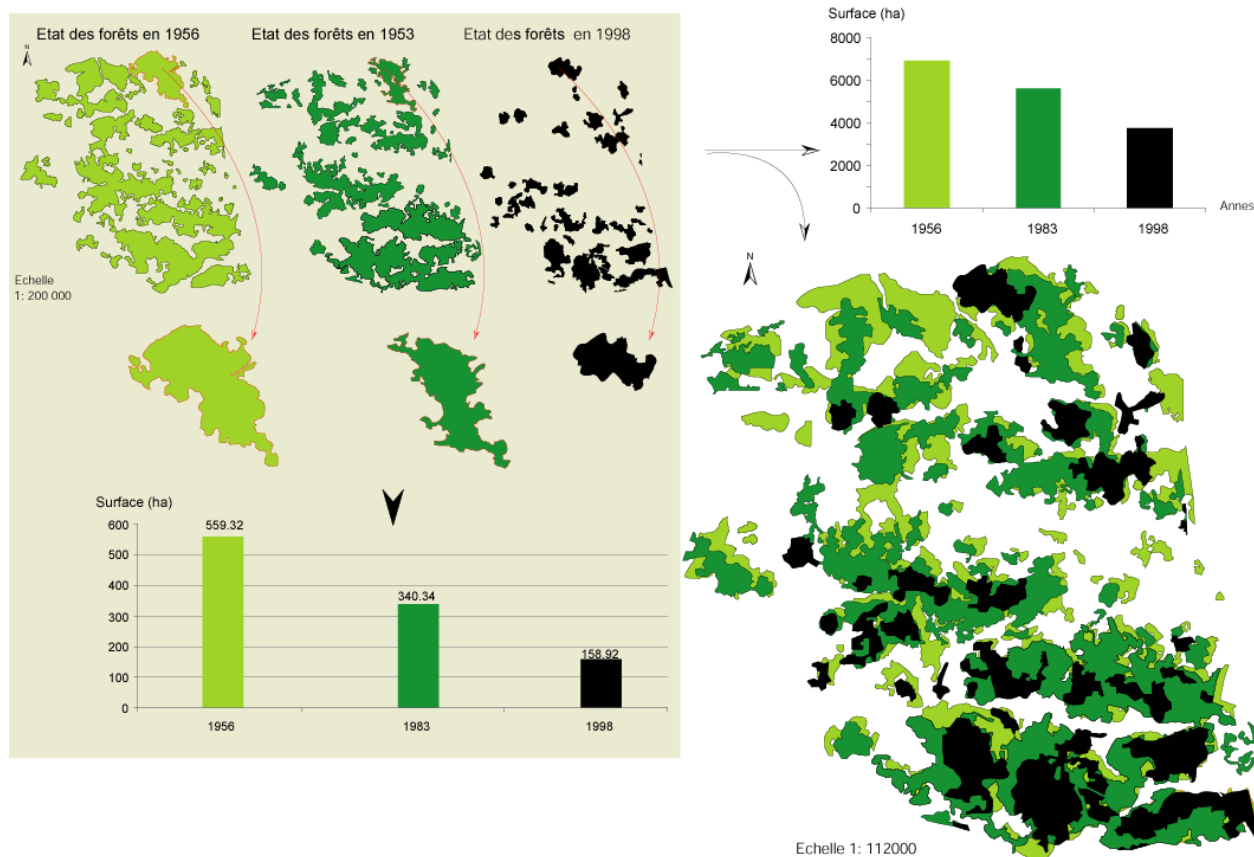


Figure 22 : Evolution des forêts claires à *Isoberlinia doka* entre 1956 et 1998

2.1.3 Les formations anthropiques récentes

Il s'agit des jachères d'âge moyen. Ces formations sont à un stade intermédiaire de reconstitution. Elles ont entre 5 et 10 ans. Les jachères les plus jeunes (moins de 5 ans) sont cartographiées avec le parcellaire agricole. Les plus anciennes se confondent avec les savanes environnantes. La cartographie de ce thème est malaisée à partir des produits de base qui ont été utilisés (PVA noir et balnc à l'échelle du 1/50 000). Les statistiques mentionnées sous-estiment largement l'importance de ces jachères dans le paysage.

En 1956, à Ouara, les jachères occupent à peine 1% des superficies. Elles sont localisées à côté des parcelles de culture, dans le bas glacis. Leur superficie est plus grande que celles des champs.

De 1983 à 1998, la proportion des jachères augmente. Elles atteignent 5% de l'occupation des terres. Toutefois, leur dimension régresse. Ces dernières années, par contre, on observe une réduction en nombre des jachères dû à la saturation

foncière du fait de l'accroissement démographique : 83% des 363 exploitations enquêtées en 1998 dans le cadre du projet Front pionnier ont déclaré ne plus pratiquer la jachère.

En 1956, les jachères occupaient environ 15% des terres à Torokoro et se localisaient à proximité des cultures. Les grandes parcelles de jachères, en comparaison aux parcelles agricoles, révèlent des cycles courts de mise en culture suivis de longues jachères. La cartographie de 1983 et de 1996, montre une forte baisse des superficies occupées par la jachère : à peine 1% des superficies. On ne peut parler pour le moment de saturation foncière pour ce terroir dont le taux d'occupation en 1998 n'était que de 21%. Le faible pourcentage des jachères dans le paysage s'explique, d'une part par la sous-estimation des superficies occupées par la formation du fait des difficultés d'interprétation du thème, et d'autre part, on peut aussi penser que la reconstitution de la végétation après défriche se fait assez rapidement, cicatrisant les traces de cette dernière.

2.1.4 Evolution des formations forestières

Dans les zones à inondation temporaire se développent des formations à *Mitragyna inermis* ou à *Terminalia macroptera*. Souvent contiguës à ces formations, se développent des galeries forestières à *Anogeissus leiocarpus* et *Acacia polyacantha*. Telles que cartographiées, les formations forestières regroupent toutes les formations qui bordent le réseau hydrographique et qui peuvent subir des inondations temporaires. Elles sont quelquefois très peu boisées. Il peut aussi s'agir de vraies galeries forestières (rangées d'arbres de largeur variable).

Dans l'ensemble, en 1956, cette ceinture de végétation présente une structure linéaire assez homogène dans les deux terroirs. A l'image des autres formations, les formations ripicoles connaissent d'importantes évolutions. La ceinture de végétation ligneuse a été déboisée donnant lieu à des savanes herbeuses, quand ce ne sont pas les champs et les jachères qui y sont implantés. Ces galeries forestières sont entrecoupées en de nombreux points donnant lieu à une structure en chapelet. A Ouara, cette formation a presque disparu du paysage à partir de 1983.

A Torokoro, les plages d'érosion pluviales aux abords du réseau hydrographique sont perceptibles sur les clichés. D'une manière générale, la dégradation de cette unité est à l'heure actuelle plus importante à Ouara qu'à Torokoro.

L'un des bas-fonds de Ouara est actuellement aménagé dans le cadre d'un projet de développement, pour développer la petite riziculture pluviale, ce qui va certainement créer une restriction pour l'accès au bétail.

2.1.5 Les formations artificielles : développement de l'arboriculture

L'arboriculture fruitière fait son apparition dans les deux terroirs, entre les périodes 1983-1998. Avant cette période, les plantations se limitaient à quelques pieds de manguiers (*Mangifera indica*) dans les concessions. A partir des années 1980, l'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) fait son apparition dans le terroir de Ouara où il est planté sur de petites surfaces. Plus tard, sous l'incitation des projets sectoriels tels les projets Anacarde et l'incitation de l'Etat à des campagnes de reboisements, d'autres spéculations sont venues suppléer l'*Eucalyptus camaldulensis*. Dans la partie nord du pays (le Sahel écologique), c'est le gommier (*Acacia senegal*) qui est proposé. Dans la zone soudanienne d'autres espèces utiles sont conseillées :

- le néré (*Parkia biglobosa*) dont la pulpe et la graine sont consommées, pulpe qui entre également dans des rations expérimentées pour l'élevage
- l'anacardier (*Anacardium occidentale*) est quant à lui exploité pour ses noix.

La recherche d'une rentabilité immédiate a fait préférer l'anacardier au néré, à croissance plus lente. Dans le département de Mangodara, dont relève Torokoro, la plantation de l'anacardier a connu un véritable « boom » depuis le début des années 1990. Elle bouleverse les assolements et les rotations. Actuellement, sur trois parcelles en cours d'exploitation, deux sont cultivées en association avec l'anacardier. Les rotations culturales sont chamboulées. Les paysans n'attendent plus la fin du cycle cultural qui durait 5-6 ans pour l'installer. Dès la première année de mise en culture, les pieds d'anacardiers sont plantés en même temps que l'igname qui vient en tête de rotation dans les cycles culturaux. Il se développe un réel système agro-forestier. Il est cependant à double tranchant : la densité des semis de pieds d'anacardier permet en culture manuelle, une exploitation de la parcelle durant 5 à 6 ans au plus. Après, l'ombrage provoqué par la culture oblige à l'abandon de la parcelle qui ne peut plus être exploitée en association avec des céréales. Actuellement, les parcs améliorés (orangers, anacardiers, mangueras) coexistent avec les parcs traditionnels à *Vitellaria paradoxa*, à la seule différence que l'accès au premier type de parc n'est plus autorisé pour l'élevage. Ces plantations

constituent des zones très sensibles, à l'origine de conflits entre agriculteurs et éleveurs.

La cartographie de 1998 a largement sous-estimé leur importance, du fait de leur association avec les cultures dans les 6 premières années. Une enquête que nous avons conduite auprès d'une soixantaine d'exploitations, montre que 40,5% des cultures céréalières se font en association avec l'anacardier. Les plantations pures en anacardier n'occupent que 5,7% des assolements.

Si, à Torokoro l'arboriculture s'est beaucoup développée au cours de ces dernières années, à Ouara, son importance est bien moindre, se limitant à quelques plantations de manguiers.

2.2 Evolution de la fragmentation des paysages

Comment les différents îlots d'un même type d'occupation des terres s'organisent-ils dans le paysage ? La question est abordée par l'analyse quantitative de la structure du paysage à travers les concepts de fragmentation et d'hétérogénéité.

Dans le jargon du SIG, ces îlots, entités ou taches sont désignés par le terme de polygone ou plus familièrement de « patate ». L'évolution de ce nombre qui caractérise la fragmentation du paysage, a été analysée par unité paysagère aux trois dates.

Le changement commun aux deux terroirs est l'explosion du parcellaire agricole entre 1983 et 1998. L'évolution du nombre d'entités s'accompagne également d'une augmentation de leur superficie moyenne. A Ouara, les cultures passent de 4 ha en 1956 à 21 ha en 1998. A Torokoro, les évolutions sont moindres : de 6 ha en 1956 à 12 ha en 1998. Les différents parcellaires ayant été agrégés au cours de la numérisation, il ne s'agit donc pas de parcelles individuelles. Mais cette tendance traduit le fait que les parcellaires sont de plus en plus jointifs.

Une évolution remarquable également à Ouara est le nombre d'entités de jachère.

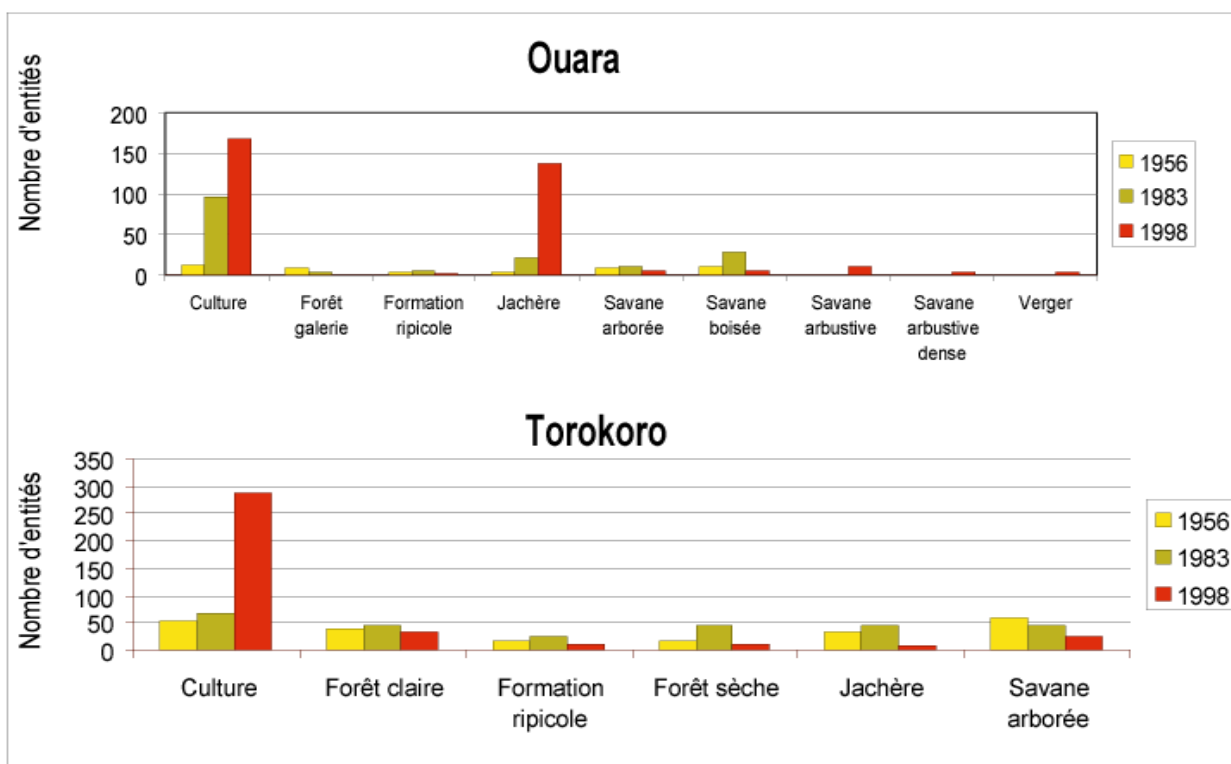


Figure 23 : Evolution du nombre d'entités

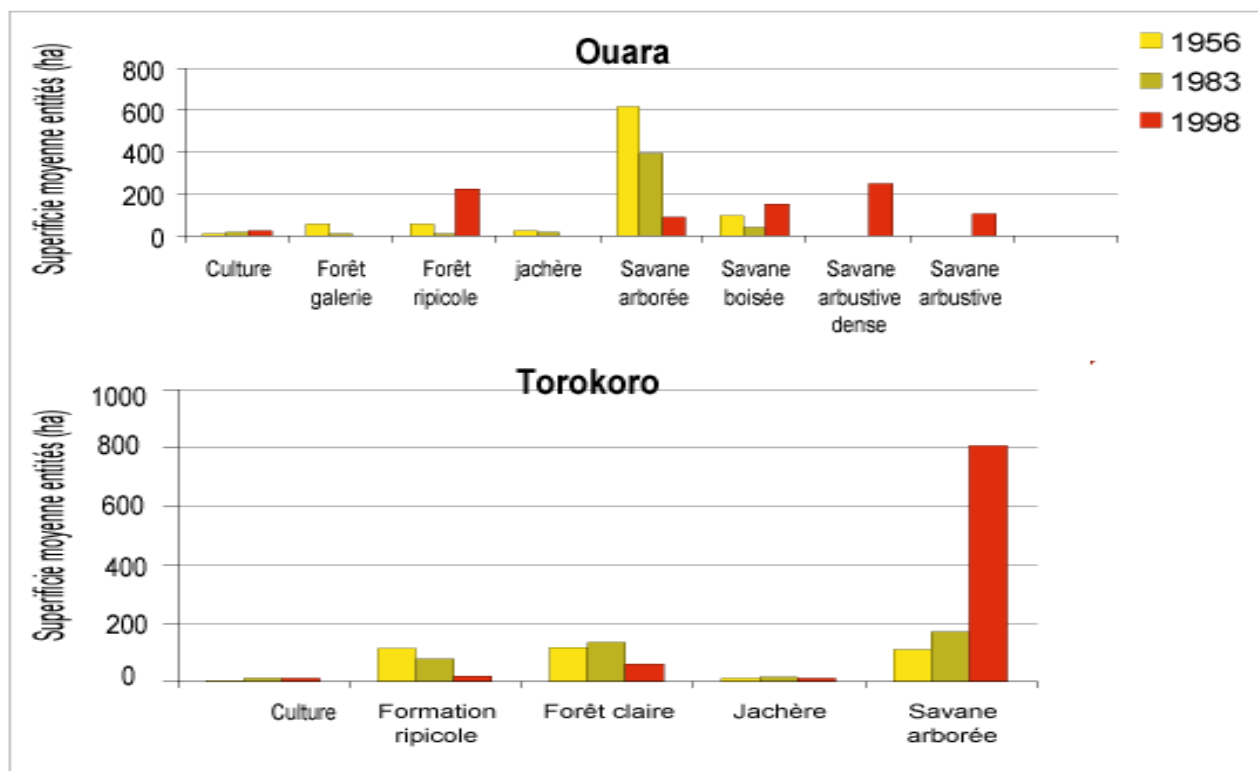


Figure 24 : Evolution de la superficie moyenne des entités

La superficie moyenne de ces jachères, qui étaient de 24 ha en moyenne en 1954, ne cesse de baisser. Elle a été évaluée à 3 ha en moyenne en 1998, ce qui va dans le sens du constat d'une baisse, voire d'une disparition de la jachère dans les contextes de fortes saturations foncières.

Pendant que le nombre d'entités et la superficie moyenne des savanes arborées baissent à Ouara au profit de la savane arbustive, à Torokoro, on observe le phénomène inverse. La baisse du nombre d'entités de cette unité paysagère s'accompagne au contraire d'une augmentation de sa superficie moyenne. Cette unité prend de l'importance au détriment des forêts claires qui ne subsistent actuellement que sous forme de reliques.

2.3 Evolution de la diversité spatiale

Elle est calculée par analogie à la diversité spécifique. Les espèces remplacent les unités paysagères (type d'occupation) et les individus par le nombre d'entités de chaque unité paysagère. La méthode de calcul de la diversité spatiale utilise la formule de Shannon, comme dans le cas de la diversité spécifique. Pour un paysage composé de **n** unités paysagères, la diversité **H** est calculée par la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^n P_{Ci} \times \text{Log}(P_{Ci}) \quad \text{où } P_{Ci} = \text{pourcentage par type d'occupation}$$

La diversité est maximale quand toutes les unités paysagères occupent la même superficie dans le paysage et nulle si l'une des unités occupe tout le paysage.

La figure 25 présente les résultats des calculs pour chacune des périodes.

En dehors des vergers, les types d'occupation des terres ont peu changé de 1956 à 1998. Les principaux changements résident dans l'évolution des superficies de chaque type d'occupation.

A Ouara, de 1956 à 1998, la diversité spatiale augmente du fait de l'augmentation du nombre d'entités dû à la fragmentation du milieu. Partant d'une situation en 1956 où la savane arborée domine le paysage, les autres unités paysagères ont pris de l'importance entre les différentes périodes. Le taux d'occupation actuel de 44% ne semble pas encore induire une baisse de la diversité spatiale.

A Torokoro, par contre, la diversité spatiale baisse de 1956 à 1998. Cette baisse est consécutive à la forte augmentation de la proportion de la savane arborée dans les paysages. Elle occupe en effet plus de la moitié (61%) du terroir. Cette baisse de la diversité est interprétée comme le résultat d'une homogénéisation du paysage qui tend vers un type d'occupation dominant : la savane arborée à *Vitellaria paradoxa*.

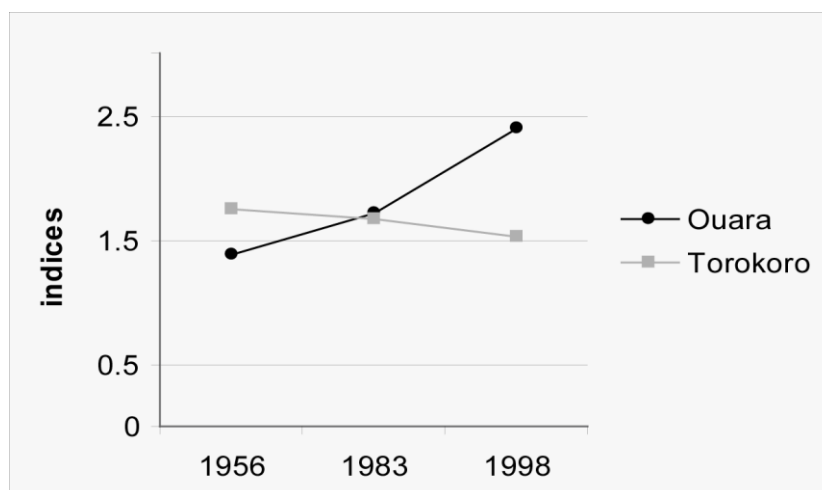


Figure 25 : Evolution de l'indice de diversité de Shannon

3 MODELISATION DES TRANSFORMATIONS PAYSAGERES

3.1 Quelques considérations théoriques sur la modélisation spatio-temporelle

Comment modéliser des phénomènes où le temps et l'espace interviennent conjointement ? Telle est la question qui se pose quand on s'intéresse au paysage, par essence, dynamique.

Dans le présent travail, les objets spatiaux cartographiés en relation avec les paysages végétaux concernent :

- l'emprise agricole,
- différents types de savanes,
- les formations artificielles tels les vergers.

La dynamique de ces objets cartographiés combine deux modèles spatiaux décrits par MONESTIEZ (1996) : **les formes des objets spatiaux évoluent dans le temps, mais ce sont les mêmes objets qui se déforment**. Si l'on prend une savane en 1956, la même savane (hypothèse optimiste) considérée en 1998 peut diminuer en

superficie et changer de forme. Elle peut se fragmenter et donner naissance à de nouvelles occupations. On peut cependant admettre qu'il y ait une filiation entre les objets successifs. Il y a **création et disparition de nouveaux objets à des dates successives**. Ce principe de filiation entre deux objets à des périodes successives a été combiné avec le principe d'analyse de la diversité d'un paysage à partir d'une grille proposé par GODRON *et al.* (1999) pour modéliser les transformations paysagères. Toutefois, en plus de l'information que donne la présence d'une occupation ou d'une unité paysagère dans une maille de la grille, considérée par GODRON *et al.* (op.cit), nous avons en plus utilisé la superficie des unités paysagères dans chaque maille pour générer les processus de transformation. L'application utilisée permet de reconstituer la généalogie d'un polygone selon un attribut commun. Cette reconstitution peut se faire dans le sens de l'occupation la plus récente vers les occupations précédentes et vice versa.

3.2 Les transformations paysagères de 1956 à 1998

En appliquant le principe du modèle théorique exposé dans les méthodes (*cf.* paragraphe 1.4.3.1 du chapitre 3) et en choisissant un pas d'analyse de 500 m, le terroir de Ouara qui fait environ 7 500 ha est quadrillé par environ 300 mailles, et celui de Torokoro qui fait 16 500 ha par environ 660 mailles de 25 ha chacune. Dans ces terroirs où le relief est assez monotone, ce pas d'analyse correspond au panorama qui s'offre à un observateur ou à un éleveur d'un point quelconque dans le terroir. Quand deux transformations de même type sont adjacentes, elles sont spatialement agrégées. Les données des tables attributaires sont sommées et représentées sur des graphiques (*cf.* cartes 3 et 4) qui montrent les processus de transformation de chaque unité paysagère.

Le pas de la grille étant important, un taux de validité de 60% a été retenu pour rendre compte des transformations les plus significatives.

De façon globale, les représentations cartographiques mettent en évidence les unités paysagères stables dans le temps et celles qui ont subi les plus importantes transformations.

A Ouara, les transformations paysagères montrent un processus de fragmentation des paysages déjà important entre 1956 et 1983, qui a tendance à baisser entre 1983 et 1998. Entre 1956 et 1983, la transformation la plus importante qui s'est

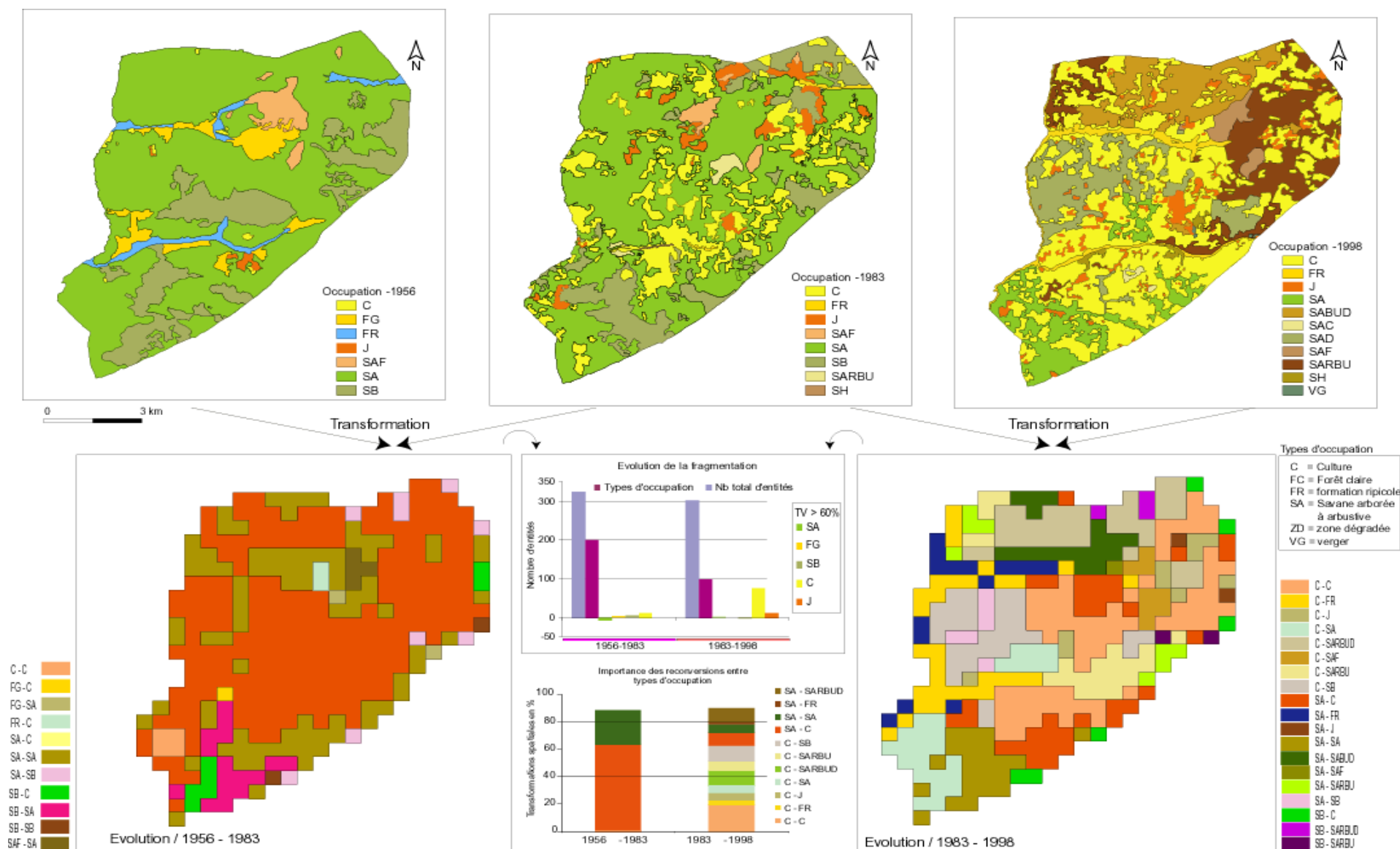
opérée est celle des savanes arborées en culture, soit plus de 60% des transformations paysagères. De 1983 à 1998, le fait marquant est la stabilité spatiale de l'emprise agricole qui dénote d'un système de culture qui tend vers un système de culture en continu où les mises en jachères disparaissent. Les zones de savanes qui subissent peu de transformations sont celles au sud du terroir, à sols issus du démantèlement des cuirasses, peu propices à la mise en culture.

Pour le terroir de Torokoro, les principales transformations entre 1956 et 1983 se localisent dans la partie nord-ouest du terroir. Les paysages de forêts claires, bien qu'assez sollicités pour les mises en culture, se maintiennent. Les savanes arborées au nord-est, se maintiennent également. Les transformations les plus importantes sont celles dues au remplacement des forêts claires par la savane arborée, ce qui a déjà été mis en évidence dans les paragraphes précédents. Des transformations de savanes arborées en formations ripicoles ou de forêt claires en formation ripicoles semblent également se produire. Cela est possible pour les savanes qui bordent les réseaux hydrographiques qui peuvent se densifier. Mais toujours est-il que ces processus sont peu courants et nous l'expliquons par le pas de la grille qui est assez grand. Ce processus peut être également dû à une erreur d'interprétation et donc de toponymie.

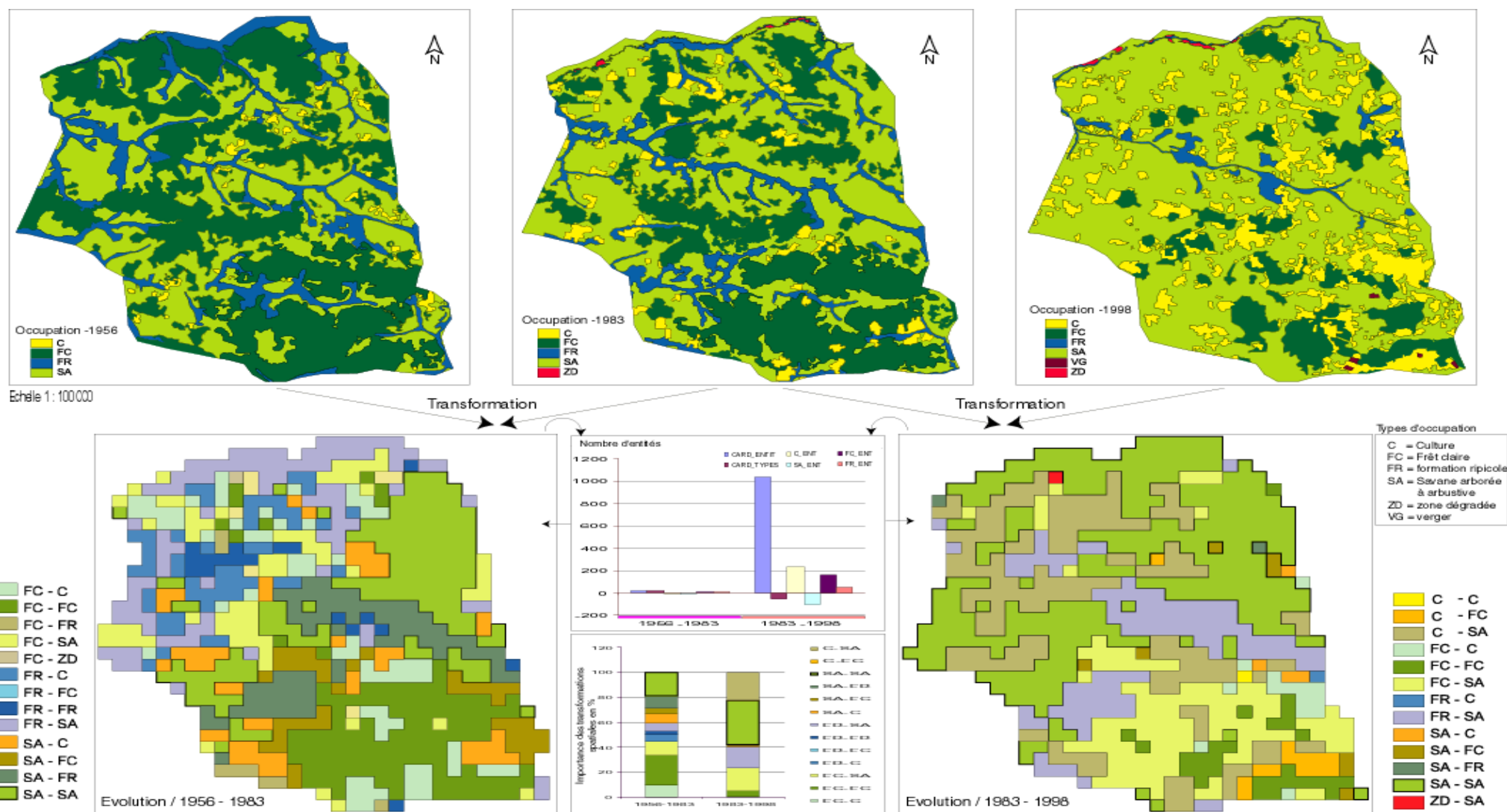
Des évolutions « progressives » de savanes arborées ou de culture vers les forêts claires, bien que peu importantes, sont également observables à Torokoro.

Pendant la période de 1983 à 1998, le processus de transformation des forêts claires en savanes arborées semblent s'amplifier. Par contre, la transformation des forêts claires en culture est faible. Cela semble lié, d'une part à la baisse de leur importance dans le paysage, d'autre part à la position topographique des reliques sur les plateaux au sol peu favorable à une mise en culture pour l'igname.

En terme d'organisation du paysage, d'importantes transformations sont observées entre 1983 et 1998. Dans l'ensemble, le paysage devient de plus en plus fragmenté. Cela se traduit par une augmentation globale du nombre d'entités. Les transformations les plus significatives concernent les cultures, les forêts claires. Par contre le nombre d'entités de savanes diminue, ce qui traduit une certaine homogénéisation du milieu.



Carte 3: Transformations paysagères du terroir de Ouara entre 1956 et 1998



© Botoni, Février - 2003

Carte 4 : Transformations paysagères du terroir de Torokoro entre 1956 et 1998

4 DYNAMIQUES SOCIO-ECONOMIQUES ET CONSTRUCTION DES PAYSAGES

4.1 Translation de l'emprise agricole du bas de versant vers les plateaux

D'après les clichés de 1956 de Ouara, le parcellaire agricole s'organise en quelques grappes à l'ouest et au nord, le long du réseau hydrographique qui prend naissance à l'est du terroir pour rejoindre les affluents de la Koba à l'ouest. A Torokoro, une telle localisation du parcellaire le long du réseau hydrographique est également observée. De larges blocs de cultures sont observés du côté ouest, longeant un bras du réseau hydrographique et au nord-est de l'actuel emplacement du quartier principal (Torokoro-centre). Au fil des années, l'occupation agricole s'est étalée sur toutes les unités cultivables. La cartographie de 1998 montre un paysage complètement mité par les cultures, sans qu'une organisation apparente se dégage.

Cette évolution spatiale des mises en culture des bas-glacis vers le plateau semble paradoxale, en comparaison des dynamiques observées dans les zones plus sèches du pays. En effet, dans ces zones sèches, plusieurs auteurs rapportent que l'activité agricole a été longtemps cantonnée dans les glacis en hauteur à sols sableux, plus faciles à travailler. Les bas-glacis et bas-fonds étaient épargnés pour plusieurs raisons : sols plus lourds, donc difficiles à travailler manuellement, enherbement important, risques d'inondation. Ce n'est qu'avec la péjoration climatique et l'augmentation de la pression démographique que les agriculteurs ont commencé à défricher ces unités topographiques.

Cette similarité des mises en valeur des terres renvoie t-elle à un même système de production dans les deux terroirs dans les années 1950 ? Les réponses obtenues à travers les enquêtes infirment cette hypothèse. A Ouara, le système de production a été, jusqu'au début des années 1970 dominé par une agriculture céréalière. Quelques écrits historiques (TAUXIER, 1931) rapportent que les Dogoshé, ethnie autochtone de Torokoro, cultivaient le mil, le sorgho, l'igname, les haricots, le maïs, les arachides, les pois de terre et les patates. Ils cultivaient également beaucoup de coton, vendu sous forme brute aux commerçants dioulas et du tabac. La culture du coton serait même antérieure à l'occupation française. Ces écrits historiques ont été confirmés par nos enquêtes auprès de personnes âgées. Le système de culture était

organisé autour de l'igname sur défriche, avec des variétés locales. Dans la région de Korhogo, zone écologiquement très proche, PETITPIERRE (1965) cité par LANDAIS(1985) a observé également que les bas de pente au sol frais et meubles conviennent bien à l'igname. Selon cet auteur, la mise en valeur des bas-fonds du pays Senoufo a peut être été amorcée avec le défrichement des terrains situés le long des marigots, pour l'implantation de ce tubercule, auquel les Senoufo auraient pris goût au contact de leur voisin Baoulé. Le système de production des Doghosé est très proche de celui des Senoufo si l'on considère la place importante de l'élevage traditionnel avec les races taurines et la place de l'igname dans les systèmes de culture. En rapprochant les modes de mise en valeur des terres décrit par PETITPIERRE, la culture de l'igname a été au départ implantée dans les bas versant à *Danielia oliveri* avant de remonter sur les versants et les plateaux, domaine des forêts claires à *Isoberlinia doka*.

4.2 Dynamiques démographiques et occupation de l'espace

Nous avons choisi le terroir de Torokoro, qui est en pleine recomposition, pour illustrer les dynamiques socio-économiques et la construction des paysages végétaux, plutôt que celui de Ouara où « les jeux sont déjà faits ».

4.2.1 Migration agricole et évolution de l'emprise agricole

La figure 26 met en évidence la liaison entre accroissement de la population et évolution de l'emprise agricole : les mises en cultures augmentent avec l'accroissement démographique. Cette augmentation coïncide également avec l'importance de l'immigration dans le terroir. Les migrations agricoles dans le village de Torokoro ont commencé dans les années 1980. Ce n'est que dans la décennie 1990 que ces mouvements se sont vraiment amplifiés (cf. paragraphe 2.1 du chapitre 2) . A l'installation massive d'agriculteurs dans les années 1990 (70% des nouvelles installations), a succédé celle des pasteurs au milieu à la même époque. Les mouvements de population (figure 27) proviennent principalement des zones cotonnières (36%), qui ont accueilli les premières migrations et qui sont actuellement saturées ; de la Côte d'Ivoire (16%) et du Plateau mossi (15%). Les mouvements à l'intérieur de la province de la Comoé, c'est-à-dire ceux dont la dernière étape migratoire ou point de départ est un village de la province, concernent 23,42% des

exploitations. Les migrations en provenance des régions du sud-ouest (9%) sont alimentées essentiellement par les Lobi qui viennent directement de leur région d'origine, tout comme ceux du Plateau mossi. Dans l'ensemble, environ 77% de ces exploitations ont déjà connu au moins une première étape migratoire, soit à l'intérieur du pays, soit en Côte d'Ivoire.

L'accroissement de la population, qui n'a été que de 17,78% entre les recensements de 1975 et 1985, est passé à 39,52% entre 1985 et 1996, date du dernier recensement général (INSD, 1996). La population a donc plus que doublé entre 1975 et 1996. D'après le recensement exhaustif des exploitations en 1998 (INERA/GRN-SP, 1999), les exploitations allochtones représentaient 72% des exploitants installés dans le terroir.

Comme nous allons le montrer, l'immigration n'est pas le seul facteur incriminé dans les évolutions en cours.

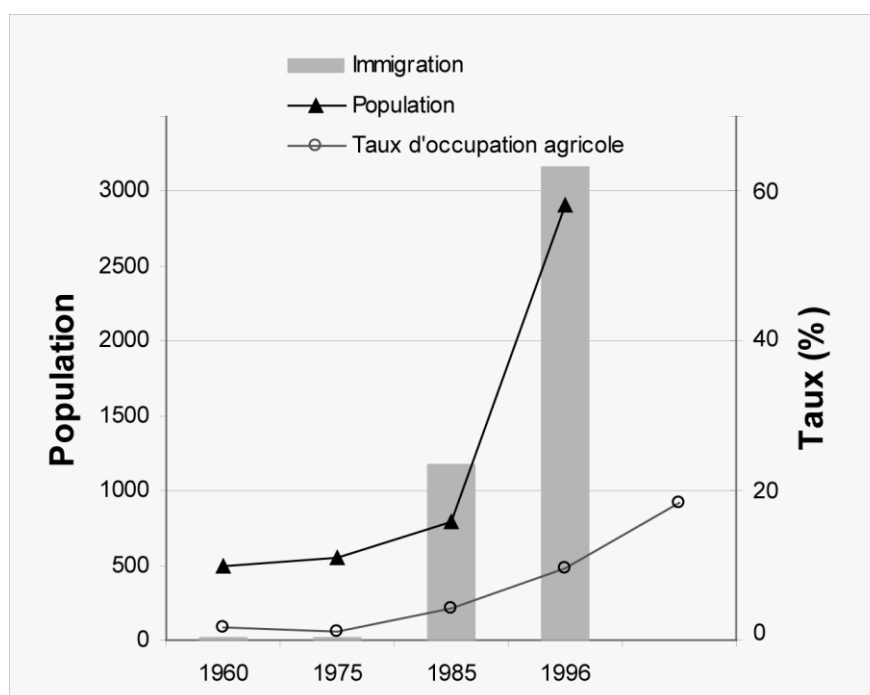


Figure 26 : Evolution démographique et évolution des mises en culture

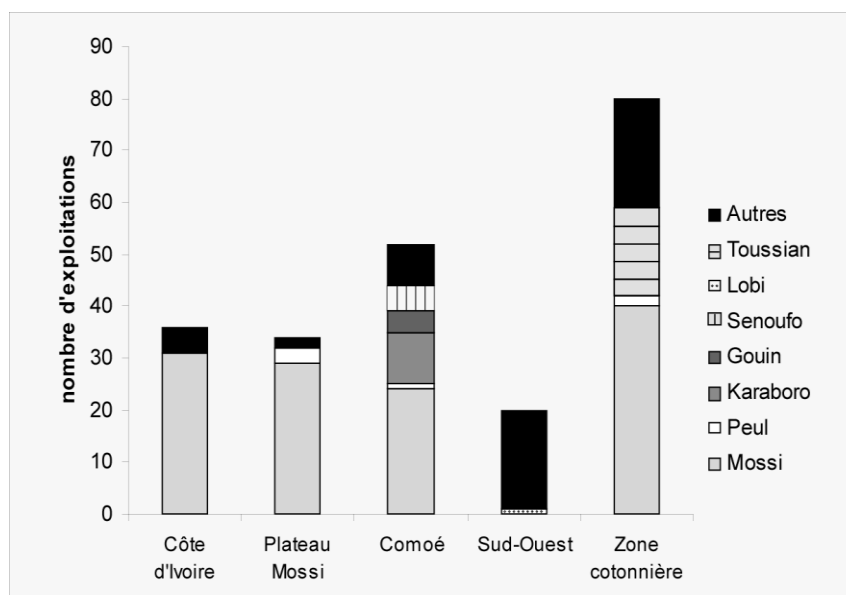


Figure 27 : Origine géographique des exploitations allochtones

4.2.2 Implantation des domaines agricoles migrants et occupation de l'espace

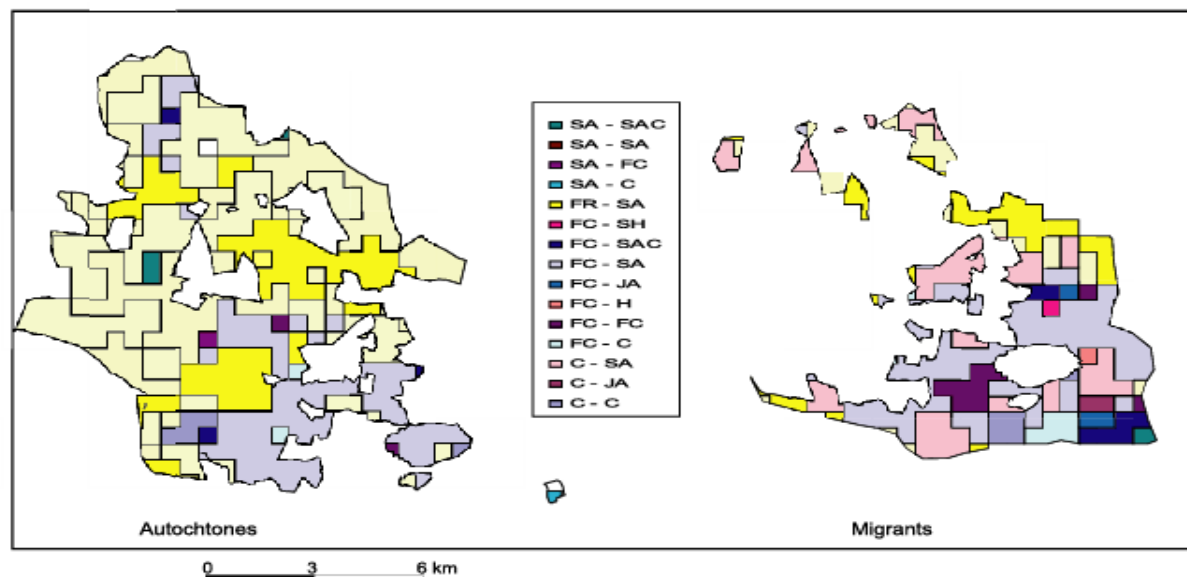
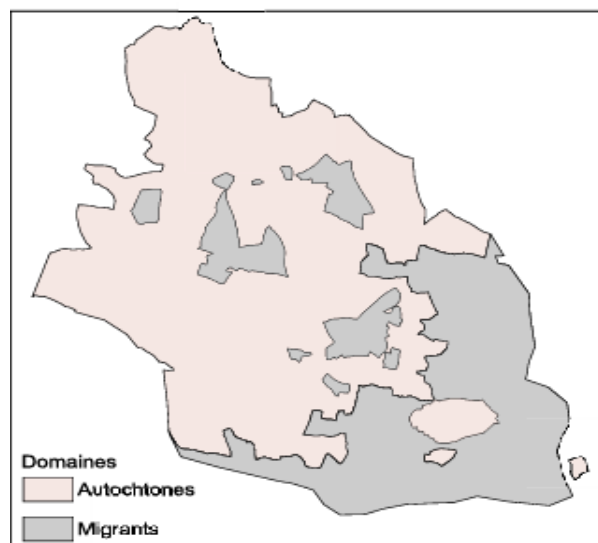
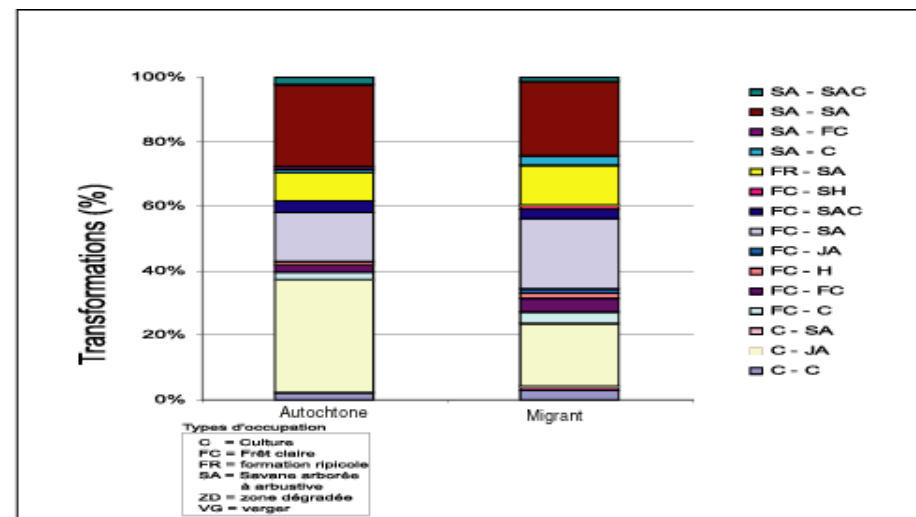
La forte affluence des cultivateurs allochtones est spatialement maîtrisée par les autochtones Doghosé. Leur installation est organisée et canalisée. Les terres prêtées aux migrants sont en majorité d'anciennes jachères. Elles se situent dans un rayon de deux à trois kilomètres autour du centre du village. En dehors de quelques migrants du Sud-Ouest installés en domaine autochtone, la cartographie du foncier (AUGUSSEAU *et al.*, 2003) montre un clivage spatial assez net entre le domaine exploité par les autochtones et celui des migrants.

En croisant la couverture des transformations paysagères de 1983 à 1998 avec celle du foncier comportant le domaine des autochtones et celui des migrants (carte n°5), les principales transformations concernent :

- la reconversion des cultures en jachères, soit près de 40% des transformations paysagères dans le domaine autochtone contre environ 20% des transformations chez les migrants. Les autochtones, propriétaires terriens, ont beaucoup plus la possibilité de pratiquer la mise en jachère après une courte période de mise en culture. Cela se confirme par une stabilité des mises en culture légèrement plus importante dans le domaine migrant ;
- la reconversion des forêts claires en savanes arborées semble plus importante dans le domaine migrant que dans celui des autochtones. Toutefois la proportion

de forêt claire stable, c'est-à-dire n'ayant pas fait l'objet de défriche, est plus importante dans le domaine migrant ;

- la reconversion des formations ripicoles en savanes arborées est également plus importante chez les migrants, qui utilisent ces milieux pour installer le riz et les vergers ;
- la proportion de savanes arborées, non mise en culture entre 1983 et 1998, est plus importante chez les autochtones.



Carte 5 : Carte des transformations paysagères dans les domaines autochtones et migrant

4.2.3 L' éclatement du domaine agricole autochtone

Dans l'organisation traditionnelle de l'espace agraire, les alentours immédiats des concessions, jusqu'à un rayon d'environ 1,5 km, ne sont pas cultivés. Cet espace est utilisé comme zone de pâturage pour les animaux villageois en divagation. Les blocs de champs sont ouverts en brousse et sont souvent assez distants du village. Pour éviter de longs déplacements quotidiens, qui se faisaient à pied jusqu'à une époque assez récente, mais également pour défendre les cultures contre les animaux ravageurs (singes, oiseaux...), la famille entière déménageait dans son domaine agricole pendant la période de culture. Ainsi se justifie l'origine de ces résidences temporaires appelées « hameau de culture » ou « campement de culture ». Les fondateurs de ces hameaux de culture sont les autochtones Doghosé qui usent de cette stratégie pour s'approprier des terres vierges, quelquefois en dehors de leur propriété foncière. Le premier à occuper les lieux donne son nom au hameau auquel on ajoute le suffixe *gbo* (qui signifie maison ou concession en langue Doghosé). Il est propriétaire du domaine et contrôle de ce fait le foncier en tant que représentant du chef de terre dans ce hameau. Les hameaux les plus importants, au nombre de quatre (*Banakoro, Gbambi, Guambèlègbo et Dombagbo*), ont été créés par des frères au début du siècle dernier. Actuellement, ces anciens hameaux sont érigés en quartiers vu le nombre de concessions qu'ils comportent. A la fin des années 1970, on assista à une prolifération des hameaux . En 1999, ils étaient 17, éparpillés sur l'ensemble du terroir, dont 12e créés après 1978. (Figure 28). Les principaux foyers de départ sont le quartier principal au centre du village et le quartier dit « Guambi ». La fonction des hameaux de culture dans les systèmes agraires n'a cessé d'évoluer avec les enjeux socio-économiques en cours. Ils représentent actuellement un enjeu foncier important et sont une stratégie de marquage et de territorialisation développée par les autochtones pour anticiper le manque de terre face à la forte demande née des migrations.

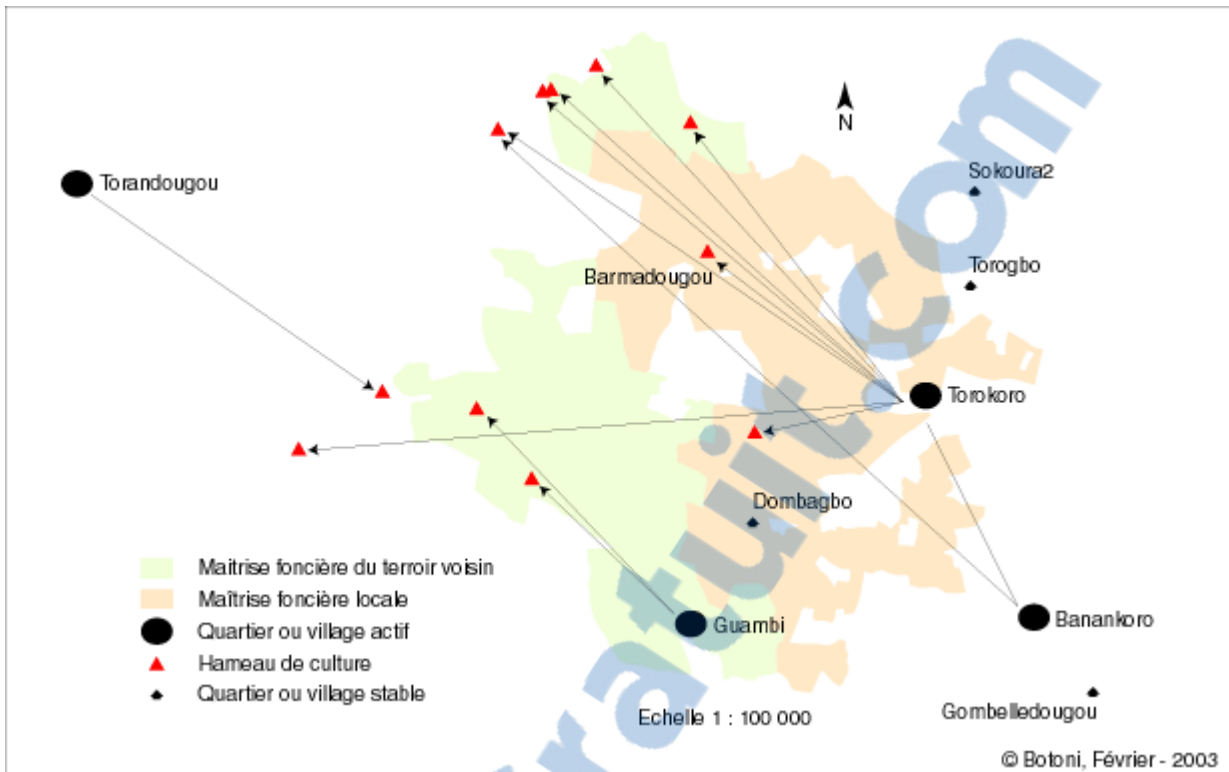


Figure 28 : Généalogie et implantation des hameaux de cultures

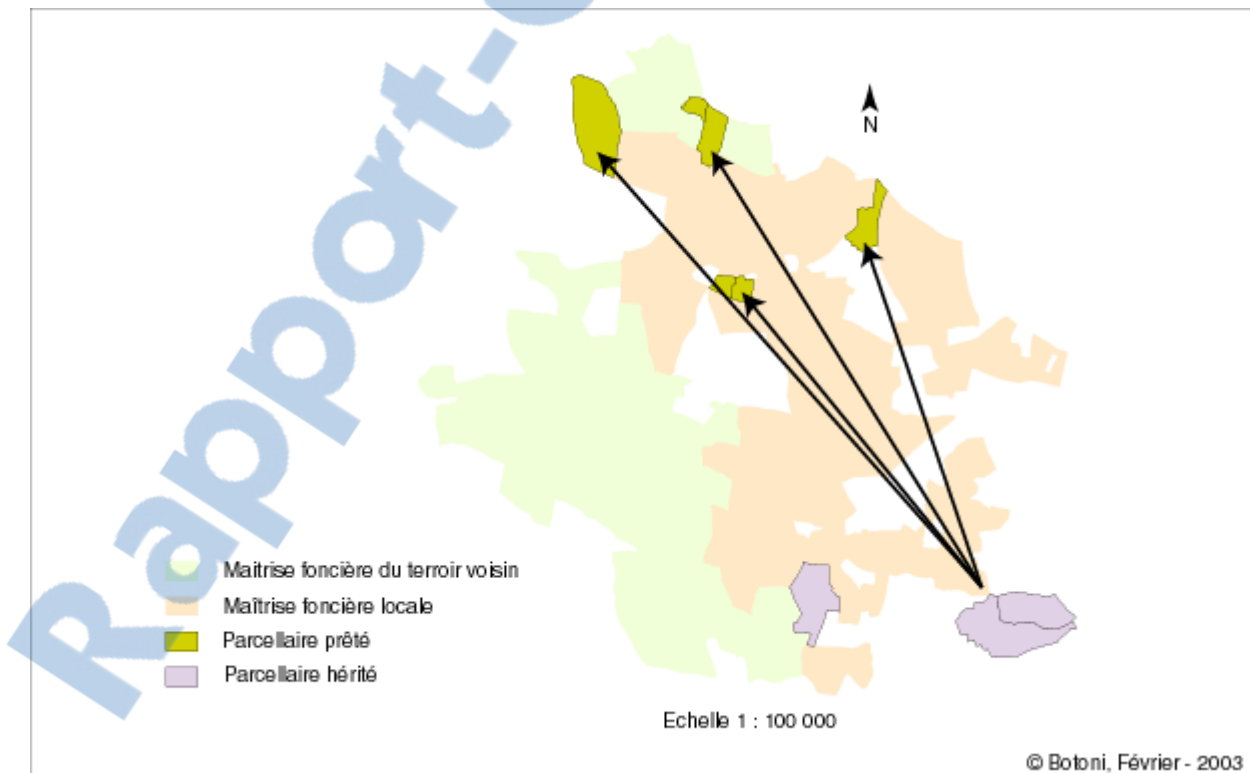


Figure 29 : Stratégies foncières développées par le lignage O.T

4.2.4 Parcellisation des domaines lignagers

La production agricole s'organise autour de l'exploitation ou groupe domestique. Ce groupe est formé par les membres d'une même famille élargie. Il se compose d'un ou de plusieurs ménages (ou unités domestiques) monogames ou polygames avec enfants célibataires et autres dépendants. Jusqu'à une date récente, ces exploitations pouvaient regrouper de 10 à 20 actifs. Des enquêtes conduites dans le cadre du montage du projet de Gestion Participative des Ressources Naturelles et de la Faune (GEPRENAF), (FAO/GEPRENAF, 1993), il ressort que la taille des exploitations dans les villages voisins atteint 30 personnes. Nos évaluations donnent 10,52 personnes en moyenne et 1,48 ménage par exploitation.

Cette organisation sociale traditionnelle connaît depuis peu des évolutions. Nos enquêtes situent le début des éclatements familiaux au début des années 1990. Les causes évoquées sont sociales, mais surtout économiques. Les cadets recherchent plus d'indépendance pour gérer les revenus générés par la culture de l'igname. Alors, ils se détachent de la grande famille pour ouvrir de nouveaux champs, dans la propriété lignagère, mais plus souvent encore sur des terres dont la maîtrise foncière relève d'autres terroirs. La figure 29 montre comment les fils du lignage O.T partent à la recherche de nouvelles terres hors de leur domaine hérité.

Tableau 8 : Caractéristiques démographiques des exploitations à Torokoro

	Taille	Ménages	Actifs	Ouvriers agricoles
Allochtones	8,81±0,30	1,20±0,05	4,94±0,19	0,19±0,05
Autochtones	10,52±0,51	1,48±0,09	5,86±0,45	1,15±0,19

4.3 Evolution des systèmes de production agricole

Deux systèmes de cultures cohabitent dans le terroir :

- Le système itinérant à igname sur défriche et en culture manuelle pratiqué, par les autochtones Doghosé et également par les quelques migrants de l'ethnie Lobi qui traditionnellement cultivent l'igname. A l'igname cultivé en tête de rotation succèdent plusieurs cycles de céréales quelquefois en association avec des légumineuses. Une parcelle est cultivée cinq à six ans avant de retourner à la jachère.

- Le système à base de céréales et coton, pratiqué par la plupart des allochtones qui sont installés sur jachères anciennes.

Depuis quelques années, l'arboriculture se développe aussi bien chez les autochtones que chez les migrants.

4.3.1 De l'igname autoconsommé à l'igname culture de rente

L'igname est un tubercule traditionnellement cultivé. Il fait partie de l'alimentation de base du Doghosé. Plante exigeante en fertilité, elle est toujours placée en tête de rotation culturale. Sa culture exige chaque année de nouvelles défriches. Les céréales lui succèdent dans une rotation courte, de 4 à 5 ans. Les périodes de jachère longues de 10 à 20 ans permettaient la reconstitution de la fertilité des sols. Le passage du statut de plante autoconsommée à l'utilisation commerciale actuelle est assez récente. Les écrits historiques sur la région ne signalent pas une forte importance de la culture, mais plutôt celle du cotonnier qui était vendu brut aux Dioulas (TAUXIER, 1931). Le tabac était la deuxième culture de rente. La culture de l'igname aux époques antérieures, a laissé des marques perceptibles sur les paysages cartographiés en 1957. Nos enquêtes auprès des personnes âgées ont confirmé leur préférence, à l'époque, pour les bas de versant à sols fertiles et à texture sableuse pour la culture de l'igname, mais également celle du maïs.

En 1999, treize variétés d'igname ont été recensées dans le terroir. A partir des années 1980, la variété d'igname «Florido», communément appelée « *américain* » ou « *woloko* », a été rapportée de Côte d'Ivoire par des commerçants. Cette variété plus productive (8-10 t.ha⁻¹) par rapport aux variétés traditionnelles suscite rapidement l'engouement des agriculteurs. Sous la forte demande des marchés urbains nationaux et même sous-régionaux, la culture de l'igname « américain » s'impose comme culture de rente pour les Doghosé et quelques ethnies allochtones comme les Lobi. On observe cependant que les systèmes de culture ne sont pas modifiés : culture manuelle sur défriche dans une rotation qui ne dépasse pas 5 années. Pour augmenter la production, on assiste à une extension des surfaces défrichées, compensée par l'emploi d'une main d'œuvre salariée constituée de jeunes Lobi en provenance du sud-ouest du pays.

4.3.2 L'anacardier : diversification des revenus et artificialisation des paysages

Au début des années 1990, à la faveur du projet « Anacarde », se mettent en place les premiers vergers d'anacardier. L'arboriculture connaît un certain essor, aussi bien chez les autochtones que chez les migrants. Cet arbuste, planté pour ses amandes vendues assez cher dans les villes, constitue une opportunité de diversification des cultures et des revenus. Pour les autochtones, cette plantation constitue, en plus, un signe de marquage foncier. Les terres sont prêtées sous gage d'autoriser le propriétaire foncier à planter annuellement des pieds d'anacardier. Le contrat est : « tu entretiens mes plants et en retour je t'autorise à cultiver ». Lorsqu'une bonne entente s'établit entre le demandeur et le propriétaire, un autre champ peut lui être prêté quand l'association anacarde culture devient impossible. Dans le cas contraire, le demandeur est prié d'aller voir ailleurs. Certains autochtones vont jusqu'à planter les anacardiens dans les zones non défrichées en attendant un éventuel demandeur de terre.

Pour une catégorie de migrants qui ont acheté leur propriété ou qui jouissent d'un contrat particulier (la teneur des contrats est rarement révélé à l'enquêteur), la plantation est source de sécurisation foncière.

Sur le plan agronomique, un système agro-forestier s'est développé par l'association anacarde et cultures annuelles. Cependant, la course pour la plantation a complètement bouleversé les rotations et assolement traditionnels. L'anacardier était planté en fin de cycle de culture quand une parcelle devait être mise en jachère. Actuellement sur trois parcelles en cours d'exploitation, deux sont cultivées en association avec l'anacardier. Ainsi, cet arbuste est associé à l'igname dès la première année de mise en culture. Dans tous les cas au bout de cinq à six ans de mise en culture, les paysages anthropiques à vergers feront place aux parcs traditionnels à *Vitellaria paradoxa* (karité) et *Parkia biglobosa* (nééré).

5 CONCLUSIONS

L'un des faits les plus remarquables dans l'évolution des paysages entre 1956 et 1998, est l'augmentation spectaculaire de l'emprise agricole qui atteint en 1998, 44% à Ouara et 21% à Torokoro. Le phénomène, assez progressif entre 1956 et 1983, s'accélère aux périodes suivantes. Il est fortement corrélé aux mouvements migratoires. Les deux terroirs suivent donc les mêmes trajectoires d'évolutions, mais d'une manière plus accélérée à Torokoro. Cette situation s'explique par le statut migratoire de ces terroirs. Ouara, qui fait partie des premiers fronts pionniers, a atteint depuis le début des années 1980 un taux de saturation foncière. Torokoro fait partie des zones vierges qui subissent actuellement l'assaut des migrations agricoles.

D'une façon globale, les évolutions spatiales de 1956 à 1983 se manifestent par une augmentation de la fragmentation des paysages. Les unités paysagères qui participent le plus à cette fragmentation sont les cultures conséquentes à une explosion du parcellaire agricole. L'évolution de l'emprise agricole s'accompagne de trajectoires opposées quant à l'évolution de la diversité spatiale. Elle baisse à Ouara, suite à un équilibre qui semble s'établir entre la proportion des différents types d'occupations dans le paysage. A Torokoro, en revanche, la diversité spatiale baisse, suite à l'importance de la superficie occupée par la savane arborée à *Vitellaria paradoxa* qui domine tous les autres paysages.

Le développement des vergers est le seul facteur d'importance dans la diversification des types d'occupation. Les plantations d'anacardiens sont un facteur d'importance dans l'avenir dans la transformation des paysages végétaux, surtout à Torokoro.

Toutes ces évolutions agraires ont un impact sur l'activité d'élevage. Le pâturage est de plus en plus constitué par des jachères dont la valeur pastorale dépendra de la pression qu'elles subissent. Le remplacement de la jachère dans les successions par l'arboriculture permanente contribue à la réduction drastique des parcours. Les complémentarités saisonnières entre espace pastoral strict et espace agricole sont menacées.

Chapitre 5 : PAYSAGES ET MOBILITE PASTORALE

1 LA MOBILITE PASTORALE : HISTORIQUE DE SON EVOLUTION

La mobilité pastorale est définie par les flux d'hommes et de bétail. Elle est abordée à différentes échelles de temps et d'espace.

1.1 Organisation de l'espace pastoral

L'organisation de l'espace pastoral est la manière dont les acteurs d'un système pastoral organisent (en pensée) et utilisent (en pratique), l'espace pastoral. Les acteurs pensent l'espace en s'appuyant sur l'expérience qu'ils ont de son utilisation et l'utilisent conformément à la représentation qu'ils s'en font (SAVINI *et al.*, 1993). Pour rendre compte de cette organisation, deux concepts ont été utilisés : le territoire pastoral et le circuit de pâturage.

Le territoire pastoral, ou aire pastorale délimite, l'espace fonctionnel c'est à dire l'ensemble des parcours annuels utilisés par les troupeaux d'une localité donnée. Cet espace collectif offre différentes ressources pastorales (ressources fourragères, points d'eau, etc.). Les ressources fourragères, herbacées et ligneuses, proviennent de divers parcours :

- la brousse qui regroupe les zones incultes et différentes formations naturelles ou semi naturelles,
- les jachères en cours de reconstitution,
- les parcours post-cultureaux (résidus de culture sur pied, adventices).

Le circuit de pâturage est l'itinéraire suivi par un troupeau au cours d'une journée. Le long de cet itinéraire, le troupeau exploite différents faciès de végétation et différents points d'eau. Deux éléments fixes structurent ce circuit : le parc, où les animaux sont enclos le soir au retour du pâturage et le ou les points d'eau utilisés au cours du circuit.

Le territoire pastoral évolue en fonction des années, des saisons et du type d'élevage. Son utilisation est régie par des règles foncières qui seront décrites avant d'aborder l'évolution des espaces utilisés par les troupeaux des deux terroirs.

1.1.1 Le foncier pastoral : l'élevage en marge

Le foncier pastoral se définit par rapport à l'accès au pâturage et à l'eau. Il illustre la complexité des régimes fonciers en Afrique au Sud du Sahara, où se superposent droits coutumiers traditionnels et droits modernes (KINTZ 1991). Dans la zone sud-ouest du Burkina Faso, zone traditionnelle d'agriculteurs, c'est l'usage agricole qui structure l'espace. L'espace pastoral lui est entièrement subordonné. Il évolue ainsi au gré des saisons (avant et après culture) et des années en fonction des de l'alternance des mises en culture et en jachère. Les éleveurs, qu'ils soient autochtones ou migrants, n'ont aucune maîtrise du foncier et subissent le caprice du cultivateur. La maîtrise foncière doit être comprise dans le sens de l'appropriation de l'espace par les éleveurs par le contrôle des mises en cultures ; cela suppose qu'eux mêmes ne pratiquent pas des défrichements anarchiques et obtiennent des autres qu'ils ne pratiquent pas des défrichements anarchiques non plus. Dans les systèmes traditionnels qui prévalent encore en milieu rural, l'accès aux ressources naturelles en général et à la terre en particulier est réglementé par les chefs de terres en collaboration avec les chefs de lignages ou de sous-lignage autochtones qui sont détenteurs des droits fonciers coutumiers. D'une façon générale, l'accès aux ressources naturelles est discriminant envers les allochtones, même si quelques évolutions sont signalées à leur avantage, parmi lesquels le droit de planter des arbres, les possibilités d'appropriation légale par l'immatriculation semblent être admises dans certaines localités (SANOU, 1999). De nombreux fonctionnaires usent de cet assouplissement des règles foncières pour s'approprier de grands domaines en milieu rural. Les ventes de terres rurales qui ne sont pas autorisées par la coutume, semblent pourtant devenir de plus en plus courantes (MATHIEU, 1994). Contrairement aux migrants cultivateurs, dont l'installation est plus facilement négociable, celle des agro-pasteurs peuls dont la motivation d'immigration est plutôt dictée par la recherche d'espace pastoraux que de domaines à cultiver, est rarement acceptée d'office. La raison principale avancée pour cette réticence est la crainte des dégâts aux cultures que les troupeaux pourraient occasionner par leur présence dans le terroir. Les agro-pasteurs s'installent en général par la force des choses, en usant de différents subterfuges. Ils finissent par être acceptés en respectant un code de bonne conduite. Toujours est-il que leur installation est toujours précaire, les

agriculteurs usant de tous les moyens indirects tel l'encerclement des campements par les cultures, pour les obliger à partir.

L'accès au parcours (pâturages herbacés et ligneux) hors domaine cultivé est, dans le principe, libre pour tous les troupeaux du village, ceux des villages voisins et même des troupeaux en transhumance. Quant à l'accès aux parcours post culturaux et aux jeunes jachères, bien que libre dans le principe, peut faire l'objet de restriction de la part du propriétaire du champ. L'ouverture d'un champ est un acte d'appropriation provisoire reconnu de tous.

Dans la région, les points d'eau utilisables par le bétail sont deux types : les eaux de surfaces (mares, marigots, rivières, barrages) et les eaux souterraines (puisards, puits, forages). Les eaux de surface sont d'accès libre, dans le principe. Mais dans les faits, les cultures implantées dans les rivages ou le refus simple de certains villages rend ce droit d'accès caduque. La plupart des points d'eau de surface tarissent dès le mois de décembre, créant une grande pénurie pour l'abreuvement des animaux. A partir de ce moment jusqu'aux premières pluies qui arrivent en mai-juin, une grande partie du bétail est abreuvée au niveau des puisards et sur les quelques rares points d'eau pérennes. Les puisards sont des puits peu profonds (2 m environ) qui sont forés individuellement ou par des petits groupes, dans le lit des marigots et bas-fond. Ils sont partiellement appropriés. Ce qui importe surtout, c'est la priorité de passage pour le propriétaire du puisard. Les puits et les forages en nombre insuffisant, sont déjà largement sollicités par les hommes. L'accès à ces points d'eau, quand il est autorisé, est fortement restreint aux petits troupeaux, aux bœufs de trait et aux petits ruminants.

1.1.2 Evolution du territoire pastoral

Pour utiliser la terminologie de BENOIT (1979), les espaces exploités par un troupeau ou le territoire pastoral d'un troupeau, sont de deux types : **l'aire** qui désigne les zones de parcours de **saison de pluie** à partir du terroir d'attache, et les **aisances** qui sont les espaces agrégés à l'aire et qui sont utilisés pendant la **saison sèche**. L'aire, qui est le plus petit espace utilisé par un éleveur, dépasse largement les limites de la maîtrise foncière d'un village et agrège les espaces inter-terroir voisins. L'utilisation alternée ou exclusive de l'un ou l'autre de ces espaces définit deux types d'élevage qui se différencient par le type de mobilité :

- les élevages sédentaires, dont la mobilité se limitent à l'aire. Le troupeau rejoint chaque soir le parc du terroir d'attache. Le même espace est utilisé en toute saison : l'aire et les aisances se recouvrent pratiquement.
- les élevages transhumants qui comportent différentes modalités, selon les espaces agrégés et la durée d'absence du troupeau du lieu de résidence de l'éleveur. La transhumance se définit comme un genre de vie pastoral caractérisé par le déplacement cyclique et simultané du bétail et d'une partie de la population excluant le transport d'une part importante du capital domestique (BENOIT, 1979). Nous avons considéré qu'un élevage est transhumant si, à un moment donné de l'année, le lieu de parcage des animaux est situé hors du lieu de résidence habituel de l'éleveur.

Les éleveurs des terroirs étudiés, qu'ils soient agro-pasteurs ou agro-éleveurs, ont une résidence fixe et permanente dans le terroir d'attache. Seuls les troupeaux sont ou non déplacés. Par enquêtes rétrospectives, la dynamique migratoire, c'est à dire toutes les étapes de sédentarisation depuis le départ du village d'origine, a été reconstituée pour l'ensemble des agro-pasteurs. Nous nous sommes intéressés également à l'évolution de la mobilité pastorale des troupeaux et de l'unité familiale aussi bien chez les agro-pasteurs que chez les agro-éleveurs. Pour les premiers, l'historique de la mobilité a été reconstituée depuis leur installation dans les terroirs actuels et pour les seconds depuis l'acquisition de bovins extensifs. Des reconnaissances des lieux de transhumance et la localisation au GPS, permettent une cartographie assez précise des zones explorées au cours des transhumances.

1.1.2.1 Migration-transhumance : insertion de l'élevage peul dans la région Sud-Ouest

Plusieurs études ont retracé l'historique de l'installation des Peuls dans la zone Sud-Ouest. La grande majorité des populations peules de l'ouest et du sud-ouest du Burkina faso sont originaires de quelques anciens gros villages de la province de la Kossi (Nouna, Dokuy, Barani). Cette région du pays Bwa appelée « BOOBOLA », qui a donné son nom aux Peuls qui en sont originaires. C'est le principal foyer à partir duquel se sont répandues les populations de pasteurs. Les migrations se sont faites en plusieurs vagues successives difficiles à dater. Un ouvrage de BENOIT (1979), consacré à ces Peuls, donne des informations précieuses sur leur historique

migratoire. Selon cette étude, les régions de Bama, de Bobo Dioulasso et Orodara au Burkina Faso, auraient accueilli 15% des immigrations, essentiellement les groupements SIDIBE et SANGARE. Les plus gros flux ont été dirigés vers le pays San au Mali (70%) pendant que la région de Korogho en Côte d'Ivoire recevait 3,1% des flux.

DIALLO & SOME (1999) ont retracé l'historique de cette insertion pour la province du Houet, dont relève le village de Ouara. Selon cette étude, les premiers arrivés dans la région de Bobo, seraient les Sangare originaires de Dokuy qui sont installés à Yoro-koko dans le canton Bobo-Dioula de Dioulassoba. A partir de ces premiers foyers, ils se sont dispersés dans d'autres villages du canton. Ce premier groupe a été suivi par les Sidibe originaires de Barani, qui se sont installés dans plusieurs campements autour de la ville de Bobo. L'arrivée des SIDIBE daterait d'au moins deux siècles et demi. Si les SANGARE sont arrivés en tant que guerriers pour soutenir les autochtones, les Sidibe eux sont arrivés comme éleveurs et parfois bergers des autochtones. Après ces premières vagues, d'autres groupes Sangare et Sidibe continuèrent de s'installer. L'installation de certaines familles à Bama et à la Vallée du Kou est à placer dans le courant des années 60. De ce foyer, certaines familles effectuèrent de grandes migrations pour se retrouver dans le sud en région Lobi et Gouin, dans la province de la Comoé. D'autres restèrent dans la province du Houet, mais au nord-est de la ville de Bobo Dioulasso. C'est après les années de sécheresse de 1970 que la migration s'est accentuée avec des arrivées d'origines diverses : Sourou, Mouhoun, Passoré, Yatenga, Soum, Seno, Yaga et Gourma.

La dynamique migratoire des éleveurs Peul dans le département de Mangodara a été étudiée par LIEHOUN & NANEMA (2000). L'enquête, conduite dans 148 exploitations réparties sur l'ensemble des villages du département montre que les premières sédentarisation datent de la fin des années 1960. Ce flux, cependant, ne s'est accentué qu'au début des années 1990 : 94% des installations se sont effectuées dans la décennie 1990. Les Peuls Sidibe et Sangare, originaires de la région de Barani, constituaient 47% des installations. Les Peuls Diallo et Barry, en provenance du Passoré et du nord Sourou, quant à eux, représentaient 37%. Les autres familles recensées, Tall et Dicko sont originaires du Yatenga et du Soum. Les trajectoires migratoires sont très diversifiées. Ces familles se sont installées dans la zone après avoir suivi plusieurs étapes migratoires (2 à 5) : 53% d'entre elles ont

séjourné pendant quelques années (en moyenne 6) dans le nord de la Côte d'Ivoire. Quelques-unes d'entre elles, 9% environ ont transité par le Mali.

L'installation des Peuls à Ouara et à Torokoro est à replacer dans ce contexte migratoire régional.

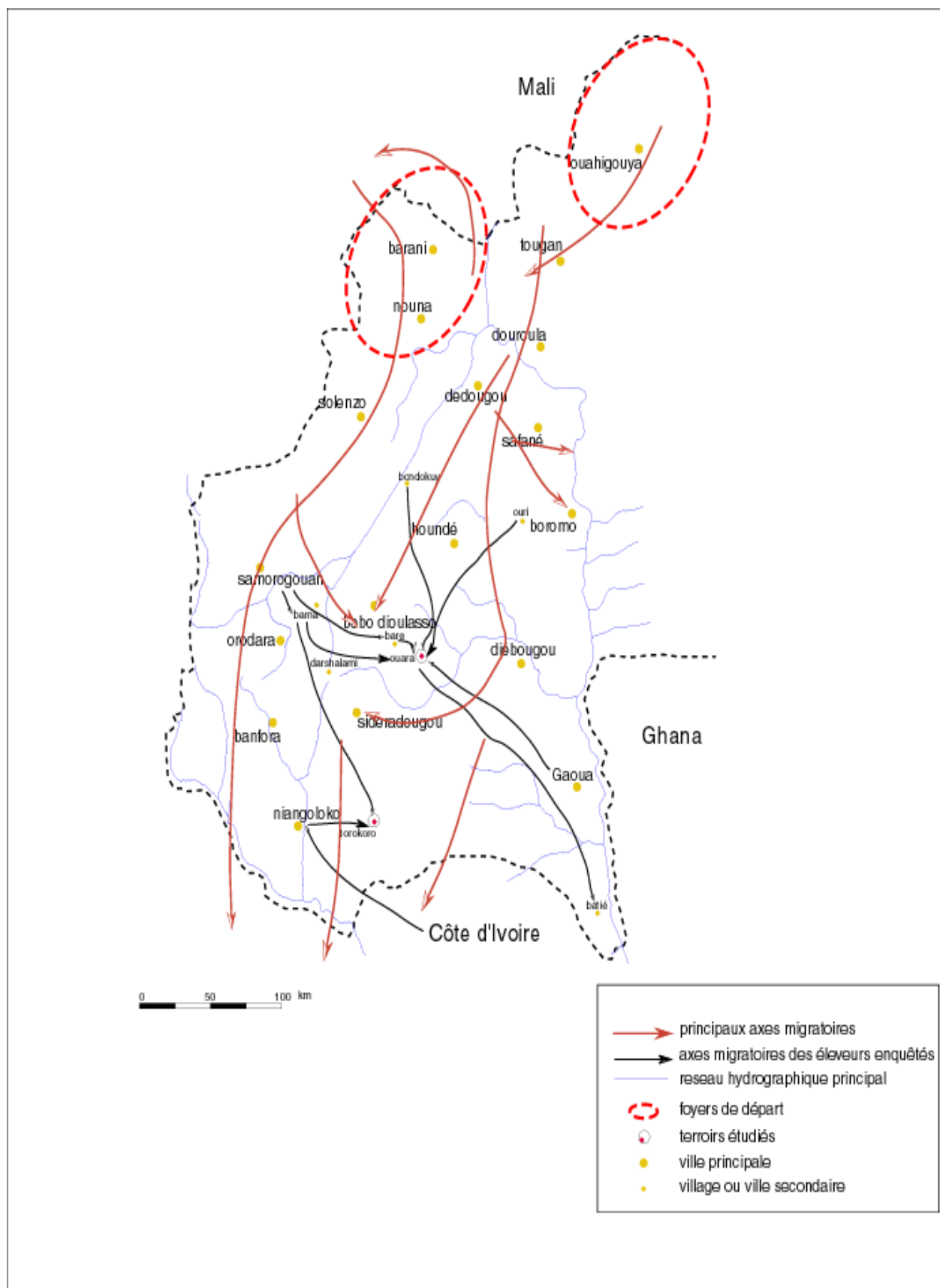
La carte 6 replace la dynamique migratoire des agro-pasteurs de de Ouara et Torokoro dans le contexte migratoire régional.

1.1.2.2 Les agro-pasteurs des terroirs de Ouara et Torokoro

Le processus de sédentarisation des éleveurs semble immuable. La zone est d'abord explorée au cours des transhumances saisonnières. Puis après cette phase exploratoire qui peut durer plusieurs années, l'installation définitive a lieu. L'habitat assez sommaire (case en paille) au cours des premières années est, au fil des années, remplacé par des maisons en matériaux plus durables (maison en briques de terres, toiture en paille ou en tôle).

Les agro-pasteurs de Ouara

La sédentarisation des éleveurs Peul dans le terroir de Ouara a commencé au début des années 1970. Deux frères Sidibe, en provenance de Baré (une localité à une vingtaine de kilomètres de Ouara), installèrent le premier campement peul en 1973. Ils furent suivies par d'autres familles : Sidibe, Barry et Diallo, Tall, Boly, Ba. Quelques unes de ces familles ont de nouveau immigré, au début des années 1990, vers la région de Gaoua et Batié. Avant les années 1970, il n'existait pratiquement pas d'élevage bovin dans le terroir. Les statistiques animales disponibles à l'époque ne mentionnaient que 10 têtes pour le terroir (TOUTAIN *et al.*, 1978). Lors de l'étude de réactualisation, pour la zone pastorale de Sidéradougou, CHARTIER (1982) réenseigne 19 parcs d'hivernage dont 13 parcs peuls et 6 parcs paysans, correspondant à un effectif de 1 310 animaux.



Carte 6 : Migrations pastorales dans l'Ouest du Burkina Faso

Les installations se font par affinités familiales. Actuellement, on compte quatre principaux campements correspondant aux principales grandes familles (Sidibe, Diallo, Tall, Boly), chacune comportant un ou plusieurs ménages ayant des liens de parenté assez proches. Ils ont tous connu une à plusieurs étapes migratoires à l'intérieur de la province du Houet ou dans celle voisine du Kenedougou, avant de s'installer à Ouara. Les principaux foyers d'accueil avant Ouara ont été les villages de Bama, Darshalami et Baré (tous dans la région de Bobo), Samorogouan (région de Orodara). Deux familles sont arrivées du village de Bondonkuy, une de la région de Gaoua.

Les agro-pasteurs de Torokoro

Le terroir de Torokoro a été, jusqu'au début des années 1990, utilisé comme zone d'accueil de transhumants pendant la saison sèche. Les premières sédentarisation datent de 1995. Les six familles recensées en 1998, avaient, deux origines. La majorité (familles Sidibe et Sangare) est originaire de Barani et a transité soit par la Côte d'Ivoire soit par le village de Bama, avant de s'installer à Torokoro. La famille Barry, quant à elle originaire de la région de Safané dans la province des Balés, s'est installée successivement dans le Houet (Dorosiamenso), puis dans une localité à côté de Banfora.

1.1.3 Typologie du fonctionnement spatial des systèmes d'élevage

Les modalités de la mobilité (sédentarité ou transhumance de saison sèche ou de saison de pluie) et la nature des aïances ont permis de définir quatre types de fonctionnement. Pour la plupart des élevages transhumants, les distances parcourues dépassent rarement la cinquantaine de kilomètres. Il s'agit donc dans l'ensemble de petites transhumances.

Cette typologie est susceptible d'évoluer, un éleveur pouvant changer de pratiques d'une année sur l'autre en fonction des leçons tirées des conduites antérieures.

1.1.3.1 Fonctionnement spatial des élevages sédentaires

Type1a

Les parcours de saison de pluie et de saison sèche se recouvrent. Seule différence, les circuits peuvent être plus longs en saison sèche du fait de la rareté des ressources fourragères et de la contrainte d'abreuvement. L'emplacement du parc

est déplacé plusieurs fois pour fumer les espaces qui seront récupérés plus tard pour la mise en culture. Il n'y a pas de changement véritable du lieu de parcage. Ce mode de fonctionnement est caractéristique de l'élevage sédentaire pratiqué par la majorité des agro-éleveurs, aussi bien à Ouara qu'à Torokoro.

Type 1b

Ce type concerne les bœufs de traits dont la conduite pendant la saison des pluies est modulée en fonction du calendrier agricole. Pendant les labours, périodes où ils sont le plus sollicités, les parcours sont constitués des jachères qui environnent le domaine agricole. Le reste de l'année, ils pâturent autour du village, sous la surveillance d'enfants, dans un rayon qui n'excède pas deux kilomètres. Pour les éleveurs qui possèdent les deux catégories de bovins (bovins d'élevages et bœufs de trait), une unité de conduite commune est constituée dès la fin de la période de culture.

1.1.3.2 Fonctionnement spatial des élevages transhumants

Type2a

Dans ce modèle, l'aire et l'aisance sont spatialement dissociées. Ce type regroupe tous les élevages qui pratiquent la transhumance de saison sèche, ou celle de saison de pluie, même si les motivations des déplacements en ces saisons ne sont pas les mêmes. La transhumance de saison sèche, a lieu après l'exploitation des résidus de culture. Les départs précoces ont lieu dès le mois de janvier et s'échelonnent jusqu'en mars. Les animaux rejoignent le terroir à partir du mois de juin et utilisent l'aire agropastorale pendant toute la période hivernale. Ce retour en début de campagne agricole permet de fumer les champs.

La transhumance de saison de pluie a lieu, quant à elle, à partir de juin et s'échelonne jusqu'en août. Les lieux de transhumances de saison de pluie se situent quelquefois dans les limites du terroir, mais d'une manière générale, ils en sont éloignés de plus d'une dizaine de kilomètres. Les troupeaux y passent de 3 à 5 mois avant de rejoindre le terroir au moment où l'espace agricole s'ouvre vers novembre-décembre.

Type 2b

Les troupeaux passent la majeure partie de l'année à l'extérieur du terroir. Ce type est surtout observé dans le terroir de Ouara ; on pourrait même dire qu'il en est exclusif. Quand la totalité du troupeau n'est pas délocalisée dans les parcours du sud sans aucune relation spatiale avec le terroir, il passe dans tous les cas très peu de temps dans le terroir d'attache. Les troupeaux qui demeurent toute l'année dans les zones de délocalisation, remontent quelquefois pour exploiter les résidus de culture.

La présence du troupeau dans le terroir d'attache varie de quelques semaines à 2 mois au maximum

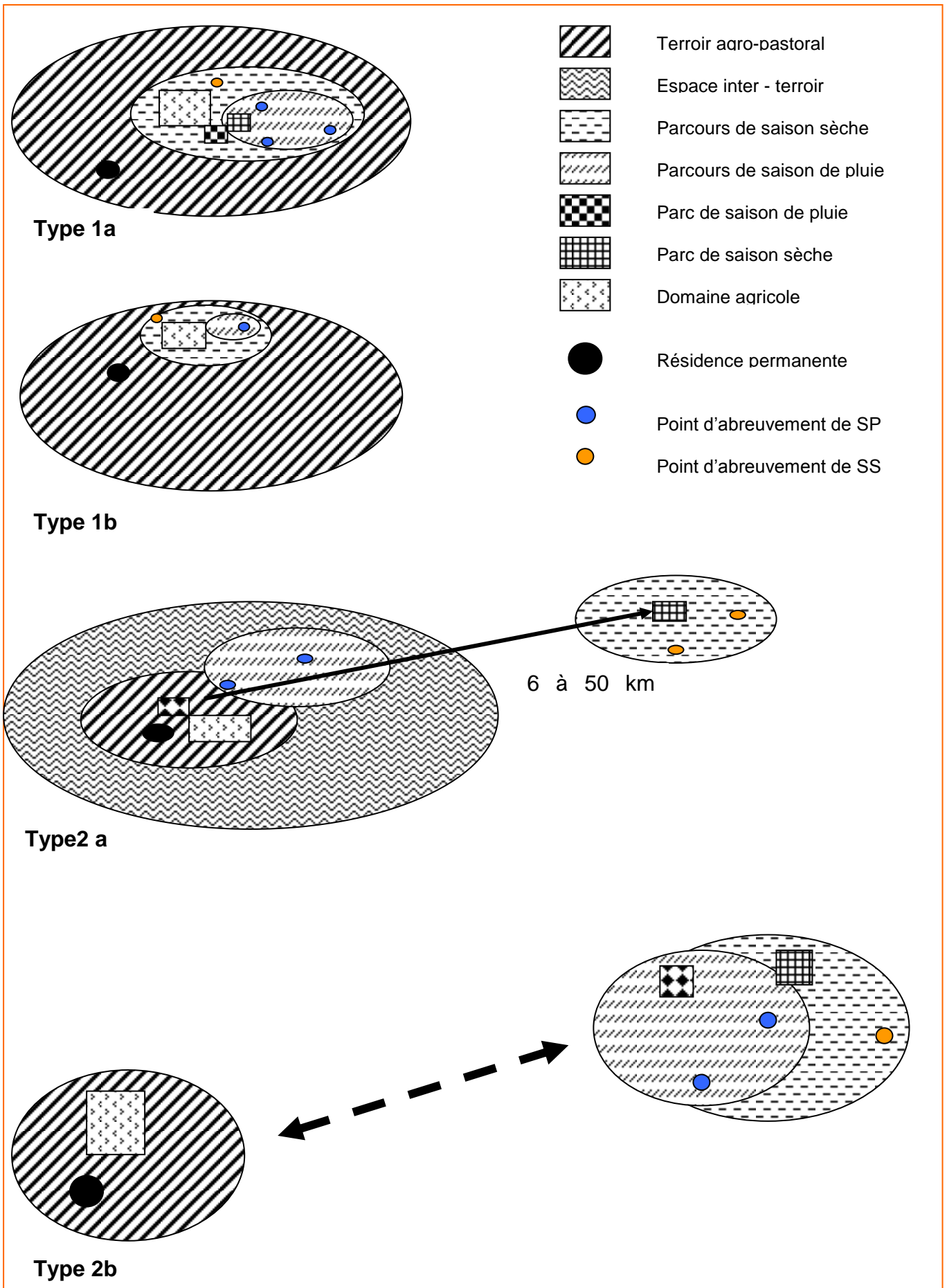


Figure 30 : Types de fonctionnements spatial des élevages

1.2 Evolution de la mobilité pastorale au cours des 20 dernières années

Les mouvements des troupeaux dans la zone *agropastorale* de Sideradougou dont fait partie Ouara, ont été cartographiés par CHARTIER (1982) et CLANET (1983). Ces données historiques confrontées à nos enquêtes personnelles, permettent de comprendre la réaction des éleveurs face aux évolutions agraires en cours.

Il est nécessaire d'analyser séparément l'évolution de la mobilité des agro-pasteurs, éleveurs par tradition, de celles des agro-éleveurs qui pratiquent l'élevage bovin depuis très peu.

1.2.1 Les évolutions récentes dans le système pastoral peul

1.2.1.1 La transhumance de saison sèche : du genre de vie à une stratégie de survie

BENOIT (1979) définit le genre de vie comme « un ensemble d'habitudes qui permet au groupe qui les pratique d'assurer son existence ». Plus qu'un mode de production, la transhumance ne serait qu'un des aspects du genre de vie peul. Ainsi, les éleveurs bien qu'étant sédentarisés dans des terroirs agricoles où ils pratiquent l'agriculture, les troupeaux ont toujours été conduits sur d'autres pacages par les plus jeunes ou des bergers salariés. Tous les agro-pasteurs que nous avons enquêtés, ont déclaré avoir toujours pratiqué la transhumance de saison sèche depuis leur installation. Ce fait est confirmé par les enquêtes de CHARTIER (1982) qui révélaient que l'élevage transhumant représentait 54% des élevages peuls et environ 50% des élevages paysans dans la région de Sidéradougou. En particulier le type d'élevage dans la zone de Somouso (gros bourg à une dizaine de kilomètres de Ouara), a été qualifié de type essentiellement transhumant.

Face à la difficile insertion des éleveurs dans de nouvelles régions, la volonté d'une installation définitive des groupes humains est évoquée par tous. Cela se traduit par une nouvelle organisation de la production animale. Beaucoup d'éleveurs sont obligés de vivre sans leurs troupeaux, qui sont délocalisés dans le sud de la région. Cela a un impact réel sur la disponibilité du lait (base de l'alimentation et principale source de revenu pour la femme peule) et sur la gestion de la fertilité des champs de ces éleveurs qui repose sur la fumure animale.

1.2.1.2 La transhumance de saison de pluie : une pratique révélatrice des contraintes

La transhumance de saison de pluie, qui a lieu de juin à août, semble être un nouveau type de mobilité développé face à la réduction de l'espace pastoral. C'est vers la fin des années 1980 que les agro-pasteurs ont commencé à développer cette stratégie. Avant, les troupeaux partaient en transhumance de saison sèche et revenaient au campement en début de saison de pluie où ils restaient jusqu'à la saison sèche prochaine. La conséquence de cette nouvelle pratique est que le temps de présence des troupeaux dans les terroirs d'attache des éleveurs est fortement réduit. Il ne dure que de quelques semaines à 5 mois, dans le meilleur des cas.

1.2.1.3 La délocalisation des troupeaux : stratégie ou minimisation des risques ?

L'augmentation simultanée des emblavures et des effectifs s'est traduite par une exclusion d'une partie du cheptel. Les plus gros troupeaux sont maintenus dans le sud dans les zones d'accueil des transhumances. De petits troupeaux laitiers sont gardés dans les campements d'attache. Ils exploitent les parcours du village. Les unités familiales se réorganisent pour faire face à cette nouvelle donne. Les fils se relaient pour conduire le troupeau dans les zones de délocalisation. Dans un premier temps, aucun habitat n'est confectionné, le troupeau est déplacé de pacage en pacage. Le système semi-sédentaire mute en un système « nomade » mais avec des déplacements de faible amplitude. Pendant cette phase, l'agriculture n'est pas pratiquée et tous les vivres sont fournis par la famille restée dans le campement d'attache ou par la vente d'animaux. L'évolution de la mobilité s'accompagne d'un changement du genre de vie. Quand l'un des fils se marie, un habitat plus pérenne est confectionné, avec pratique de l'agriculture. La mobilité se réorganise à partir de ce nouveau point d'attache. Le système se reproduit identique à lui-même mais en glissant un peu plus vers les contrées du sud.

Ces évolutions de la mobilité pastorale conduisent à un changement d'objectifs de production pour s'orienter vers la production de taurillons. Les troupeaux au cours des multiples déplacements ne sont pas toujours en contact avec des villages, d'une part, et d'autre part, les jeunes qui ont en charge ces troupeaux ne sont souvent pas mariés. La commercialisation du lait assurée par les femmes n'a plus lieu, et la traite

est uniquement destinée à l'autoconsommation. Il y a bouleversement profond de la vie sociale et économique de la société pastorale.

Bien que les troupeaux délocalisés n'aient plus de liens directs avec le terroir d'attache, il existe un certain nombre de flux. Il constitue la principale trésorerie de l'éleveur. Les ventes s'effectuent généralement dans ce troupeau pour prendre en charge les soins vétérinaires, l'achat de vivres pour la famille ou de compléments alimentaires pour les animaux dans les terroirs d'attaches. C'est également de là que sont prélevées les bonnes vaches pour les besoins laitiers de la famille, pendant que certains animaux du troupeau résidant peuvent rejoindre le troupeau délocalisé.

Dans son étude sur les Peuls du Boobola, BENOIT (1979) parle de dissociation du troupeau, soit d'une façon permanente, soit d'une façon temporaire. Dans des zones à conditions écologiques moins drastiques (plus de 1 000 mm de pluie, pâturage abondant, taux d'occupation agricole faible). LAURENT (1998) et PETIT (2000) observent de telles pratiques dans le terroir de Ouangolodougou. Cette pratique de délocalisation ou de dissociation du cheptel en deux troupeaux, voire plus, sur des parcours différents, relève d'une pratique pastorale originale mais peut aussi correspondre à une stratégie migratoire. La délocalisation des troupeaux n'est donc pas une pratique en liaison directe avec le contexte écologique, même si dans le cas de Ouara, comme nous le montrerons, le contexte y a contribué fortement.

1.2.2 Evolution de la mobilité chez les agro-éleveurs

Jusqu'à une date récente, la majorité des troupeaux des agro-éleveurs de Ouara ne pratiquaient pas la transhumance. Les premiers départs en transhumance de saison sèche de ce groupe datent du début des années 1990. En 1998, la transhumance concernait moins de 20% des agro-éleveurs (tableau 9). En 2001, ils étaient environ 62% à avoir adopté la transhumance. On se rend donc compte que la mobilité dans ce groupe a pris beaucoup d'importance au cours de ces 3 dernières années.

A Torokoro, la presque totalité des agro-éleveurs est sédentaire. Seuls deux propriétaires de gros troupeaux (un agro-éleveur mossi et un doghosé) font exception à la règle. Ils pratiquent surtout la transhumance de saison de pluie. Les troupeaux ne s'éloignent que d'une dizaine de kilomètres environ du village. Les troupeaux sont simplement déplacés dans le domaine des autochtones où de vastes espaces ne sont pas mis en culture.

Tableau 9: Importance de l'élevage transhumant dans le terroir de Ouara en 1998

	Sédentaires	Transhumants	Total
Agro-éleveurs	39	9	48
Agro-pasteurs	2	12	14
Total	41	21	62

1.2.3 De l'instabilité des territoires pastoraux

1.2.3.1 Instabilité inter-annuelle

D'une année à l'autre, les lieux d'accueil sont susceptibles de changements. Les raisons évoquées sont multiples : augmentation des mises en culture, obstruction des parcours par l'ouverture de nouveaux champs, trop grande affluence de troupeaux, mauvaises conditions sanitaires entraînant maladies et/ou mortalité d'animaux, ou même des raisons mystiques.

Dans le cadre de l'aménagement de la zone pastorale de Sidéradougou, une étude des mouvements des troupeaux a été faite par CHARTIER (1982) et par CLANET & SOME (1983). Dans ces travaux, on peut lire que les transhumances s'effectuaient uniquement en saison sèche. Les départs avaient lieu entre novembre et janvier, les retours en juin. Dans 70% des cas, la totalité du troupeau effectuait le déplacement. Les 30% qui restaient au campement étaient constitués par quelques vaches et des animaux les plus faibles qui ne sont pas en condition d'effectuer le déplacement. Pour ce qui concerne les localités de Ouara et Somouso, les mouvements des troupeaux s'effectuaient en direction du réseau hydrographique vers les rivières Tolé et Koba ou leurs affluents. Les destinations suivantes sont mentionnées par ces auteurs :

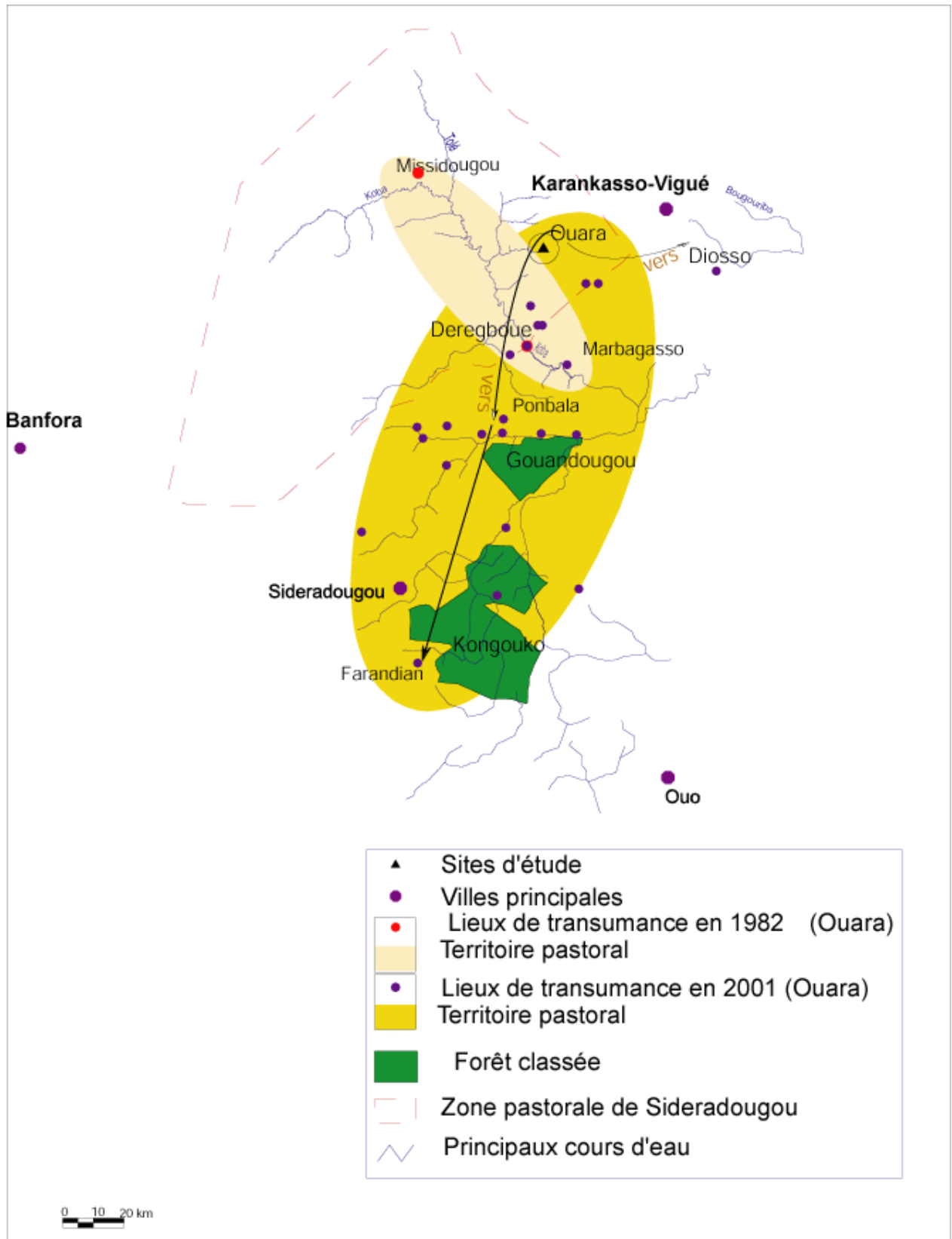
- Doundouso (8km en 1 étape)
- Missidougou (12km en 2 étapes)
- Marbagasso (16 km en 2 étapes)
- Deregboué (30 km en 4 étapes)

La confrontation de l'espace délimité par l'ensemble de ces lieux de transhumance de 1982 et ceux d'aujourd'hui, appelle quelques observations (carte 7) :

- une certaine stabilité par rapport aux anciennes aisances qui continuent d'être encore largement utilisées aussi bien par les troupeaux des agro-pasteurs que ceux

des agro-éleveurs, ces derniers étant les plus nombreux. Il s'agit de l'espace compris dans un rayon de 25 à 30 kilomètres au sud et à l'ouest du terroir. On observe que les troupeaux des agro-éleveurs restent dans les anciennes aisances peu éloignées de Ouara, 25 km environ. Cela évite de longs déplacements au propriétaire du troupeau, pour le ravitaillement des bergers. Il faut également y voir que ces derniers tiennent à avoir l'œil sur leur troupeau qui est conduit en transhumance, dans la plupart des cas, par un berger peul.

- Deux nouvelles zones sont actuellement explorées. L'une se situe au sud de la Koba, entre ce fleuve et la ville de Sidéradougou, dans le lieu de Ponbala. C'est là que se retrouvent les troupeaux de la plupart des agro-pasteurs peuls en saison sèche. Quelques troupeaux descendent même de près d'une trentaine de kilomètres en dessous de Sideradougou pour rejoindre les troupeaux délocalisées. A partir des terroirs de délocalisation, les mouvements des troupeaux atteignent quelquefois les pays voisins (Côte d'Ivoire et Ghana). La deuxième direction qui est en train d'être privilégiée par les mouvements de transhumance, se situe du côté de la ville de Karankassovigué en direction, du cours d'eau de la Bougouriba.
- On constate que les mouvements des transhumances sont polarisés par les points utilisables sur les différents cours d'eau, mais également par les forêts classées qui visiblement constituent des points d'attraction, même si leur accès n'est pas autorisé.



Carte 7 : Evolution des lieux de transhumances entre 1982 et 2001

1.2.3.2 Instabilité intra-saison

Quand l'éleveur pratique les deux transhumances, les pacages utilisés en saison de pluie ne sont pas les mêmes que ceux de saison sèche. Les transhumants de saison sèche et ceux de la saison des pluies se relaient sur les lieux de pacage. Pendant que les premiers arrivent dans les pacages de saison de pluie, ceux qui y ont passé la saison se déplacent vers des pacages plus au Sud.

Pendant la saison des pluies, les lieux de pacages changent peu. Par contre en saison sèche, les déplacements sont quelque peu imprévisibles. La direction empruntée par le troupeau est fortement influencée par les localités qui reçoivent des pluies précoces, évènement complètement aléatoire. Ainsi en 2001, la région de Ouara qui a enregistré des pluies précoces a drainé la plupart des éleveurs dans cette direction. La mobilité au cours d'une campagne est illustrée à partir de deux exemples d'éleveurs transhumant de Ouara : celle d'un agro-pasteur et celle d'un agro-éleveur.

Evolution de la mobilité du troupeau de Diallo B.

Diallo B (DB) est un agro-pasteur installé à Ouara avec trois frères, depuis le milieu des années 1970. Le plus jeune des trois frères, qui a 53 ans, est installé à Bobo, où il se livre au commerce de bétail. L'un des fils des trois frères fait également le commerce du bétail. DB possède deux troupeaux. L'un est délocalisé depuis une dizaine d'années dans une localité située à environ 65 km au sud de Ouara. Un des fils marié y réside de façon permanente.

A son installation, les lieux de pacage des troupeaux de la famille se situaient dans un rayon de 25 km au sud de Ouara. Au cours de l'année 2001, les troupeaux de DB ont été conduits en différents lieux comme l'indique la figure 31a.

Pendant que le troupeau résidant passait l'hivernage à Ouara, le deuxième troupeau d'une centaine de tête a été déplacé du terroir de délocalisation vers les anciennes zones d'accueil du nord. Dès la mi-décembre, les troupeau résidant et délocalisé, ont tous été réunis sur un autre pacage situé à 25 km à l'Est de Ouara, aux environs du village de Diosso. Le fonctionnement de ce troupeau, au cours de l'année 2001, s'est caractérisé par une très grande instabilité.

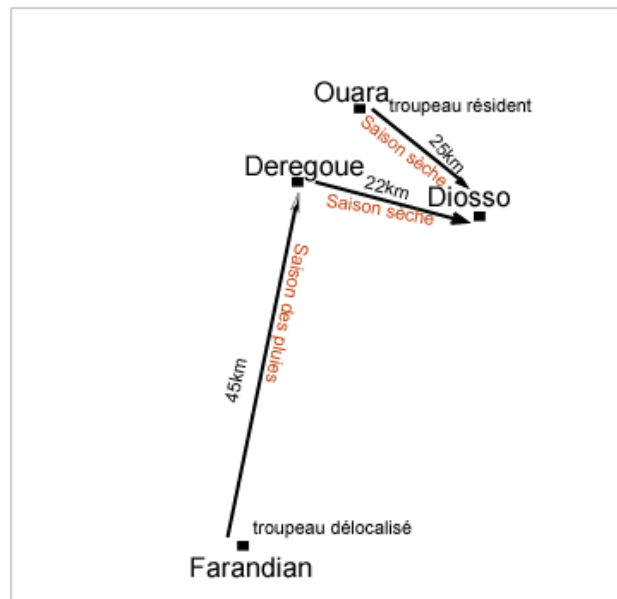


Figure 31 a : Déplacements des deux troupeaux de DB au cours de l'année 2001

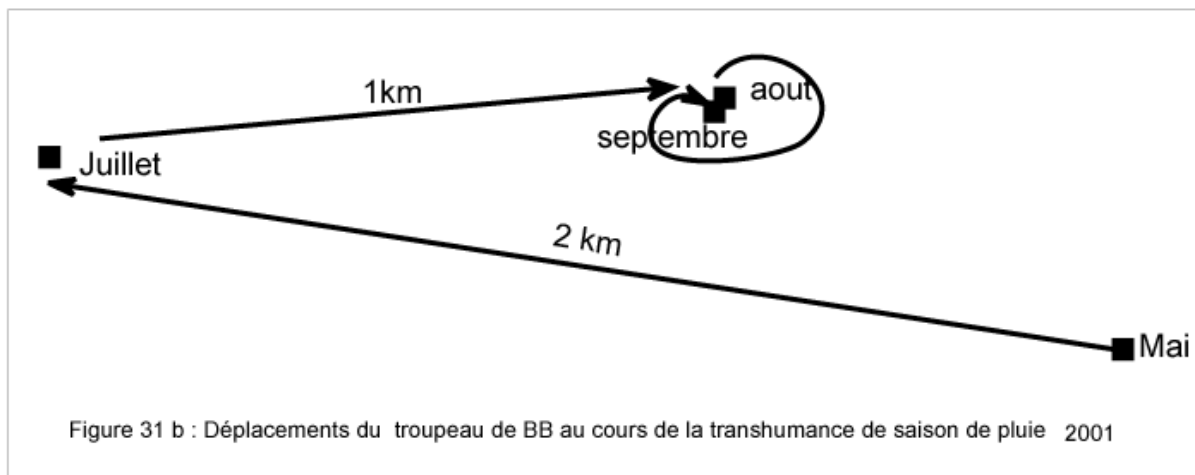


Figure 31 b : Déplacements du troupeau de BB au cours de la transhumance de saison de pluie 2001

Figure 30: Evolution de la mobilité pastorale au cours d'une année

Evolution de la mobilité du troupeau de Belem B

Belem B (BB) est un agro-éleveur qui a dépassé la soixantaine. Son exploitation se compose de trois ménages dont ceux de deux fils. Il s'est installé à Ouara au début des années 1980, avec un troupeau d'une vingtaine de têtes. Actuellement, la taille de son troupeau atteint la soixantaine de têtes. Originaire d'une région à tradition

pastorale (Silmi-mossé du Yatenga), il pratique la transhumance de saison sèche depuis 1990. Son troupeau a toujours passé la saison des pluies à Ouara.

A partir du mois de mars 2001, le troupeau a été conduit par son berger, un Peul, dans une localité à 13 km au Sud du village. Il y est resté jusqu'en novembre, soit environ neuf mois d'absence. Tout le troupeau a été amené en transhumance. Les deux bœufs de trait ont été retournés au village pendant la saison de culture. Le troupeau de BB a été suivi une fois par mois, de mai 2001 à septembre 2001. Le parc de nuit, qui est le point fixe des circuits, n'a changé d'emplacement que de quelques mètres durant toute la période du suivi (figure 31b). Le parc a été déplacé d'environ de deux km entre mai et juillet, puis d'un km entre juillet et août. En septembre, lors du dernier suivi, l'emplacement du parc était au même endroit qu'en août. On observe une certaine stabilité des lieux utilisés pendant la saison pluie.

1.3 Déterminants de la mobilité pastorale

Ouara et Torokoro sont deux terroirs qui se différencient par l'importance de l'occupation agricole : taux d'occupation des terres en 1998 de 44% pour le premier et 21% pour le second. La densité de la population et du cheptel sont également plus élevées à Ouara qu'à Torokoro.

L'hypothèse est que l'augmentation de l'emprise agricole peut être assimilée à une dégradation du potentiel fourrager et qu'elle conduira à une plus grande mobilité dans les terroirs à forte occupation agricole. A priori, on s'attend à une plus forte mobilité en saison de pluie où la contrainte spatiale est maximale du fait de la fermeture de l'espace agricole aux troupeaux. La question de départ était donc simple : l'une ou l'autre modalité des déplacements (transhumance de saison sèche, de saison de pluie ou sédentarité) est-elle plus fréquente dans un terroir plutôt que dans l'autre ? Ensuite, il a fallu rechercher les variables déterminantes qui expliquent le choix du type de mobilité non seulement entre terroirs mais aussi à l'intérieur de chaque terroir.

1.3.1 Les variables considérées

- **Les caractéristiques de l'unité familiale**
 - L'ethnie de l'éleveur : 4 modalités ont été retenues (Doghosé, Mossi, Peul, autres)

- L'âge du chef d'exploitation : 3 classes d'âge (25-40 ; 40-60 ; plus de 60)
- Nombre de ménage dans l'exploitation : 3 classes (1 ; 2 à 3 ; plus de 3 ménages)
- Statut matrimonial des fils : 3 modalités (aucun, 1 à 2, plus de 2 fils mariés)
- Main d'œuvre familiale : 3 classes (1 à 10 ; 10 à 20 ; plus de 20 personnes)
- Statut du berger : 2 modalités (familial, salarié)
- L'expérience de l'élevage en nombre d'années : 3 modalités (nouveaux, grande expérience, de naissance)
- Sources de revenus de l'exploitation : 4 modalités (coton, élevage, igname, autres)
- Activités non agricoles : 2 modalités (oui, non)

▪ **Variables liées au cheptel de l'exploitation**

- Nombre de troupeau : 2 modalités (1 troupeau, plus d'un troupeau)
- Taille du troupeau : 3 classes (10 à 30 ; 30 à 50 ; plus de 50 têtes)
- Nombre de propriétaires du troupeau : 2 classes (1 ; plus d'un propriétaire)
- Races bovines dominantes : 3 modalités (zébus, taurins, métis)

▪ **Variables liées aux pratiques fourragères**

Deux variables ont été considérées :

- stockage de résidus de culture : 2 modalités (oui, non)
- achat de sous produits agro-alimentaire : 2 modalités (oui, non)

▪ **Variables liées au foncier**

En dehors des parcours post-cultureaux qui peuvent être considérés comme des ressources plus ou moins appropriées, les autres parcours sont utilisés de façon commune sans règles d'accès clairement établies. L'accès aux résidus de culture a été abordé au cours des enquêtes. De prime abord, cet accès ne semble pas poser de problèmes. Il semble cependant qu'il faut avoir l'accord du propriétaire du champ et surtout accepter de passer après les animaux du propriétaire. Il n'a pas été mentionné de cas d'accès monétarisés, ni de contrat de fumure, ni de ventes de résidus de culture.

Nous avons utilisé des variables « indirectes » :

- Nombre d'années d'installation dans le terroir. Cette variable peut être mise en relation avec le foncier, en partant de l'hypothèse que, plus le chef d'exploitation est anciennement installé, et plus il a accès à la terre (possibilité de posséder des réserves foncières, de faire de la jachère fourragère...). En d'autres termes, les exploitations les plus récemment installées seraient plus précaires et donc seraient plus mobiles.
- Pratique de la jachère : 2 modalités (oui, non)
- Possession de réserve foncière : 2 modalités (oui, non)

Au total 20 variables quantitatives ou qualitatives recodées en deux à quatre modalités ont été soumises à une analyse factorielle multiple (AFCM) pour mettre en exergue les liaisons entre variables. Des 109 exploitations enquêtées, celle dont l'effectif du cheptel est inférieur à 10 têtes (24 exploitations), considérées comme des agriculteurs équipés, ont été exclues parce qu'elles sont toutes sédentaires et pourraient donner un poids évident à ce type de mobilité.

Les analyses ont été conduites successivement avec un tableau de données communes (85 exploitations) pour les deux terroirs afin de connaître les variables qui sont liées entre elles, indépendamment du terroir. Ensuite chaque terroir a été analysé individuellement.

1.3.2 Analyse factorielle sur les données communes aux deux terroirs (Figure 32)

Le tableau de données constitué de 85 lignes représentant les éleveurs et de 20 variables recodées en 2 à 4 variables a été soumis à l'analyse.

Explication des axes factoriels

37,20% de l'inertie totale est expliqué par les trois premiers facteurs.

Les variables qui contribuent le plus au facteur1 sont : l'ethnie 1 (Doghosé), le statut (autochtone) terroir 2 (Torokoro), le type de revenu (igname) et la race bovine (taurine). Cet axe traduit une opposition des deux terroirs. Celui de Ouara est caractérisé par une importance de la race Zébu et des métis Zébus X taurins avec des pratiques fourragères un peu plus élaborées : 79% des éleveurs stockent des résidus de culture pour la saison sèche et la moitié a recours à l'achat de sous produits agro-industriels, essentiellement des coques et du tourteau de coton. La race locale taurine domine dans les élevages bovins à Torokoro. La première source

de revenu des agro-éleveurs de ce terroir est l'igname. Ce sont des élevages sédentaires qui n'ont recours à aucune pratique fourragère (pas de stockage de foin, pas d'achat de SPAI).

L'axe 2 est expliqué quant à lui, par l'élevage des Peuls. Ils possèdent pour la plupart plus d'un troupeau. Ceux-ci sont déplacés aussi bien en saison de pluie qu'en saison sèche. La première source de revenu est l'élevage. Cet axe oppose élevage peul et élevage mossi sédentaire.

Le plan factoriel 1/2 isole nettement deux groupes :

- les agro-éleveurs doghosé (ethnie=1)
- les agro-pasteurs peuls (ethnie=3)

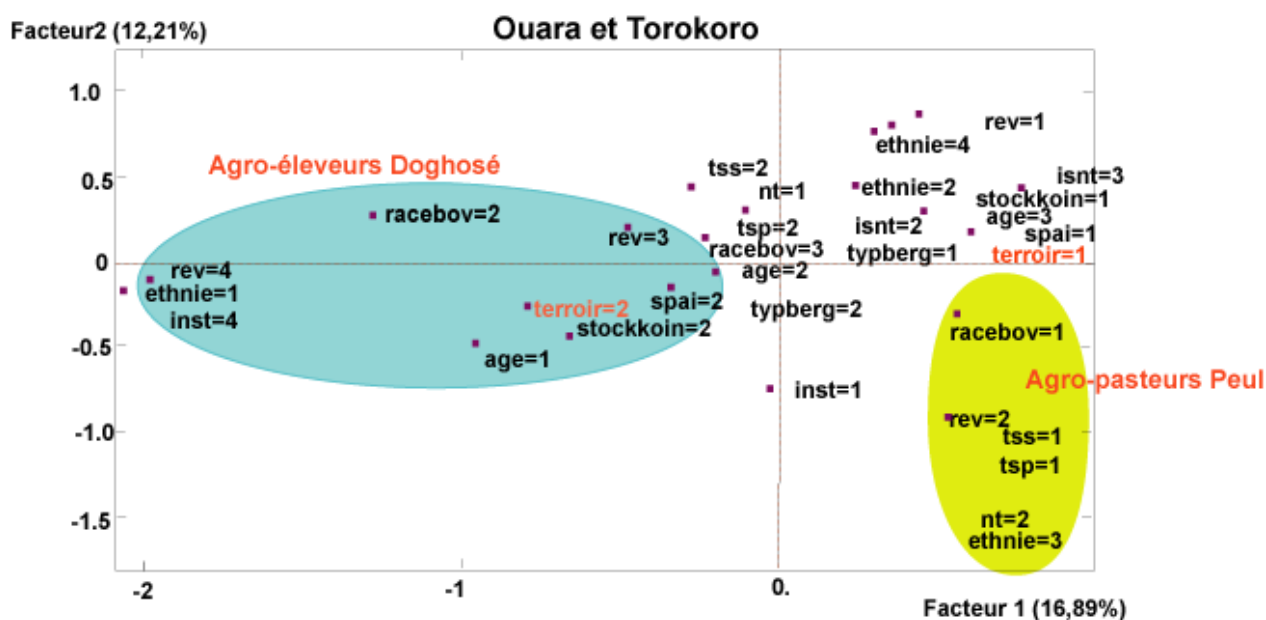


Figure 31 : Plan factoriel des variables les plus importantes (Ouara et Torokoro)

1.3.3 Analyse factorielle sur les données de Ouara (Figure 33)

Explication des axes factoriels

Les trois premiers axes contribuent à 34,19% à l'inertie totale. Les variables qui contribuent le mieux à expliquer cet axe sont liées à l'élevage peul, dont l'effectif des troupeaux est dans la plupart des cas supérieur à 50 têtes. Ils possèdent pour la plupart plus d'un troupeau et effectuent la transhumance aussi bien en saison de pluie qu'en saison sèche. On observe une opposition avec l'élevage des agro-

éleveurs mossi qui ne possèdent qu'un troupeau, sédentaire dans la majorité des cas.

L'axe 2 est expliqué par des variables des jeunes exploitations, sans grande expérience de l'élevage bovin. Ils disposent d'une main d'œuvre familiale assez réduite. Ils tirent leur revenu essentiellement des cultures vivrières.

Le plan factoriel isole bien le groupe des agro-pasteurs.

1.3.4 Analyse factorielle sur les données de Torokoro (Figure 34)

Explication des axes factoriels

La contribution des trois premiers facteurs à l'inertie totale est de 43,35%. Le facteur ethnique et l'expérience de l'éleveur dans l'élevage, sont les variables qui expliquent le mieux les axes. Les variables explicatives de l'élevage des Peuls se détachent nettement de l'ensemble. L'axe 1 oppose cet élevage à l'élevage des petits agro-éleveurs débutants qui ont des troupeaux compris entre 10 et 30 têtes.

Ce sont les variables qui caractérisent l'agro-élevage des Mossi qui expliquent l'axe 2. Dans ce groupe, on observe un début de stratégies fourragères avec le stockage de résidus de culture. Cet axe oppose agro-élevage mossi et doghosé.

Le troisième axe, quant à lui, est caractérisé par l'élevage des agro-éleveurs autres que Mossi et Dogossé. Ils ont une dizaine d'années d'expérience dans l'élevage bovin. Le coton constitue leur principal source de revenu.

Le plan factoriel 1/2 isole bien le groupe des agro-pasteurs et celui des agro-éleveurs doghosés.

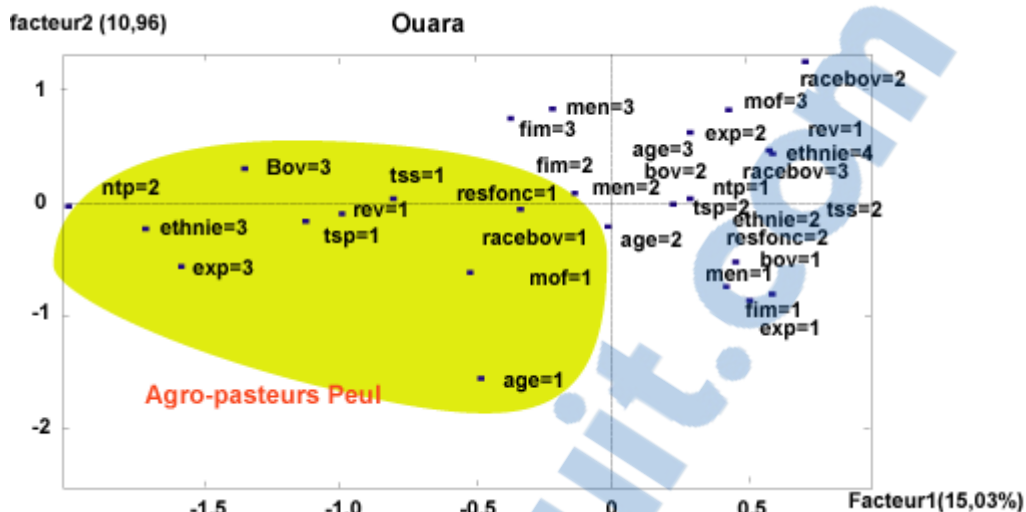


Figure 32 : Plan factoriel des variables les plus importantes (Ouara)

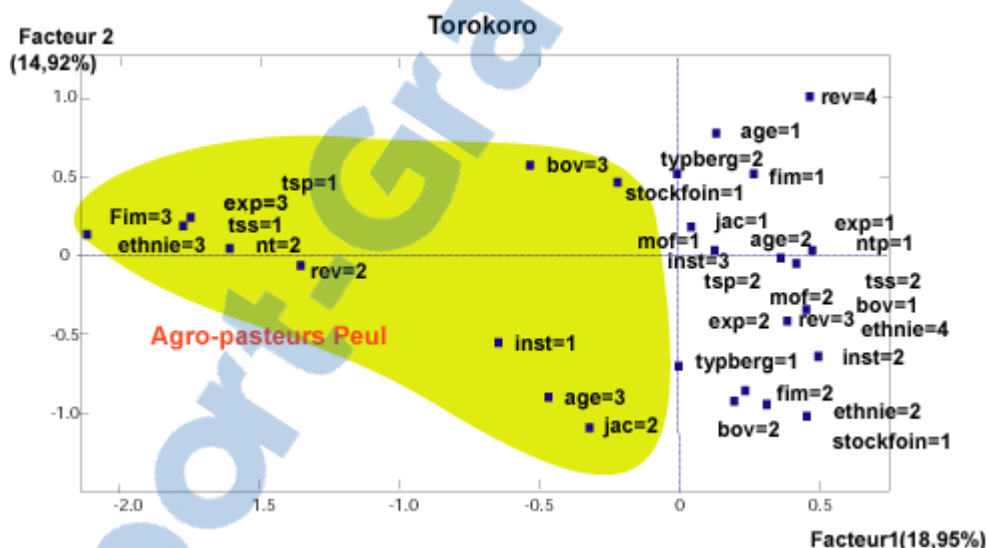


Figure 33 : Plan factoriel des variables les plus importantes (Torokoro)

1.3.5 Importance de la mobilité en fonction du contexte écologique

Chacune des variables décrivant la mobilité (transhumance en saison sèche, transhumance en saison de pluie) a été croisée avec la variable terroir (2 modalités). Le tableau 10 présente les valeurs des fréquences observées et fréquences théoriques pour les troupeaux transhumants.

Tableau 10: Proportion des exploitations pratiquant la transhumance en 2001

Terroir	Mobilité			
	Transhumance saison sèche		Transhumance saison des pluies	
	Fréquence observée	Fréquence théorique	Fréquence observée	Fréquence théorique
Ouara (N=48)	20	15,25	8	8,47
Torokoro (N=37)	7	11,75	5	6,53

En saison sèche, la fréquence théorique attendue à Ouara est plus faible (15,25) que la fréquence réelle (20). A Torokoro, on s'attendait théoriquement à 12 éleveurs. La fréquence réelle est de 7 : la variable terroir apporte une différence significative dans le choix de transhumer en saison sèche.

Pendant la saison des pluies, les fréquences théoriques et réelles sont peu différentes à Ouara. A Torokoro en revanche, on s'attendait à plus de mobilité pendant la saison des pluies, ce qui n'est pas le cas : la variable terroir est peu significative pour expliquer la mobilité de saison de pluie à Ouara, par contre, elle l'est pour Torokoro.

Il faut rappeler que la motivation de transhumer en saison sèche n'est pas la même qu'en saison de pluie. En saison sèche, c'est la recherche de points d'eau de surface et des pâturages qui motivent les déplacements. En saison de pluie, les éleveurs s'éloignent des zones densément cultivées afin d'éviter les dégâts aux cultures, source de conflits avec les agriculteurs. De façon générale, la transhumance de saison sèche est plus importante que celle de saison de pluie aussi bien à Ouara qu'à Torokoro. Sur l'ensemble des deux terroirs, le tiers des éleveurs transhument en saison sèche, contre seulement 15% en saison de pluie. En saison de pluie, on s'attendait à une mobilité plus importante que les 17% enregistrés à Ouara.

En saison sèche, c'est environ 42% des éleveurs de Ouara qui déplacent leurs troupeaux de l'aire vers de nouveaux pacages. A Torokoro, ce type de mobilité concerne à peine 19% des éleveurs. **Globalement, la différence est significative entre les deux terroirs. Par contre l'hypothèse d'une plus grande mobilité en saison de pluie à Ouara n'est pas confirmée par les analyses.** Les déterminants de la mobilité en saison de pluie sont à rechercher à d'autres niveaux.

1.3.6 Les variables déterminantes

Pourquoi des éleveurs soumis à la même contrainte spatiale réagissent-ils différemment ? Quels sont les facteurs explicatifs des choix stratégiques du moment ?

Les variables décrivant la mobilité ont été croisées deux à deux avec chacune des variables liés à l'unité familiale, aux caractéristiques du cheptel et au foncier.

Les analyses ont été effectuées avec le logiciel SPAD. Pour comparer des fréquences ou des moyennes, le logiciel utilise la valeur-test. Le test est significatif au seuil de 5% si la valeur-test est supérieure à 2 en valeur absolue.

Le tableau 11 donne les variables les plus significatives complétées par celles dont la valeur-test est supérieure à 1 en valeur absolue.

Tableau 11 : Valeurs tests du croisement entre variables de la mobilité et variables explicatives

Variables explicatives	Variables à expliquer	
	Transhumance saison sèche	Transhumance saison des pluies
Nombre troupeau	2,97	3,69
Ethnie	5,21	3,61
Revenu	6,11	3,23
Taille du troupeau	2,95	2,67
Possession de jachères		-1,71
Nombre de fils marié	2,50	2,18
Nombre de ménage	1,03	1,22
Autre activités	1,08	
Race bovine	2,05	1,16
Expérience de l'élevage	4,71	2,43
Stockage de foin	-1,06	
Achat de SPAI	-1,87	
Nombre de propriétaires	-1,40	

Les variables les plus explicatives de la transhumance de saison sèche sont dans l'ordre : la place de l'élevage dans les revenus de l'éleveur ; l'ethnie de l'éleveur ; l'expérience de l'élevage, le nombre de troupeaux ; la taille du troupeau ; le nombre

de fils mariés et la race bovine élevée. Toutes ces variables, à l'exception de la race bovine élevée, sont toujours les plus significatives pour expliquer le choix de la transhumance en saison des pluies. Les troupeaux taurins des agro-éleveurs doghosé sont peu mobiles et n'effectuent pas de transhumances.

Quelques unes des variables les plus significatives sont commentées sachant qu'il existe pour la plupart des variables une relation de cause à effet.

1.3.7 La transhumance : une pratique liée à l'ethnie ?

Il est écrit dans de nombreux ouvrages que la transhumance est un mode de production animale caractéristique de l'élevage peul. En effet, les analyses multivariées ont révélé un poids important du facteur ethnique dans les types de mobilité. Cela ressort également dans les tableaux croisés. En effet, sur la totalité des éleveurs qui effectuent la transhumance de saison de pluie, 70% sont des Peuls ; en saison sèche ils sont 54% à déplacer leur troupeau. Les tableaux 12 et 13, présentent les fréquences observées et les fréquences théoriques calculées pour chaque ethnie en fonction des saisons. En considérant individuellement les terroirs, on se rend compte que la transhumance n'est plus le seul fait des Peuls agro-pasteurs. A Ouara, 25% des éleveurs qui transhument en saison de pluie sont des agro-éleveurs, c'est à dire des éleveurs d'une ethnie autre que peule. A Torokoro, ils représentent jusqu'à 40% des élevages. Pendant la saison sèche, les agro-éleveurs représentent 58% des élevages mobiles à Ouara et 14% à Torokoro.

La tendance globale sur le poids ethnique, révélé dans les analyses précédentes, est plus discutable quand on y regarde de plus près. Les fréquences théoriques attendues aux deux saisons sont supérieures aux fréquences réelles pour toutes les ethnies autres que les Peuls.

En plus du facteur ethnique qui certes est important, d'autres facteurs semblent déterminants dans le choix du type de mobilité : le nombre de troupeaux, la taille du troupeau, l'expérience de l'éleveur.

Tableau 12 : Importance de la transhumance de saison de pluie en fonction des principales ethnies à Ouara et à Torokoro

	Doghosé		Mossi		Peuls		Autres	
	FO	FT	FO	FT	FO	FT	FO	FT
Ouara	0	0	2	4,50	6	1,83	0	1,67
Torokoro	1	1,62	1	2,03	3	0,81	0	0,54

FO = fréquence observée FT = fréquence théorique

Tableau 13 : Importance de la transhumance de saison de sèche en fonction des principales ethnies à Ouara et à Torokoro

	Doghosé		Mossi		Peuls		Autres	
	FO	FT	FO	FT	FO	FT	FO	FT
Ouara	0	0	8	10,69	8	4,35	3	3,96
Torokoro	1	2,27	0	2,84	6	1,14	0	0,76

FO = fréquence observée FT = fréquence théorique

2 LES CIRCUITS DE PATURAGE

Dans ce paragraphe, l'analyse de la mobilité pastorale est faite sur une année. Des suivis de troupeaux sédentaires ont été effectués dans les deux terroirs, en fonction des principales saisons pour connaître l'évolution de la mobilité et les caractéristiques des circuits de pâturages.

2.1 Le calendrier pastoral

L'alimentation sur parcours est organisée spatialement et temporellement en fonction des contraintes saisonnières liées à l'évolution de l'espace pastoral et du type d'élevage. Les pratiques territoriales ont été abordées en fonction des systèmes d'élevage identifiés et également en fonction des saisons. Quatre principales périodes correspondant chacune à des pratiques et à des contraintes alimentaires assez identiques ont été retenues :

- la période de **novembre à février (P1)** correspond, du point de vue climatique, à **la saison sèche froide**. Dès le mois d'octobre, les premières récoltes de maïs ont lieu. Elles vont s'étendre jusqu'au mois de janvier avec des spéculations comme le sorgho et le coton. L'espace agricole s'ouvre donc progressivement aux troupeaux qui y ont accès en vaine pâture. Cette période

est considérée comme une période faste par les éleveurs. L'enjeu majeur de la conduite des troupeaux concerne l'accès aux résidus. Pendant cette période ont lieu les feux de brousse dont les plus précoces surviennent dès novembre. Cette période qui est celle de la vaine pâture est retardée d'environ un mois et demi à Torokoro à cause des récoltes plus tardives.

- la période de **mars-avril (P2)**, correspond à la **saison sèche chaude**. Elle se caractérise par une faible disponibilité du fourrage en qualité et en quantité. Les herbacées qui ont échappé aux feux de brousse sont très desséchées et de faible valeur nutritive. Les graminées pérennes sont susceptibles d'émettre des repousses quand les conditions hydriques du sol et la situation topographique le permettent. A cette période, la plupart des points d'eau de surface tarissent. Les éleveurs sont contraints à de longs déplacements à la recherche de points d'eau de surface, ou doivent creuser des puisards dans les bas-fond pour abreuver le bétail. C'est la période la plus contraignante où diverses stratégies sont développées par les éleveurs.
- Le début de la saison de pluie (**P3**) correspond aux mois de **mai et juin**, et voit l'installation de la végétation herbacée. Avec les premières pluies, l'herbe repousse et sa qualité fourragère est bonne. De nombreuses flaques d'eau se forment et les contraintes d'abreuvement s'estompent.
- La période de pleine saison de pluie (**P4**) correspond aux mois de **juillet à octobre**. C'est la période du développement important de la biomasse herbacée qui atteint son optimum en septembre-octobre au moment des floraisons et fructifications. La ressource fourragère est abondante en terme de biomasse, mais la qualité du fourrage est moins bonne à cause du début de sclérisation des graminées pérennes. La hauteur et la densité de l'herbe interdit tout accès à certaines formations. L'abreuvement ne pose aucun problème. La fin de cette période, qui correspond aux mois d'octobre-novembre, est considérée comme une période difficile pour l'alimentation des animaux.

2.2 Les troupeaux suivis

2.2.1 Les troupeaux suivis à Ouara

Deux troupeaux appartenant à deux agro-pasteurs (AP1 et AP2) et un troupeau d'agro-éleveurs mossis (AEM) ont été suivis.

Pendant la saison des pluies (P3 et P4), les suivis se sont déroulés de mai à septembre. Un des troupeaux d'agro-pasteurs a été suivi de façon régulière. Par contre, les suivis ont été moins réguliers pour les deux autres troupeaux. Le troupeau de l'agro-éleveur BB (*cf.* paragraphe 1.2.3.2) a été suivi un mois sur deux, de mai à septembre, dans les lieux de transhumances de saison de pluie. Les caractéristiques des circuits de cet éleveur serviront de témoins pour comparaison.

Pendant la période de vaine pâture (P1) correspondant à la saison sèche froide (novembre-février) et à la saison sèche chaude (P2), un seul suivi a été effectué par troupeau. Le tableau 14 récapitule le nombre de suivis par troupeau. La taille du troupeau a quelque fois varié du simple au double, voire au triple, en fonction des saisons. Les valeurs indiquées sont des moyennes sur l'ensemble des circuits.

Tableau 14 : Caractéristiques des troupeaux suivis

Terroir	Type d'éleveur	Type d'élevage	Taille du troupeau	Nombre De suivis
Ouara	Agro-pasteur1(AP1)	Sédentaire	50	7
	Agro-pasteur2 (AP2)	Transhumant	43	5
	Agro-éleveur mossi (AEM)	Transhumant	33	5
Torokoro	Agro-pasteur1	Transhumant	90	6
	Agro-pasteur2	Transhumant	80	6
	Agro-éleveur Mossi (AEM)	Sédentaire	66	6
	Agro-éleveur Doghosé (AED)	Sédentaire	66	5

2.2.2 Les troupeaux suivis à Torokoro

Quatre troupeaux, appartenant aux deux catégories d'éleveurs, ont été suivis : deux agro-pasteurs choisis en fonction de la localisation de leur campement (un en zone autochtone et l'autre dans la zone des migrants), un agro-éleveur mossi et un agro-éleveur doghosé. Pendant la saison des pluies (P3 et P4), chaque troupeau a été suivi 4 fois (mai, juillet et août, novembre). Pour les autres périodes, chaque troupeau a été suivi une fois. Au total, six suivis par troupeau ont été effectués au cours de l'année. Des suivis ponctuels ont été également effectués sur trois autres troupeaux, dont un en dehors du terroir.

2.3 Les territoires pastoraux des troupeaux suivis

2.3.1 Organisation des circuits saisonniers à Ouara

La conduite des troupeaux est organisée chaque jour selon un circuit différent (carte 8), dans un espace dont les limites semblent, cependant, stables pour les agro-éleveurs et très fluctuants pour les agro-pasteurs. Les circuits saisonniers se juxtaposent avec un recouvrement assez important, renforçant l'hypothèse d'une contrainte spatiale plus importante. Cette hypothèse devient « frileuse » quand on observe les circuits des agro-éleveurs de Torokoro dont les circuits annuels présentent les mêmes caractéristiques, d'où, l'intérêt de la recherche des déterminants de la mobilité saisonnière qui seront discutés dans le paragraphe 3.

L'espace pastoral des sédentaires est structuré en fonction des quartiers et des points d'eau. La direction des circuits est déterminée surtout par l'emplacement des parcs, déplacés plusieurs fois de quelques centaines de mètres au cours de l'année. Chez les agro-pasteurs, ces parcs sont implantés en toute saison, à quelques centaines de mètres à côté des concessions. La plupart des agro-éleveurs éloignent leur parc de la concession pendant la saison de pluie et le rapprochent en saison sèche pour fumer les champs de case.

Si l'emplacement du parc semble être le facteur déterminant pour le choix de la direction des circuits et donc des espaces exploités, l'ensemble des circuits annuels des éleveurs suivis montre une certaine stabilité dans les lieux utilisés, même si la ressource ou le type de faciès de végétation sollicité n'est pas la même en fonction des saisons. Il y a un partage tacite de l'espace entre éleveurs, perceptible au niveau

des agro-pasteurs dont les campements sont implantés au nord du village. Chaque territoire associe un certain nombre de faciès de végétation et de points d'eau.

2.3.2 Organisation des circuits saisonniers à Torokoro

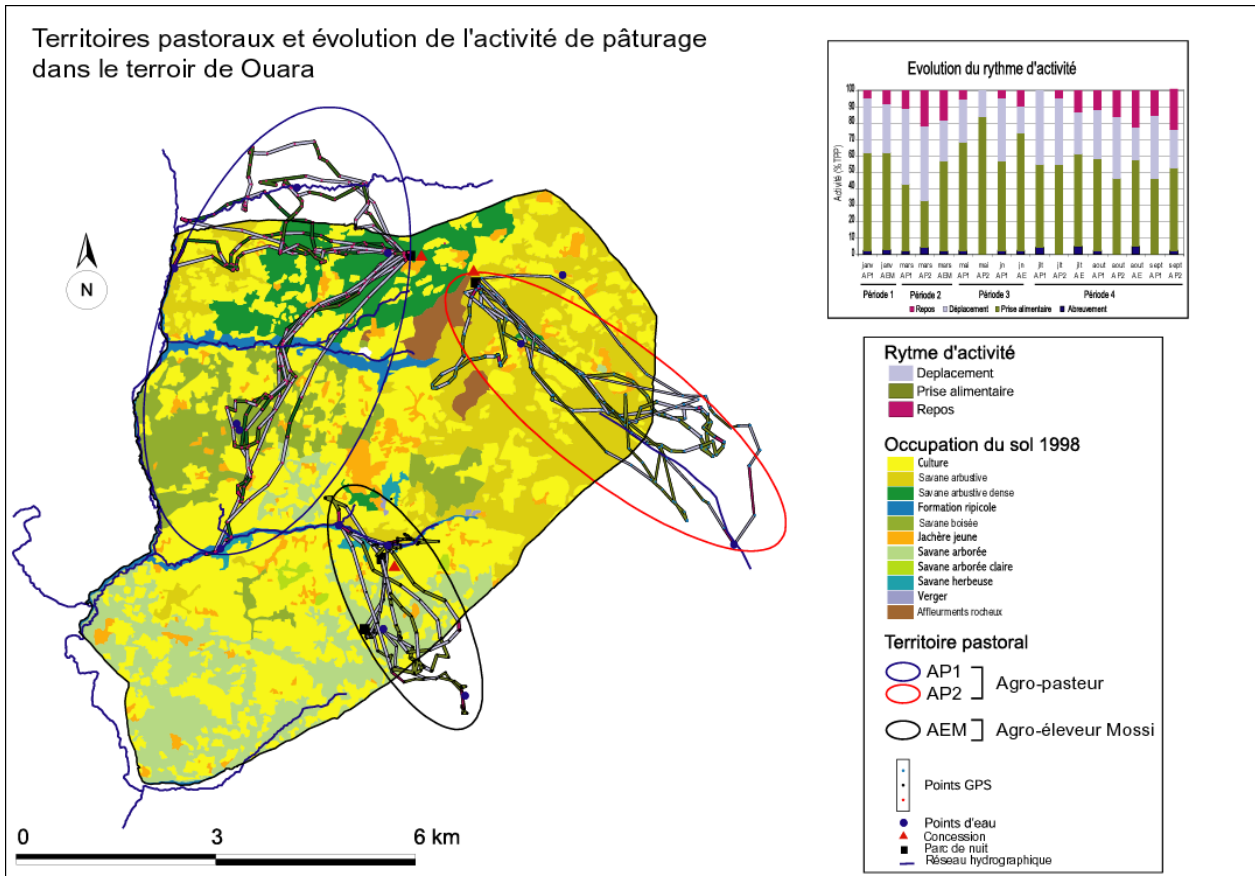
De mai à décembre, période pendant laquelle l'espace agricole est fermé, chacun des éleveurs utilise un territoire assez circonscrit. Les territoires pastoraux de ces éleveurs ne s'imbriquent guère (carte 9).

Les circuits de l'agro-pasteur 1, s'étalent d'est en ouest de son campement, sur un rayon d'environ 3,5 km. L'agro-pasteur 2, quant à lui exploite les espaces au nord et au sud-ouest de son campement. En direction du nord, les lieux exploités se situent à environ 2,5 km. Vers le sud-ouest, l'espace exploré à partir du campement atteint 3,5 km.

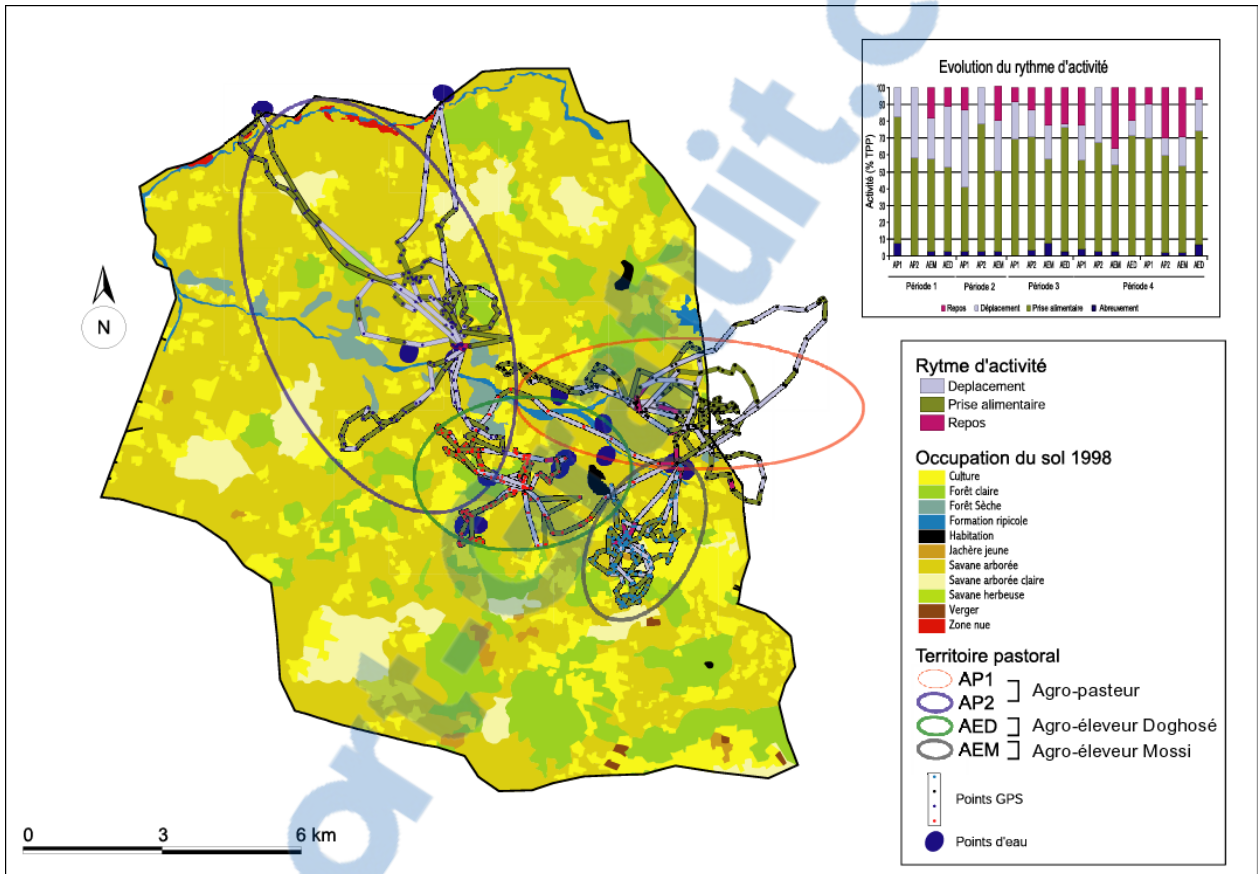
Les circuits des agro-éleveurs, quant à eux, sont organisés sur un rayon de 1,5 km à 2 km autour des parcs d'hivernage. L'agro-pasteur mossi exploite des espaces plutôt au sud de ses parcs d'hivernage, quant à l'agro-éleveur doghosé, la direction privilégiée des circuits semble plutôt être du côté ouest et sud du parc.

A partir de décembre, la plupart des points d'eau de surface tarissent et des puisards sont creusés dans le lit mineur des bas-fond pour abreuver les troupeaux. En 2002, dès la mi-décembre, l'abreuvement des troupeaux était effectué par exhaure. Les contraintes d'abreuvement polarisent les circuits autour des rares points d'eau de surface. Dans la maîtrise foncière du village, des puisards peuvent être creusés à deux ou trois endroits dans le terroir. Cette contrainte oblige les éleveurs à élargir leur territoire pastoral pour exploiter ces points d'eau. Trois des quatre éleveurs suivis utilisent le même point d'eau. Ce dernier n'est utilisable qu'en saison sèche car les cultures aux abords du bas-fond en interdisent l'accès pendant la période de culture. L'agro-pasteur 2, du fait de son éloignement de ce point d'eau, en utilise un situé à l'extérieur du terroir. A partir de décembre-janvier, les circuits s'organisent sur un rayon de 4 kilomètres environ autour du point d'eau principal du village.

Il se dégage assez nettement deux sous territoires pastoraux (un de saison de pluie et un de saison sèche) qui s'emboîtent en fonction des saisons. Ce mode de fonctionnement n'est pas perceptible dans l'organisation de l'espace à Ouara.



Carte 8 : Territoires pastoraux et évolution de l'activité de pâturage (Terroir de Ouara)



Carte 9 : Territoires pastoraux et évolution de l'activité de pâturage (Terroir de Ouara)

La trame foncière de Torokoro, cartographiée par AUGUSSEAU *et al.*, 2003, montre un clivage spatial assez net entre domaine exploité par les autochtones et celui des migrants. Toute la partie est est occupée par les migrants tandis que l'ouest est majoritairement occupée par les autochtones. Dans ce contexte, il était intéressant de savoir comment les différents groupes d'éleveurs (agro-éleveurs autochtones, agro-éleveurs allochtones et agro-pasteur peuls) se partagent l'espace villageois.

La délimitation des territoires pastoraux, circonscrits par l'ensemble des circuits annuels de chaque éleveur, révèle un partage de l'espace entre les différents groupes (*cf.* annexe). En saison de pluie, c'est principalement l'emplacement du domaine agricole qui dicte la direction des circuits. Pendant la saison sèche, malgré la contrainte d'abreuvement qui polarise les circuits autour des points d'eau, chaque groupe d'éleveur semble se cantonner dans les mêmes espaces que ceux utilisés en saison de pluie.

2.3.3 Description de la composition des territoires pastoraux des éleveurs suivis

2.3.3.1 Territoires pastoraux des éleveurs de Ouara

L'agro-pasteur 1 (AP1)

Il possède un troupeau d'une cinquantaine de têtes et ne transhume qu'exceptionnellement. Le territoire exploré par cet éleveur s'étend au nord-ouest et au sud de son campement et déborde des limites du terroir foncier. En direction du nord-ouest, ce territoire s'étend sur 3 à 4,5 km du campement. Au sud, il s'étend jusqu'à 5-6 km du campement. La superficie du territoire de l'éleveur est évaluée à environ 2 600 ha dont 2 100 ont été cartographiés. Le tableau 15 donne la composition du territoire de cet éleveur.

Le taux d'occupation agricole atteint 43% (valeur proche du taux d'occupation agricole du terroir). Les formations les plus importantes en termes de superficie occupée, sont : la savane arbustive dense (26%) et la savane boisée (17%). Ces deux formations présentent l'avantage d'être peu fragmentées (une à deux entités).

Tableau 15 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 1 de Ouara

Type d'occupation	Superficie totale	Nombre d'entités	Superficie moyenne/entité
Champ	900,47	79	11,40
bas-fond	87,80	2	44
jachère	93,73	39	2,40
Savane arborée	9,99	2	4,99
Savane arbustive	116,99	3	39,00
Savane arbustive dense	542,17	1	542,17
Savane boisée	349,73	2	174,87
Savane des affleurements rocheux	3,12	1	3,12
Savane herbeuse	0,91	1	0,91
Total territoire	2104		

L'agro-pasteur 2

L'agro-pasteur DB est transhumant et possède deux troupeaux, dont un délocalisé hors du terroir. Pendant la saison des pluies, l'un des troupeaux, d'une cinquantaine de têtes passe l'hivernage à Ouara, puis rejoint le troupeau délocalisé dès janvier après exploitation des résidus de culture. Pendant la saison sèche, seules quelques vaches et leurs veaux sont laissés au campement ; les animaux restants et ceux de ses deux frères, sont regroupés pour former une seule unité de conduite d'une vingtaine d'animaux. La superficie du territoire de l'éleveur a été évaluée à environ 2 000 ha dont 1 300 cartographiés. Il s'étend à l'est du campement jusqu'à une distance qui atteint 6 à 7 km en dehors de la maîtrise foncière de Ouara. Le taux d'occupation agricole est faible (26%), comparativement aux deux autres. Il faut cependant signaler que la plupart des circuits sont extérieurs à l'aire cartographiée. La savane arbustive assez dégradée constitue l'essentiel du territoire cartographié (66%). Elle est morcelée en 4 entités de la superficie moyenne assez importante (213 ha).

Tableau 16 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 2 de Ouara

Type d'occupation	Superficie	Nombre d'entité	Superficie moyenne/entité
Culture	339,39	35	9,70
Jachère	58,13	19	3,06
Savane arborée	2,55	1	2,55
Savane arbustive	850,58	4	212,64
Savane arbustive dense	9,96	1	9,96
Savane des affleurements rocheux	40,69	2	20,34
Total territoire	1301,30		

L'agro-éleveur mossi

Le troupeau de cet éleveur, d'une trentaine de têtes, comprend plusieurs animaux appartenant à deux autres propriétaires. Le territoire de cet éleveur s'organise dans un rayon de 2,5 km autour de sa concession. Il a une superficie de 750 hectares environ, dont 56% est occupé par les champs. Le reste du territoire est occupé par la savane arborée (29%) et par 15% de formations diverses. La superficie moyenne des deux entités de savane arborée est de 89 ha.

Tableau 17 : Composition du territoire de l'agro-éleveur mossi de Ouara

Occupation	Superficie	Nombre d'entités	Superficie moyenne/entité
Champ	337,82	13	25,99
bas-fond	16,26	1	16,26
Jachère	15,22	12	1,27
Savane arborée	178,81	2	89,40
Savane arbustive	38,18	3	12,73
Savane arbustive dense	9,18	1	9,18
Savane arborée claire	2,25	1	2,25
Savane herbeuse	18,83	3	6,28
Verger	3,40	1	3,40

2.3.3.2 Territoires pastoraux de Torokoro**L'agro-pasteur 1**

La concession est installée dans la partie est, dans le domaine des migrants. Il possède deux troupeaux dont un entièrement sédentaire. Comme pour tous les

Peuls de la région, les bovins sont de race zébus. Le gardiennage des troupeaux, entièrement familial, est organisé entre trois frères qui se relaient.

Le territoire de l'éleveur est de 864 ha avec un taux d'occupation agricole de 32%. Le reste du territoire est composé essentiellement de savane arborée (62%), relativement peu fragmentée.

Tableau 18 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 1 de Torokoro

Type d'occupation	Superficie	Pourcentage	Nombre d'entité	Superficie moyenne/entité
Culture	274	32	29	9
Formation ripicole	10	1	1	10
Forêt claire	34	4	4	8
Forêt sèche	8	1	1	8
savane arborée	538	62	4	134
total	864			

L'agro-pasteur 2

Installé en domaine autochtone, cette famille d'agro-pasteur se compose de 3 ménages. C'est la première famille à se sédentariser dans le terroir au milieu des années 1990. Elle possède 3 troupeaux, dont un entièrement sédentaire, les deux autres étant plus mobiles. Le gardiennage du troupeau est assuré par des bergers salariés.

Le territoire de cet éleveur occupe 2 241 ha, dont 27% de cultures. Le reste du territoire est occupé par de la savane arborée (50%), de la forêt sèche (9%), de la savane arborée claire et de forêts claires (6%).

Tableau 19 : Composition du territoire de l'agro-pasteur 2 de Torokoro

Type d'occupation	Superficie	Pourcentage	Nombre d'entités	Superficie moyenne/entité
Culture	615	27	86	7
Formation ripicole	31	1	3	10
Forêt claire	131	6	8	16
Forêt sèche	207	9	9	23
Savane arborée	1114	50	7	159
Savane arborée claire	143	6	2	71
Superficie totale	2241			

L'agro-éleveur mossi

Arrivé à Torokoro au milieu des années 1970, cet éleveur fait parti de la première vague de migration dans ce terroir. Il s'est installé avec un troupeau de plus d'une centaine de têtes de bovins de race zébu, dont la grande majorité a été décimée du fait de la grande importance glossinaire qui régnait dans la zone. Au fil des années, il a reconstitué son troupeau à partir d'animaux de races taurine et métis plus résistants à la trypanosomose. On compte actuellement plus de 70 têtes dans son troupeau. Sa concession est installée au centre du village. Le parc et la concession du berger peul qu'il embauche, sont implantés dans son domaine agricole, dans la zone des migrants, à environ 2 km du village.

Le territoire de l'éleveur est évalué à 540 ha. Le taux d'occupation agricole, qui est de 44%, avoisine celui de Ouara. Il est très important en comparaison au taux d'occupation agricole du terroir qui est de 21%. Le reste de son territoire se compose de savane arborée (31%), de savane arborée claire (9%), de forêts claires (9%) et de jeunes jachères (6%).

Tableau 20 : Composition du territoire de l'agro-éleveur mossi de Torokoro

Type d'occupation	Superficie totale	Pourcentage	Nombre d'entité	Superficie moyenne/entité
Culture	240	44	30	8
Formation ripicole	3	1	1	3
Forêt claire	47	9	6	8
Forêt sèche	3	1	1	3
Jachère	30	6	2	5
Savane arborée	165	31	5	33
Savane arborée claire	46	9	4	12
Savane herbeuse	5	1	2	2
Total	540			

L'agro-éleveur doghosé

Cet éleveur, qui fait partie de l'ethnie autochtone, a hérité son troupeau. Il possède actuellement plus d'une soixantaine d'animaux, en majorité des bovins de race taurine. Comme la plupart des éleveurs, il procède actuellement au métissage en y intégrant des zébus. Il a embauché un berger peul pour le gardiennage de son troupeau. Le parc et la concession du berger sont implantés dans l'un de ses domaines agricoles, à environ 1km du village.

Le territoire de l'éleveur est évalué à 1 244 ha avec un taux d'occupation agricole de 28%. Les autres parcours se composent essentiellement de savanes arborées (53%) et de forêts claires (8%).

Tableau 21 : Composition du territoire de l'agro-éleveur Doghosé

Type d'occupation	Superficie	Pourcentage	Nombre d'entités	Superficie moyenne/entité
Culture	354	28	49	7
Forêt claire	100	8	5	20
Forêt sèche	55	4	2	27
Formation ripicole	28	2	2	14
Savane arborée	662	53	4	166
Savane arborée claire	0	0	4	0
superficie totale	1244			

2.4 Evolution du rythme d'activité au pâturage

Au cours des suivis, les activités suivantes ont été enregistrées :

- la prise alimentaire : les animaux pâturent soit en position immobile soit en se déplaçant,
- le déplacement : le troupeau se rend d'un endroit à un autre sans s'arrêter pour manger,
- le repos : il concerne le repos debout ou couché,
- l'abreuvement.

L'activité n'a pas été enregistrée en continu, mais a été relevée tous les quarts d'heure. Le cumul du temps consacré à une activité a été rapporté au temps passé au pâturage (TPP) qui mesure le temps écoulé entre le départ et le retour au parc.

Les cartes 8 et 9 localisent dans le territoire pastoral de chacun des éleveurs, les faciès utilisés pour chacune des activités. Les figures associées présentent l'évolution du rythme d'activité en fonction des quatre périodes de suivis, pour chacun des terroirs.

2.4.1 La prise alimentaire

A Ouara, le temps consacré à la prise alimentaire, ou paissance, représente plus de 50% du TPP en saison de pluie et en saison sèche fraîche, cela quel que soit

l'éleveur. Par contre, en saison sèche chaude où les ressources fourragères sont rares, le temps de prise alimentaire baisse au profit du temps consacré au déplacement. Par exemple chez l'agro-pasteur 2, la prise alimentaire ne représente plus que le 1/3 du TPP, pendant que 45% du temps est consacré au déplacement. La même tendance se dégage pour l'agro-pasteur1.

A Torokoro, l'activité de prise alimentaire occupe également plus de 50% du TPP quel que soit le type de troupeau et quelle que soit la saison. Pour la période P2, l'activité de prise alimentaire du troupeau de l'agro-pasteur 1 (AP1), se situe en dessous de la moyenne générale. Le temps de paissance est légèrement inférieur pour le troupeau de l'agro-éleveur Mossi (AEM). Chez les agro-pasteurs, le temps de paissance du troupeau est en réalité plus important en saison sèche chaude. Après les récoltes, la plupart des éleveurs n'enferment pas, le soir, les animaux dans un enclos. Cette pratique permet aux animaux de sortir la nuit et de prolonger la prise alimentaire. En revanche, le fait que les animaux pâturent seuls la nuit, sans berger, occasionne beaucoup de dégâts dans les vergers, cause de nombreux conflits entre agriculteurs et éleveurs.

2.4.2 Le déplacement

Le temps consacré au déplacement, est tout comme celui de la prise alimentaire, très variable chez tous les éleveurs. Il varie entre 16 et 45% du TPP à Ouara, et entre 2 et 46 % à Torokoro. Il est toujours inférieur au temps consacré à la prise alimentaire, sauf pendant la saison sèche chaude (P2) où la tendance est renversée uniquement chez les agro-pasteurs.

2.4.3 L'abreuvement

A Ouara, l'abreuvement représente entre 2 et 5% du TPP en toute saison. Pour l'agro-pasteur 1 et l'agro-éleveur, le temps de l'abreuvement ne varie pratiquement pas avec la saison. Par contre, l'agro-pasteur 2 y consacre un peu plus de temps pendant la période 3 où les animaux sont abreuvés par exhaure au niveau des puisards.

De façon globale, l'activité d'abreuvement ne représente que de 1 à 7% du TPP chez les troupeaux suivis à Torokoro. En saison pluvieuse et en saison sèche froide, l'abreuvement du bétail ne constitue pas une contrainte. La multitude de points d'eau de surface, voire de flaques d'eau qui se forment après les pluies, permettent

plusieurs abreuvements au cours de la journée. Dans certains circuits l'absence de cette activité ne signifie pas pour autant que le troupeau n'a pas été abreuvé, mais que l'activité a été si fugace qu'elle n'a pas pu être enregistrée entre deux relevés d'activité. Il en est de même pour le repos.

2.4.4 Le repos

L'activité de repos est aussi fugace que le temps de l'abreuvement. La valeur moyenne du temps consacré au repos est de 11% du TPP à Ouara, 15% à Torokoro. Les valeurs les plus importantes sont observées chez les agro-éleveurs dans les deux terroirs. L'agro-éleveur mossi de Torokoro a, par exemple, observé un temps de repos qui représente plus du 1/3 du TPP au cours du circuit de juillet.

2.5 Répartition de la pression de pâturage dans le paysage

La pression de pâturage subie par les différents faciès du paysage a été abordée selon deux approches :

- la fréquentation des différentes unités de paysage par les troupeaux suivis, exprimée en pourcentage de temps passé dans chacun des faciès, ou en présence animale dans le terroir
- la pression exercée par l'activité de prélèvement dans les faciès, calculée à partir de l'activité de prise alimentaire

2.5.1 Bilan annuel de la fréquentation des faciès par les troupeaux suivis

A chaque relevé de position du troupeau, qui a eu lieu toutes les quinze minutes au cours du suivi, le type de milieu fréquenté par le troupeau était noté, soit 4 relevés par heure. Cette information est aussi obtenue sous SIG par croisement de la carte d'occupation des terres la plus récente (c'est -à -dire celle de 1998) avec le tracé du circuit.

2.5.1.1 Contribution des différents types de parcours à la prise alimentaire

Les parcours de Ouara

Les parcours à Ouara se composent essentiellement de parcours post-culturels qui occupent 44% du terroir. Les 56% restant sont occupés par différentes savanes dont les plus importantes sont :

- la savane arbustive :17,86

- la savane arborée : 12,32%
- la savane boisée : 8,13%
- la savane arbustive dense : 7,76%
- les jachères jeunes : 4,93%
- la formation ripicole : 2,48%

Ces différentes formations sont diversement exploitées, selon les saisons et les éleveurs. La figure 35 présente la contribution des différents faciès de végétation pour chacun des éleveurs suivis.

Les parcours post-culturaux

Pendant la période de vaine pâture, l'alimentation du troupeau est organisée autour des parcours post-culturaux : 90 à 100% de la prise alimentaire des troupeaux a lieu dans les champs et cela quelle que soit l'appartenance du troupeau. La contribution de ce type de parcours reste élevée jusqu'en juillet août où l'agro-pasteur 1 et l'agro-éleveur continuent à solliciter ce milieu pour l'alimentation de leur troupeau.

Les parcours de savane

Ils sont diversement sollicités par les éleveurs. L'activité du troupeau de l'agro-pasteur 2, se déroule essentiellement sur les savanes arborées hors du terroir et dans les jachères, à la fin de l'hivernage. Pour les deux autres éleveurs entièrement sédentaires, deux types de parcours semblent vitaux : les bas-fonds et les jachères. Les bas-fonds sont sollicités pendant les périodes chaudes (mars-mai) par l'agro-pasteur 1 et pratiquement pendant toutes les saisons par l'agro-éleveur. On comprend aisément l'impact que pourra avoir l'aménagement en cours des bas-fonds de Ouara pour la riziculture pluviale. Les parcours des jeunes jachères (1 à 5 ans) et des jachères moyennes (6-10 ans) sont sollicités jusqu'à 60% de l'activité de prise alimentaire à partir du mois de d'août et ce jusqu'à l'ouverture des parcours post culturaux.

Les parcours de Torokoro

La savane arborée est la formation dominante à Torokoro. Elle occupe 61% de la superficie totale. Les cultures et les autres formations (forêts claires, forêts sèches) occupent respectivement 21 et 18%. La superficie occupée par les jeunes jachères a été évaluée à moins de 1%.

Les parcours post-cultureux

A partir de décembre où les premières récoltes de maïs ont lieu, les parcours post-cultureux sont au fur et à mesure sollicités. Pendant le mois de janvier, où les suivis ont eu lieu, 70 à 90% de la prise alimentaire s'est effectuée dans les champs. La contribution de ce type de parcours reste important jusqu'en juillet où l'accès aux champs n'est plus possible à cause de la mise en place des cultures. Ces parcours ont une contribution plus importante dans l'alimentation des troupeaux des agro-éleveurs. Par exemple, plus de 50% de la prise alimentaire du troupeau de l'agro-éleveur mossi, a lieu dans les champs jusqu'en juillet. En dehors de la période de vaine pâture, ce type de parcours est, en revanche moins sollicité par les troupeaux des agro-pasteurs.

Les parcours de savanes

A la différence des autres périodes de l'année, les stratégies développées pendant la saison des pluies sont très disparates. La contribution des différents parcours est donc très variable, et il ne semble pas se dégager un modèle de conduite selon la catégorie d'éleveur. Par exemple, l'agro-pasteur 2 fréquente les parcours de jachères, tandis que son homologue a plutôt tendance à conduire son troupeau dans la savane arbustive et les bas-fonds. L'agro-éleveur mossi sollicite également plus les parcours de jachères, alors que l'agro-éleveur doghosé fréquente plutôt la savane arborée.

La prise alimentaire dans les forêts claires, est faible : entre 13 et 19% des prises alimentaires. Cette formation est surtout représentée dans le territoire de l'agro-pasteur 2 et de l'agro-éleveur doghosé qui la sollicite en moyenne entre 2 et 5% du temps consacré à la prise alimentaire.

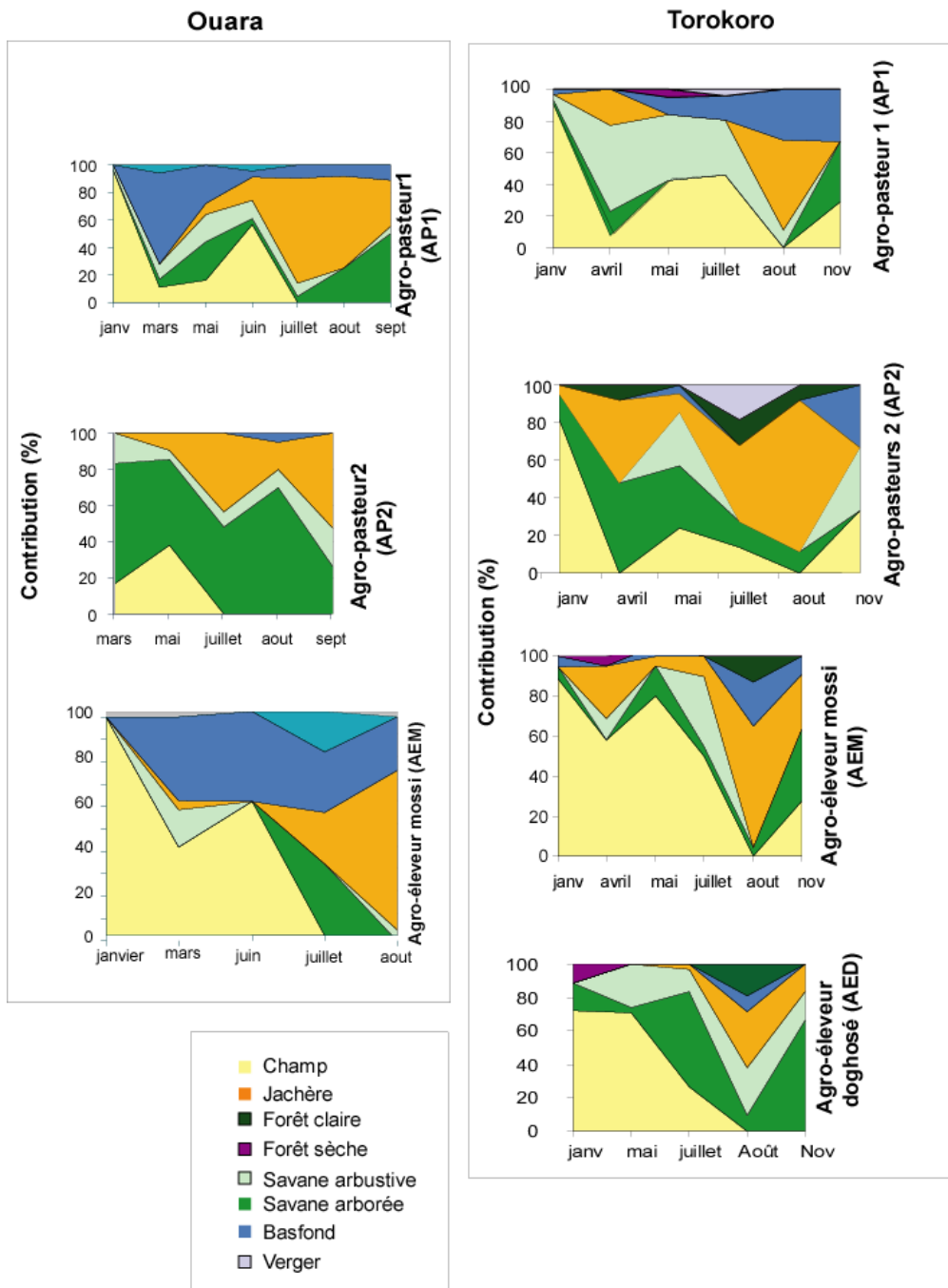


Figure 34 : Contribution des différents faciès du paysage à la prise alimentaire

2.5.1.2 Quantification des pressions de pâturage à Ouara

La position du troupeau a été relevée toutes les 15 minutes, soit 40 relevés pour un temps de pâturage de 10 heures. Pour l'ensemble des 17 circuits, le temps passé dans chaque faciès de végétation multiplié par le nombre d'animaux présents, a été cumulé.

La carte 10 indique l'importance de la fréquentation des différents faciès de végétation par la présence animale dans ces faciès, tandis que la carte 11 montre la répartition spatiale de la pression de prise alimentaire.

Quatre classes de fréquentation des faciès ont été retenues :

- fréquentation nulle,
- fréquentation de 0 à 8 heures,
- fréquentation de 8 à 15 heures,
- fréquentation de 15 à 24 heures.

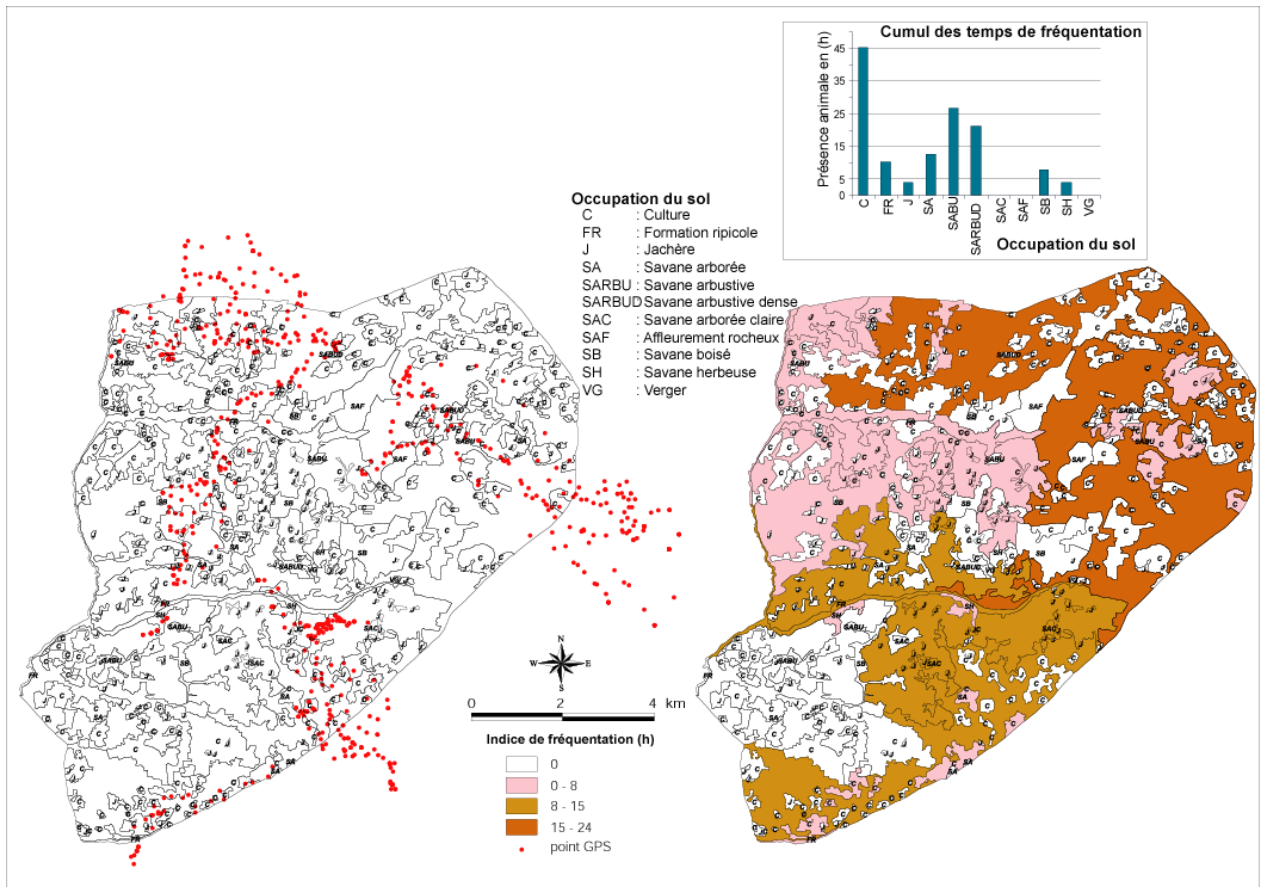
La carte de fréquentation fait ressortir une présence animale beaucoup plus importante au nord et au sud du terroir. En effet, c'est dans la partie nord du terroir que sont installés les plus gros campements peuls. Les parties sud-ouest et l'extrême nord-ouest, peu explorées par les troupeaux suivis, montrent les plus faibles présences.

L'indice de fréquentation montre que ce sont les parcours post-cultureux qui enregistrent les présences les plus importantes : environ 45 heures de présence lors des 17 circuits. Les faciès de savanes arbustives, traversés plusieurs fois, sont parmi les savanes, ceux qui enregistrent la plus grande présence des troupeaux.

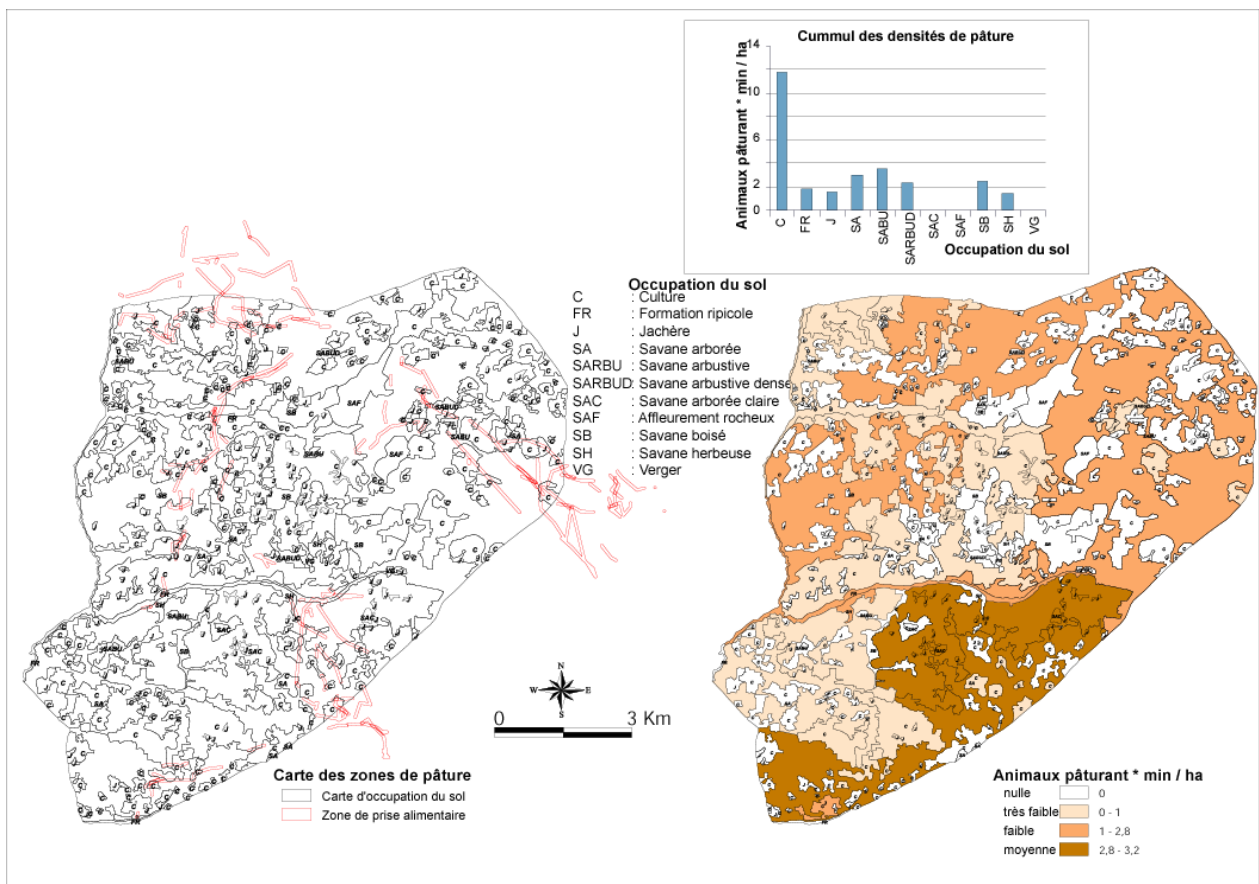
La carte des pressions pastorales, établie à partir de l'activité de prise alimentaire, montre que les faciès les plus fréquentés ne sont pas ceux qui contribuent le plus à la prise alimentaire. Toute la partie nord, qui montrait la plus forte présence animale participe peu à l'activité de prise alimentaire. Cette situation est à mettre en relation avec l'état de dégradation de ces formations qui sera validée par l'étude de la biodiversité (chapitre 6). Les prélèvements les plus importants se font actuellement au sud du terroir, dans les savanes arborées. Les parcours post-cultureux, unités de paysages les plus fréquentées sont également ceux qui contribuent le plus à la prise alimentaire.

2.5.1.3 Quantification des pressions de pâturage à Torokoro

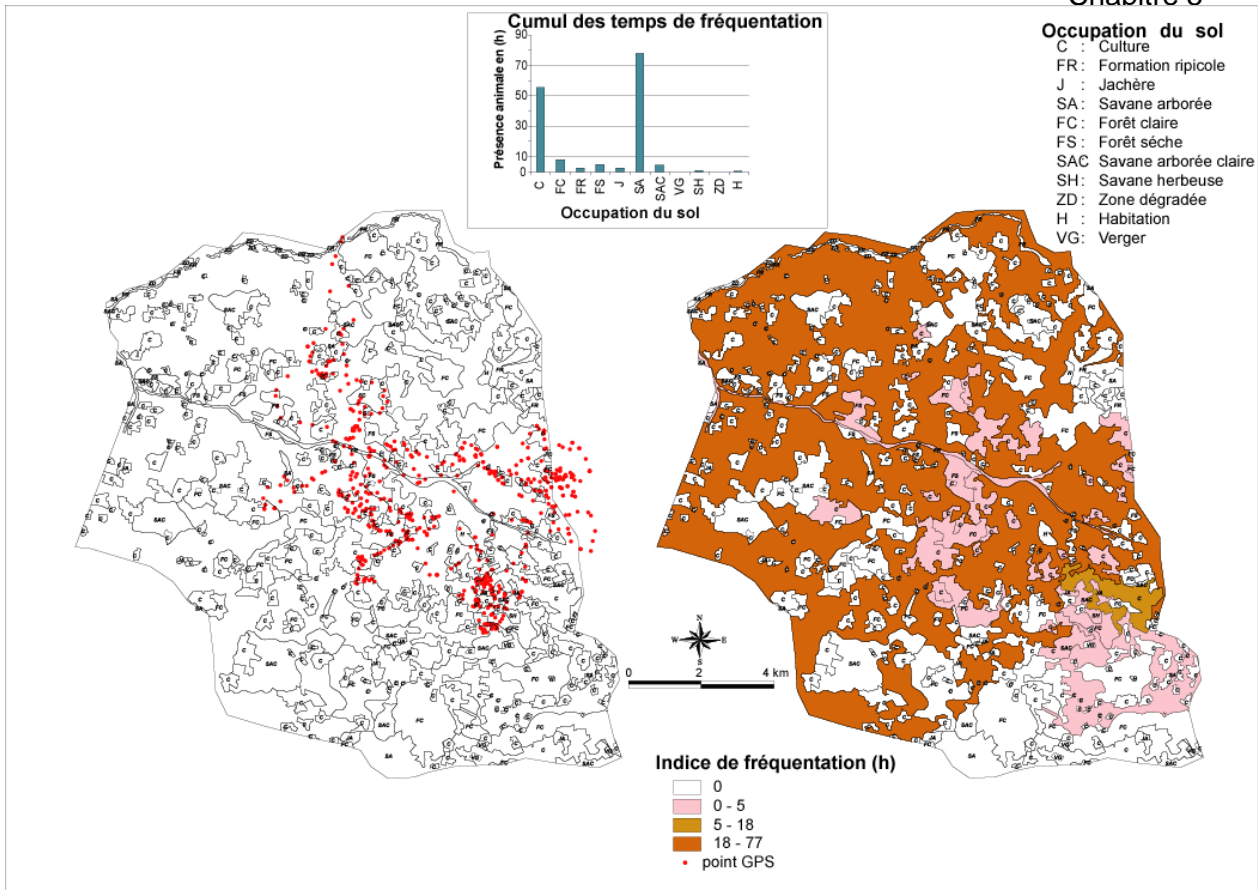
Avec également 4 classes de fréquentation, obtenues à partir du cumul des 23 circuits, la carte de fréquentation de Torokoro fait ressortir que la savane arborée, formation la plus importante en terme de superficie (61%) est également celle qui est la plus fréquentée. Ce qui semble logique. Les parcours post-cultureux occupent également une place importante dans la fréquentation animale. Les forêts claires et les forêts sèches ont été moins fréquentées. A la différence de Ouara, les formations les plus fréquentées sont celles également sur lesquelles se déroule la prise alimentaire.



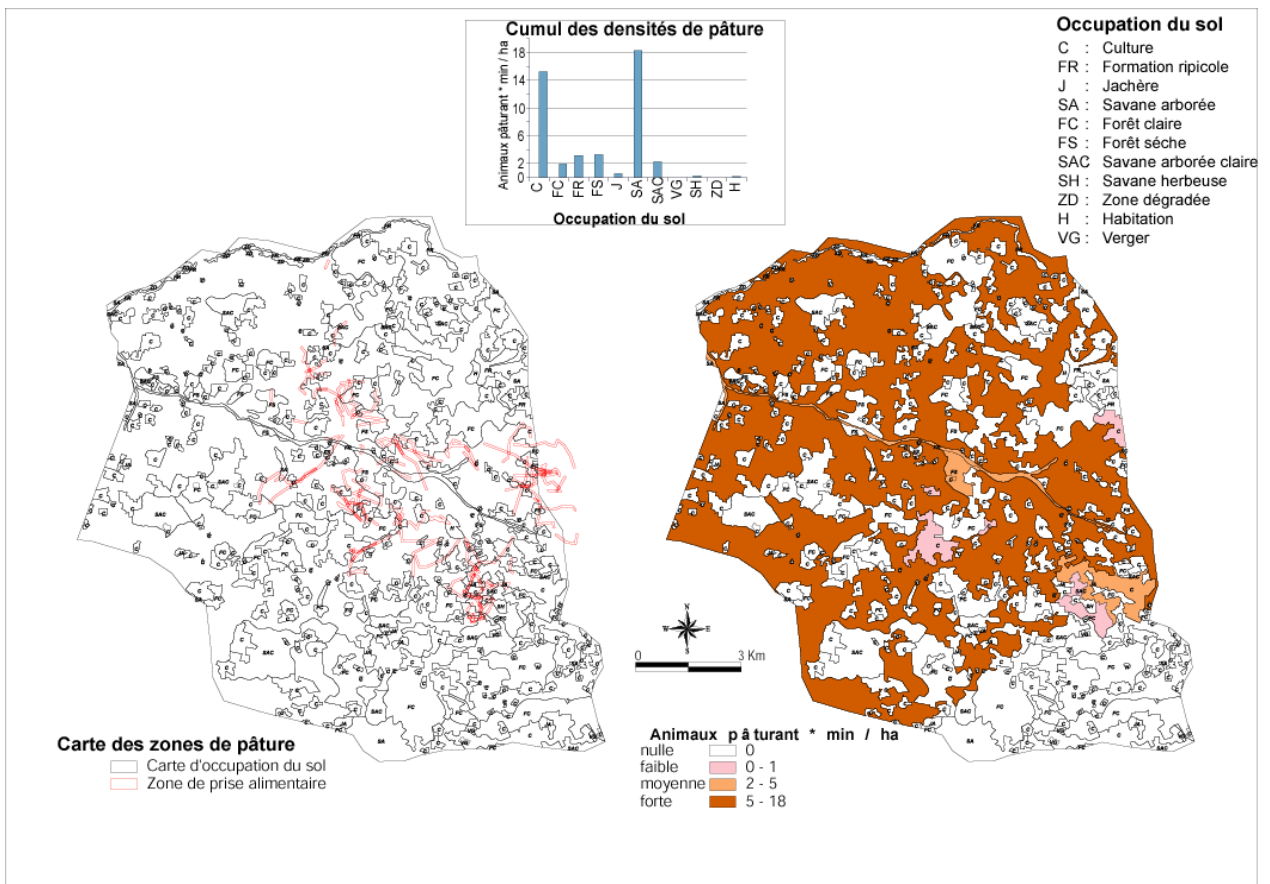
Carte 10 : Présence animale sur les différents faciès du paysage à Ouara



Carte 11 : Pressions de pâturage exercées sur les faciès de paysage à Ouara.



Carte 12 : Présence animale sur les différents faciès du paysage à Torokoro



Carte 13 : Pressions de pâturage exercées sur les faciès du paysage à Torokoro.

2.6 Evolution de la composition botanique des régimes

Au cours de suivis de troupeaux, les espèces prélevées ont été notées à chaque position du troupeau. Elles ont été regroupées en fonction des principales catégories suivantes :

- les graminées annuelles
- les graminées vivaces
- les herbacées diverses, dont les légumineuses
- les ligneux (arbustes ou arbres émondés)
- les résidus de céréales (maïs, sorgho, mil, riz)
- les résidus de coton
- les fanes de légumineuses (arachide, niébé)

La contribution de chaque catégorie est calculée pour chaque circuit et pour chaque troupeau suivi (figures 36).

2.6.1 Composition botanique des régimes de troupeaux suivis à Ouara

Pendant la période de vaine pâture, ce sont les résidus de culture (céréales et coton) qui pourvoient à l'alimentation. Les adventices des cultures participent entre 10 et 25% à la ration pendant cette période.

Après le passage des feux de brousse, la strate herbacée est réduite en cendre. En période P2, l'activité alimentaire du troupeau se reporte sur les ligneux (repousses, arbustes) et également sur les arbres que les bergers émondent pour mettre le fourrage à la disposition des animaux. Pour l'agro-pasteur 1, le fourrage ligneux contribue jusqu'à 80% à la ration pendant cette période.

Avec la reprise de la végétation en juin, l'activité du troupeau est reportée sur les graminées annuelles, qui fournissent de 20 à 70% de la prise alimentaire selon les troupeaux. Le fourrage ligneux reste important dans l'alimentation. Il représente de 10 à 25% de la ration. La participation des plantes diverses (dicotylédones) reste dans le même ordre d'importance que les ligneux, sauf chez l'agro-éleveur où leur contribution atteint 40%.

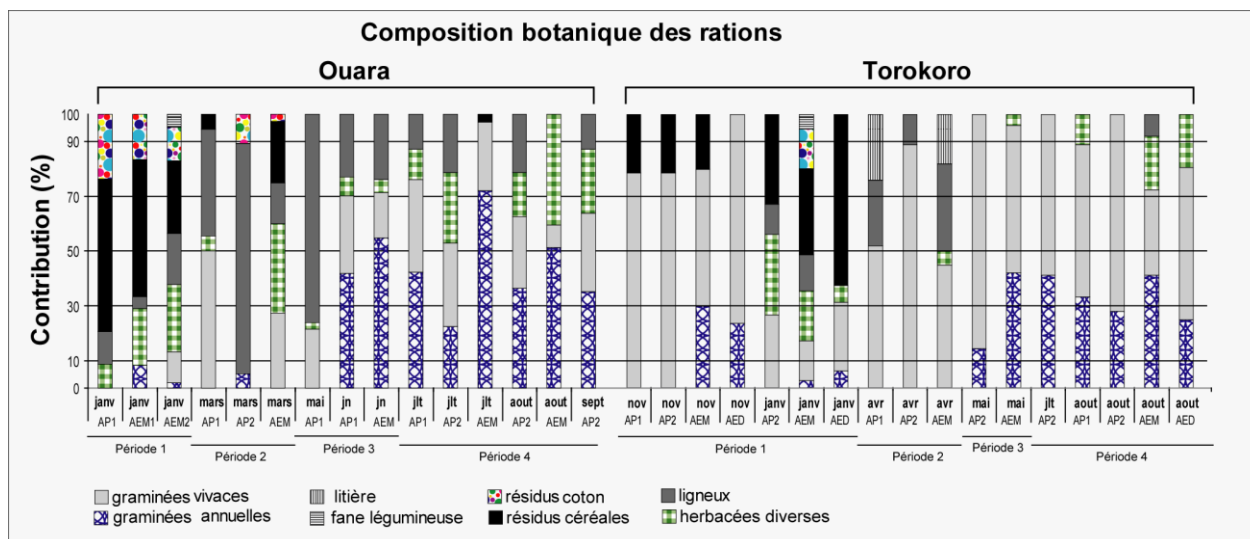


Figure 35 : Contribution des différentes catégories de fourrage selon les saisons

2.6.2 Composition botanique des régimes de troupeaux suivis à Torokoro

A partir du mois de décembre, quand commencent les premières récoltes, les résidus de culture, en particulier les céréales, fournissent l'essentiel de l'alimentation, soit 30 à 70% des prises alimentaires. En pâturant dans les champs, les animaux prélèvent également des adventices dont la contribution atteint exceptionnellement 30% chez l'agro-pasteur 2.

A partir du mois de mai, l'alimentation des troupeaux est assurée par les repousses de graminées vivaces jusqu'à la reprise de la végétation avec les premières pluies qui sont nettement plus précoces (avril) dans cette région. Elles contribuent ainsi de 30 à 90% à la prise alimentaire, en fonction de l'avancée de la saison pluvieuse. A partir du mois d'août, les troupeaux ont tendance à revenir sur les jachères jeunes à moyennes, ce qui se traduit par une participation plus importante des graminées annuelles qui ne poussent que dans ces milieux peu reconstitués. La contribution des graminées annuelles atteint jusqu'à 40% des prises alimentaires. Elle est particulièrement importante chez l'agro-éleveur mossi, dont le troupeau est celui fréquente le plus les parcours post-cultureaux.

La participation du fourrage ligneux dans la ration devient importante pendant la période chaude, en association avec les repousses des graminées vivaces et la litière (matières mortes constituée de feuilles desséchées et tombées à terre). Ce sont surtout les troupeaux des agro-pasteurs qui sollicitent le fourrage ligneux.

3 RELATIONS ENTRE COMPOSITION DU TERRITOIRE ET CIRCUITS DE PATURAGE

L'objectif est de rechercher les déterminants des caractéristiques des circuits. En particulier, nous cherchons à éprouver le rôle du milieu physique (deux contextes d'occupation des terres) sur les caractéristiques des circuits.

Chacun des circuits a été considéré comme un individu statistique dont nous cherchons à faire ressortir les déterminants à travers un certain nombre de variables explicatives. Le tableau 22 reprend l'ensemble des variables à expliquer et les variables explicatives. Chacune des variables qualitatives a été codifiée en deux à quatre modalités. Les variables quantitatives ont également été codifiées.

Une première analyse factorielle multiple fait ressortir les variables qui sont le plus souvent associées. Dans un second temps, des analyses croisées sont effectuées pour faire ressortir les variables déterminantes des caractéristiques des circuits.

3.1 Les variables à expliquer

Les variables structurelles

- Le type de circuit (TYPCIR) (figure 37)
 - Circuit en une séquence (simple)
 - Circuit en deux séquences (composé)
- La forme du circuit (FCIR) (figure 37)
 - Circuit 1 : départ et retour au parc par le même chemin
 - Circuit 2 : circuit en boucle, le départ et le retour se fait par des chemins différents, le circuits pouvant se recouper en un ou plusieurs endroits

Les variables de fonctionnement au pâturage

- La longueur du circuit (DIST)
 - Longueur du circuit compris en 4 et 6 km
 - Longueur du circuit supérieur à 6 km
- Le temps passé au pâturage (TPP)

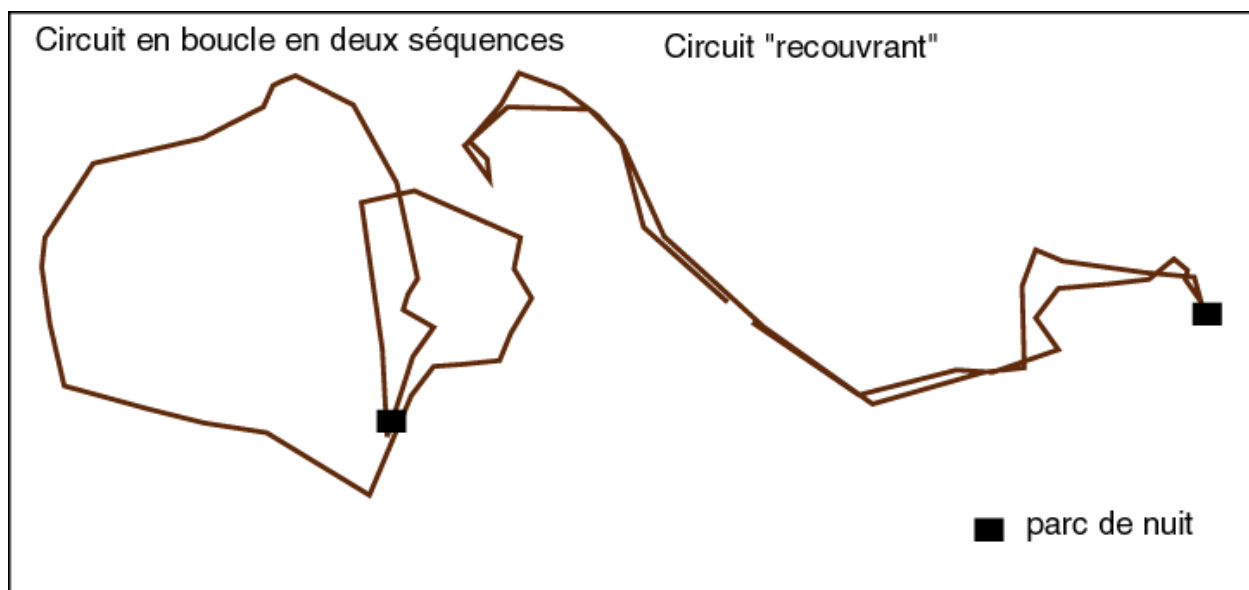


Figure 36 : Formes de circuits de pâturage

- Activité du troupeau : deux activités sont prises en compte :
 - la prise alimentaire (PA),
 - le déplacement (DEP).

Chacune des variables est exprimée en pourcentage du temps consacré à l'activité.

3.2 Les variables explicatives

Les variables décrivant le contexte écologique

- **Le macro-environnement de l'éleveur : Le terroir (TERROIR)**

Le terroir 1 : Ouara

Le terroir 2 : Territoire

- **Le micro-environnement de l'éleveur : le territoire du troupeau**

L'ensemble des circuits annuels de chaque éleveur, délimite son territoire pastoral. Sous SIG, l'intersection de cette information avec la carte d'occupation des terres, permet de découper l'espace exploré par le troupeau de chaque éleveur. Ce territoire est caractérisé par les différents types d'occupation présents, leur importance et le nombre d'entités par occupation (*cf.* paragraphe 2.3.3). Deux variables ont été retenues :

- le taux d'occupation agricole (TOC),
- la superficie moyenne des entités de savanes (SUP)

- **La contrainte d'abreuvement (ABR)**

Nombre de points utilisés au cours du circuit :

- 1 point d'eau : contrainte d'abreuvement
- plus d'un point d'eau : Peu de contraintes d'abreuvement

Les variable liées à l'unité sociale

- **Catégorie d'éleveur (TYPEL)** : deux catégories sont retenues :
 - l'agro-pasteur (AP) : il s'agit des éleveurs de tradition. Ce sont uniquement les éleveurs peuls,
 - l'agro-éleveur (AE) : ils sont cultivateurs de tradition. Toutes les autres ethnies, non spécialisées dans l'élevage y sont rangées.
- **Gardiennage du troupeau (GARD)**
 - bouvier familial,
 - bouvier salarié.

Période de suivi (Période)

- P1 : période de vaine pâture (novembre à février)
- P2 : saison sèche chaude (mars-avril)
- P3 : début de saison de pluie (mai-juin)
- P4 : pleine saison de pluie (juillet-octobre)

La recherche d'une ressource particulière

- **Type de ressource (RES)**

La contribution des différents faciès de végétation à la prise alimentaire a été considérée. Pour simplifier le nombre de variables, deux types de parcours sont considérés : les parcours post-cultureaux (PPC) et les parcours de savane. Deux classes sont retenues :

- temps de parcours post-cultureaux supérieur à 50% de l'activité de prise alimentaire,
- temps de parcours post-cultureaux inférieur à 50% de l'activité de prise alimentaire

Variables liées au troupeau

- **La taille du troupeau (TPO)**

Seul l'effectif de l'unité de conduite du jour est considéré. Trois classes ont été retenues (<30 têtes, 30 à 100 et >100 têtes).

3.3 Recherche de liaisons entre variables

Le tableau de contingence des 40 suivis (17 à Ouara et 23 à Torokoro) et 14 variables recodées a été soumis à une AFCM.

Les deux premiers facteurs expliquent 35,24% de l'inertie totale.

Les variables qui contribuent le plus au premier axe, sont : Ouara (**terroir 1**), circuit en une séquence (**typcir1**) et la modalité 1 de la superficie moyenne d'îlots de savane (**sup>57 ha**). Ces variables s'opposent à : **terroir 2** (Torokoro), **Typcir2** (circuits en deux séquences), **dist1** (circuits de 4 à 6 km).

Quant au second axe, il est expliqué par les modalités des variables suivantes qui s'opposent : le type d'éleveur (**agro-pasteur / agro-éleveur**), la superficie moyenne des îlots de savanes (**moyens îlots / petits îlot**), taux d'occupation agricole des territoires des éleveurs (**taux d'occupation élevée / taux d'occupation faible**).

Il existe donc un certain nombre de liaisons ou d'oppositions entre les variables environnementales (terroir, taux d'occupation agricole du territoire de l'éleveur), la superficie moyenne des entités de savanes et le type de circuit (circuit en une seule séquence, c'est à dire un circuit au cours duquel le troupeau quitte le parc le matin pour ne revenir que le soir et les circuits en deux séquences caractérisés par une pâture matinale, puis une pâture l'après-midi, les deux épisodes étant séparés par une pause à proximité du parc de nuit. Par contre, toutes les autres caractéristiques des circuits semblent indépendantes des variables environnementales.

Tableau 22 : Dictionnaire des variables des déterminants des circuits

Nom variables	Modalité	Nb	Description modalités
Variables à expliquer			
Type de circuit	Typ_cir	2	1. Circuit en une séquence 2. Circuit en deux séquences
Forme du circuit	F_cir	2	1. Circuit recouvrant 2. Circuit en boucle
Longueur du circuit	DIST	2	1=4-6 km 2 > 6 km
Temps passé au pâturage	TPP	2	1 >8h 2 <8h
Prise alimentaire	PA	2	1 <50% 2 >50%
Déplacement	DEP	2	1 <30% 2 >30%
Variables explicatives			
Type d'éleveur	Typ_el	2	1. Agro-pasteur 2. Agro-éleveur
Type de gardiennage	Gard	2	1 = Familial 2 = Salarié
Taille du troupeau	Tpo	3	1 <30 2 = 30-100 3 >100
Saison de suivi	Pde	4	P1 = novembre-février P2 = mars-avril P3 = mai-juin P4 = juillet-octobre
Terroir	Terroir	2	Terroir 1= Ouara Terroir 2 = Torokoro
Le taux d'occupation agricole	Toc	2	1 = Elevé (43 à 56%) 2 = Faible (26 à 32%)
Type de ressources	RES	2	1 = PPC > 50% 2 = PPC < 50%
La superficie moyenne des entités de savanes	Sup	3	1 >57 ha 2 = 40 à 57 3 = 10-20 ha
Contrainte d'abreuvement	Abr	2	1 Contrainte 2 Aucune

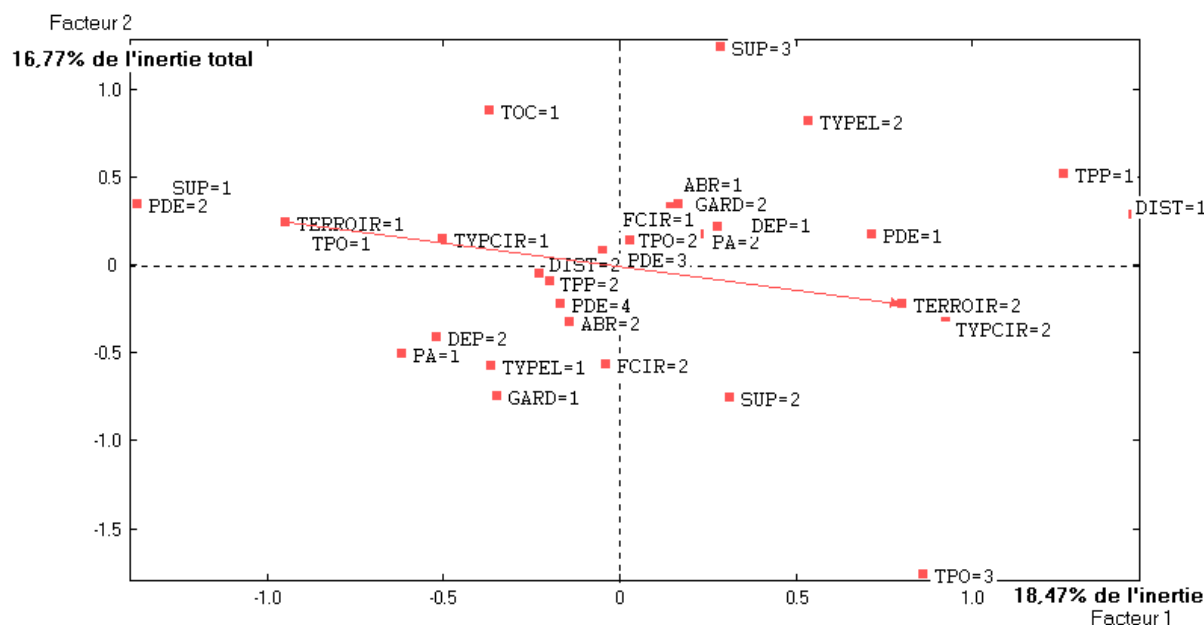


Figure 37 : Projection des variables dans le plan factoriel $\frac{1}{2}$

3.4 Déterminants des caractéristiques de circuits saisonniers

Les déterminants ont été recherchés à l'aide de tableaux croisés. Chacune des modalités des variables à expliquer, est croisée tour à tour avec chacune des modalités des variables explicatives. Les variables sont croisées deux à deux.

Pour calculer la différence entre des fréquences, le logiciel d'analyse de données SPAD utilise la valeur-test qui est égale au nombre d'écart-type d'une loi normale. Lorsque la valeur-test est supérieure à 2 en valeur absolue, l'écart entre les proportions ou les moyennes, est significatif au seuil de 5%.

3.4.1 Déterminants des variables structurelles

Les circuits se déroulent selon deux variantes :

- les circuits en séquence unique : le troupeau quitte le parc le matin et n'y revient que le soir. C'est la forme courante à Ouara,
- les circuits en deux séquences, avec une séquence matinale et une deuxième séquence l'après midi.

Quant aux formes de circuits, deux se dégagent :

- les circuits qui se déroulent selon un aller et retour sur le même trajet

- les circuits en boucle : le trajet à l'aller et au retour n'empruntent pas le même chemin.

La forme des circuits varie suivant les saisons et les éleveurs. Nous avons de ce fait émis l'hypothèse d'une relation entre le type, la forme du circuit et la composition du territoire.

Le type de circuit (TypCir)

Parmi toutes les variables explicatives, il s'avère que deux variables sont les plus significatives pour expliquer le type de circuit : **le terroir, la taille du troupeau.**

Le croisement Typcir X Terroir donne une valeur-test de 3,24. Quant au croisement Typcir X TPO, la valeur-test est de 2,22.

La totalité des circuits à Ouara, se déroule en une séquence. Quant à Torokoro, 43% des circuits se passent en une séquence et 57% en deux séquences. Les circuits en une séquence trouvent une explication dans la rareté des ressources et l'éloignement des ressources des campements. Les bergers ne peuvent pas se permettre de multiplier les aller-retours au cours d'une journée, ce qui occasionnerait des déplacements supplémentaires donc des dépenses énergétiques dans un contexte où la ressource est rare. Cette conduite peut également s'expliquer par le type de ressource sollicité. La fréquentation des parcours de savane plus éloignés du village en lieu et place des parcours post-culturels n'autorise pas également des aller-retours au cours d'une journée.

Quant à la taille du troupeau, sa liaison au type de circuit est quelque peu équivoque : 18,52% des troupeaux de taille inférieure à 30 têtes et 81,48% des troupeaux de taille supérieure à 30 têtes pratiquent des circuits en une séquence.

Si la liaison entre grands troupeaux et circuit en une séquence se dégage, il n'en est pas de même pour les circuits en deux séquences : aucun troupeau de petite taille ne pratique des circuits en deux séquences. Ce sont plutôt les grands troupeaux que l'on retrouve dans ce type de circuit.

L'analyse factorielle a du reste montré une forte liaison entre les troupeaux de petite taille et le terroir de Ouara. Les plus grands troupeaux sont rencontrés à Torokoro.

La forme du circuit (Fcir)

Les variables significatives dans la forme des circuits de pâturages sont : **le terroir (terroir) et la contrainte d'abreuvement (abr)**. Le croisement avec ces deux variables explicatives donne respectivement des valeurs-tests de $-2,21$ et $2,73$.

Les circuits de type recouvrant (type 1), se caractérisant par un itinéraire à l'aller et au retour par le même chemin, sont rencontrés dans 44% des cas à Ouara et 56% à Torokoro. Quant aux circuits en boucle (type2), ils représentent 38% et 62% de l'ensemble des circuits, respectivement à Ouara et à Torokoro.

L'hypothèse à vérifier est la suivante : les circuits de type 1, sont le reflet d'une contrainte au déplacement. Le taux d'occupation agricole et l'organisation du parcellaire agricole donnent peu de possibilités d'étalement au troupeau, l'obligeant à emprunter le même itinéraire à l'aller et au retour. Dans le sens de cette hypothèse, la liaison entre la variable saison et la forme du circuit devrait être significative. En particulier, aux périodes P3 et P4 qui correspondent à la saison de culture, les formes de circuits devraient être de type 1. Par contre, au cours des deux autres périodes où l'espace agricole est ouvert, la contrainte d'abreuvement serait le facteur structurant. L'analyse fait ressortir que la liaison entre la saison et la forme du circuit n'est pas significative (valeur-test de 0,5).

Quant à la composition du territoire, c'est le contexte global du milieu représenté par la variable terroir qui semble significatif. La composition du territoire de l'éleveur, c'est à dire le micro-environnement, est peu significatif.

L'hypothèse en rapport à la contrainte d'abreuvement, se vérifie en revanche. Le circuit de type 1 se rencontre dans 63% des cas où le troupeau n'a été abreuvé qu'une fois (contrainte d'abreuvement) dans la journée et 37% dans le cas où, le troupeau été abreuvé plus d'une fois. Quant au circuit en boucle (type2), il est rencontré dans 92% des cas dans les circuits qui utilisent plus d'un point d'eau.

PETIT (2000) montre que les déterminants de la forme des circuits sont en rapport avec le type de propriétaire et l'âge du berger. Selon, elle les troupeaux des agro-éleveurs font des circuits en boucles resserrés dans les secteurs occupés par les champs. Au contraire, les circuits aller-retour par un même chemin se rencontreraient rarement chez les agro-pasteurs, sauf en saison sèche.

Pour notre part, les variables liées au type de propriétaire, à l'âge du berger ne sont déterminants, même si on observe une certaine stabilité dans le territoire fréquenté par les troupeaux des agro-éleveurs. L'hypothèse de contrainte d'abreuvement

comme déterminant de la forme des circuits va dans le sens des conclusions de PETIT (2000).

3.4.2 Les déterminants des variables fonctionnelles

Le temps passé au pâturage

Le temps passé au pâturage (TPP) correspond à l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre le départ et le retour au parc.

La variable temps passé au pâturage (TPP), croisée avec les autres variables explicatives, donne des valeurs-tests toutes inférieures à 2. En diminuant les ambitions en fixant le seuil des valeurs-tests à une valeur absolue supérieure à 1, deux variables se montrent les plus significatives : le terroir (valeur-test = 1,19) et la catégorie d'éleveurs (Typel), valeur-test = 1,07.

A Ouara, quelle que soit la saison, les troupeaux quittent le parc entre 8h et 9 h, après la traite matinale. Le retour a lieu aux environs de 18h30-19h. Le temps passé au pâturage, ou TPP, varie entre 9 et 11 heures. Ce type de conduite se rencontre également chez quelques éleveurs de Torokoro. D'autres éleveurs de ce terroir pratiquent des circuits en deux séquences. Une pâture matinale est organisée à partir de 7h jusqu'aux alentours de 10h-10h30, puis le troupeau est ramené près du campement. Les animaux ne sont pas enfermés dans le parc, mais stabulés à quelques mètres dans la réserve pastorale de l'éleveur qui est soit une jachère, soit une savane. Après environ deux heures de repos, le troupeau est reconduit au pâturage après que le berger ait pris son repas. Le troupeau regagne le parc à la nuit tombante, aux alentours de 18h45-19h. Dans ce type de conduite, la séquence matinale de pâture dure de 3h à 3h30, et celle de l'après midi un peu plus longue dure en moyenne 6 à 7 heures. La durée de pâturage dure donc de 8 à 10 heures par jour chez les agro-pasteurs. Chez les agro-éleveurs dont les troupeaux sont également gardés par des bouviers salariés peuls, le départ pour la pâture matinale se fait plus tardivement, vers 8h30-9h30. La sortie de l'après midi se situe entre 13h et 14h. Ils totalisent moins de temps au pâturage : de 7 heures à 9 heures.

Donc, de façon globale, on peut donc dire que le TPP est moins long chez les agro-éleveurs qui sortent plus tard leur troupeau et reviennent plus tôt des pâturages.

Pour chaque éleveur pris individuellement, le TTP varie peu, quelle que soit la saison : 30 minutes en plus ou en moins selon les jours et les saisons, bien que l'on observe chez l'agro-éleveur une légère augmentation du TTP. Les variations, pour

un même éleveur, sont surtout dues à des intempéries ou à l'administration de soins sanitaires. C'est le cas du circuit de la période P3, de l'agro-pasteur 2 de Ouara qui a été interrompu du fait de l'arrivée d'une pluie, le TTP n'a duré que 8 heures au lieu des 10 heures en moyenne.

Les distances parcourues

En croisant la variable distance (DIST) avec les variables explicatives, aucune valeur-test n'atteint la valeur de 2, seuil significatif. Cependant en considérant une valeur-test supérieure à 1, deux variables se révèlent être importantes en concordance avec l'hypothèse départ : le terroir (valeur-test = 1,19) et la catégorie d'éleveur (Typel), valeur-test = 1,07).

Si l'on considère les distances moyennes annuelles, les troupeaux parcourent de plus grandes distances à Ouara qu'à Torokoro : respectivement 11,47 km et 8,70 km. La figure 39 montre, à Ouara aussi bien qu'à Torokoro, que les agro-pasteurs parcourent les plus grandes distances ; en moyenne 12 à 13 km parcourus par les agro-pasteurs de Ouara, contre une moyenne de 9 à 10 à Torokoro. Le circuit de septembre de l'agro-pasteur 2 de Ouara, a été interrompu du fait d'une intempérie, ce qui donne un circuit plus court, exceptionnellement. La même tendance entre les deux terroirs, bien que peu marquée, est observée au niveau des agro-éleveurs : 8 km en moyenne à Ouara, contre 6 à 7 km à Torokoro. La longueur du circuit de l'agro-éleveur doghosé a été exceptionnelle en janvier, du fait que le berger avait en souci de retrouver des bêtes qui s'étaient échappées de l'enclos, la veille. Ce jour, le départ au pâturage a du reste été retardé par cet évènement.

Les plus grandes distances parcourues par les troupeaux des agro-pasteurs, confirme leur professionnalisme. Ils sont toujours à la recherche de meilleurs pâturages pour optimiser la satisfaction des besoins des animaux, ce qui les amènent à explorer des pacages au-delà de ceux utilisés par les agro-éleveurs.

Les bouviers salariés au service des agro-éleveurs ne semblent pas avoir cette préoccupation.

La conséquence est le partage de l'espace en trois couronnes. Les deux premières couronnes aux alentours du village sont exploitées respectivement par les animaux de trait et les bovins extensifs des agro-éleveurs tandis que les troupeaux des agro-pasteurs exploitent des parcours à la périphérie dans les espaces inter-terroirs.

La distance parcourue varie donc en fonction de la catégorie d'éleveur, mais également en fonction des saisons. D'une façon générale, la distance parcourue se rallonge pendant la période P2 (mars-avril) qui correspond à la saison sèche chaude caractérisée par une raréfaction des ressources (points d'eau et fourrage).

A Kourouma et Ouangolodougou, dans la même zone écologique que nos sites, PETIT (2000) évalue les distances parcourues entre 4 et 24 kilomètres. A l'exception du circuit de l'agro-pasteur 2 de Ouara, qui atteint 20 km en mars, les distances extrêmes ont rarement excédé 15 km. Selon cette étude, les circuits des agro-éleveurs auraient tendance à se rallonger pendant la saison des pluies. Cette tendance n'apparaît pas nettement dans la conduite des troupeaux des deux terroirs étudiés. Par contre, le rallongement des distances pendant la saison sèche se vérifie pour l'ensemble des éleveurs.

L'hypothèse, couramment véhiculée, du rallongement de la longueur des circuits en fonction de la taille des troupeaux, n'a pas été toujours vérifiée au cours de la quarantaine de circuits que nous avons effectuée. Pour exemple, le circuit de 20 km de l'agro-pasteur 2 de Ouara, dont nous avons parlé tantôt, a été effectué avec un troupeau de 23 têtes. Un autre exemple, est celui du circuit d'avril de l'agro-pasteur 2 de Torokoro. Avec un troupeau de 29 têtes, le berger a parcouru, à peu de chose près, la même distance qu'en janvier avec un effectif de plus de 80 têtes. Le fond de ce type de conduite est à mettre d'abord en relation avec une habitude qui s'instaure au fil du temps dans la conduite du troupeau.

Les agro-pasteurs ont généralement deux types de troupeaux : les troupeaux de maison et celui de la brousse, appelé « *garci* ». Ce dernier a la réputation d'être plus accoutumé à la marche, donc plus mobile. Un troupeau de ce type a été suivi à Torokoro, au mois de novembre. Ce troupeau de 450 têtes, gardé par 4 bergers, a parcouru 9,80 km pendant que les troupeaux des deux agro-pasteurs suivi dans le village ont parcouru en moyenne 7km pendant la période. Pendant la période P3 et P4, le troupeau d'un agro-éleveur mossi transhumant de Ouara a été suivi 4 fois (mai, juillet, août et septembre) dans le lieu de délocalisation. La distance moyenne parcourue par le troupeau pendant cette période est de 11,72 km, distance analogue à celle parcourue par les troupeaux des agro-pasteurs à Ouara pendant la même période. En revanche, le troupeau de l'agro-éleveur sédentaire de Ouara régulièrement suivi, a parcouru en moyenne 8,28 km.

Ces résultats montrent, que selon le contexte, la conduite des troupeaux change. Ce changement ne va pas toujours dans le sens attendu, à savoir que, plus la ressource est rare, plus les distances parcourues pour constituer une ration correcte est grande. Le troupeau de l'agro-éleveur transhumant de Ouara illustre bien cette contradiction.

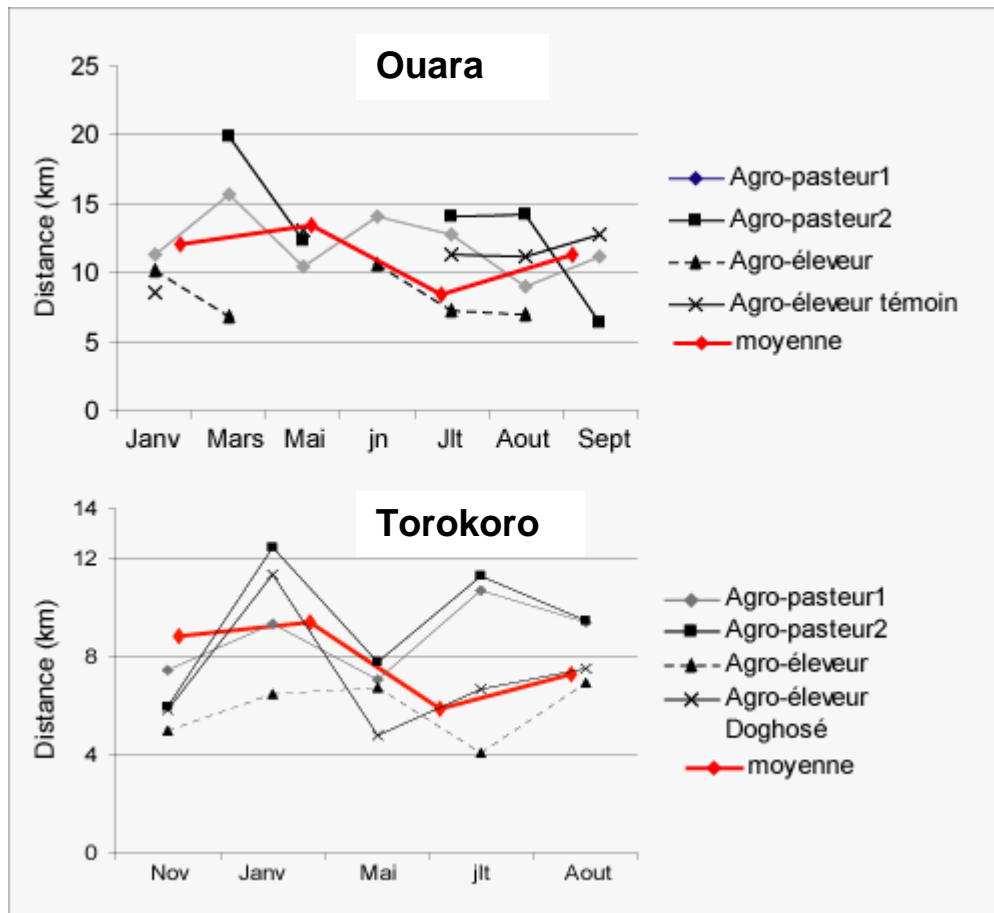


Figure 38 : Distances parcourues

L'activité au pâturage

Deux types d'activités sont analysés : la durée du déplacement et la prise alimentaire. L'évolution du rythme d'activités est analysée dans le paragraphe 2.4. Chacune des activités a été analysée en pour cent du temps passé au pâturage.

Le déplacement

Les variables les plus déterminantes révélées par l'analyse croisée sont : la superficie moyenne des entités de savanes (SUP), valeur-test = 1,45 ; la catégorie d'éleveur (TYPEL), valeur-test = 1,31 ; la contrainte d'abreuvement (ABR), valeur-test = -1,12 ; le taux d'occupation du territoire pastoral de l'éleveur (TOC), valeur-test = -1,12.

Le territoire pastoral de chacun des éleveurs a été délimité à partir de l'espace exploité par l'ensemble des circuits annuels. Les limites de ce territoire dépassent largement l'espace de maîtrise foncière des villages qui constitue le terroir. Les analyses font ressortir l'importance de la fragmentation du territoire des éleveurs, en particulier la superficie moyenne des entités de savanes. La relation ne va cependant pas dans le sens attendu, à savoir que plus le territoire est fragmenté et plus le temps consacré au déplacement est long. Les circuits au cours desquels la durée du déplacement a été supérieur à 30% du TPP se répartissent ainsi : 17,50% dans les territoires très fragmentés (SUP1), 55% dans les territoires moyennement fragmentés (SUP2) et 27,50% dans les territoires peu fragmentés (SUP = 3). Il semble qu'il faille associer à la fragmentation, le taux d'occupation du territoire (TOC) qui se révèle être également un facteur déterminant. Enfin, le type d'éleveur semble important. Les faibles temps consacrés à l'activité de déplacement ont été enregistrés au cours de circuits de troupeaux d'agro-pasteur (81% des circuits de cette catégorie d'éleveurs).

La durée de paissance

De façon générale, il est admis que plus l'herbe est rare, plus les animaux allongent la durée de paissance (BOURBOUZE, 1995). Cette hypothèse se vérifie-t-elle dans le cas des deux terroirs étudiés ? Celui de Ouara, comme il sera montré dans le chapitre 6, se caractérise par un état de dégradation plus avancé que celui de Torokoro.

Les tableaux croisés font ressortir les variables déterminantes suivantes : la période de l'année (PDE), valeur-test = 2,20 ; la contrainte d'abreuvement (ABR), valeur-test = -1,60 ; le taux d'occupation du territoire de l'éleveur (TOC), valeur-test = -1,60 ; la taille du troupeau (TPO), valeur-test = -1,13.

Les temps de paissance les plus faibles (PA1), c'est à dire inférieur à 50% du TPP, ont lieu pendant la pleine saison de pluie (P4) et pendant la période sèche chaude

(P2) : respectivement 58% et 33% des circuits. Cela concorde assez bien avec la dynamique des ressources. La période sèche se caractérise par d'importants problèmes d'alimentation liés au manque de fourrage, brûlé par le feu, et le tarissement de la plupart des points d'abreuvement de surface. Un temps plus important est alors consacré au déplacement pour la recherche des rares pâturages et des points d'eau. Il y a cependant un paradoxe pour la période P4, qui est la période de plein développement végétatif. Au cours de la saison des pluies, qui s'installe vers mai, les herbacées passent par différents stades de développements phénologiques. Au cours des premiers mois qui marquent la reprise végétative, le fourrage est certes, moins abondant mais il est de très bonne qualité. Le tableau croisé montre qu'au cours de cette période qui correspond à P3, le temps consacré à la prise alimentaire est toujours supérieur à 50% du TPP. Plus la saison avance, plus la ressource fourragère devient abondante en biomasse mais sa qualité fourragère baisse à cause de l'augmentation de la lignification des herbacées. La fin de la saison des pluies, qui correspond aux mois d'octobre-novembre, est considérée comme l'une des plus difficiles en terme d'alimentation des animaux. Des études zootechniques montrent un amaigrissement important des animaux pendant cette période (LANDAIS,1985 ; CHEVALIER 1994).

4 CONCLUSION

Pour comprendre l'impact des évolutions agraires, en particulier l'impact de la composition des territoires sur la mobilité pastorale, deux terroirs (Ouara et Torokoro) dont l'un se situe dans les anciens fronts pionniers et l'autre dans les fronts pionniers en pleine recomposition, ont été étudiés. Deux types de méthodes sont mises en œuvre. Les enquêtes ont permis de remonter l'historique de la mobilité sur un pas de temps d'une vingtaine d'années. Les suivis au pâturage d'un échantillon de troupeaux ont, quant à eux permis de suivre l'évolution des circuits de pâturage au cours des principales saisons de l'année et, ce, en fonction des types d'élevage identifiés. Plusieurs conclusions peuvent être tirées :

- le contexte écologique semble déterminant dans le choix des types de mobilité. Si le facteur ethnique se révèle, d'après les analyses, être le facteur hiérarchiquement le plus important, d'autres considérations doivent être prises en compte. La transhumance, qui est un mode de production caractéristique

de l'élevage peut se généraliser à Ouara et touche toutes les catégories d'éleveurs autres que peul.

- Ce sont les caractéristiques structurelles des circuits, à savoir le type de circuit et la forme des circuits, qui sont les plus influencées par la composition du territoire. Ainsi le terroir de Ouara qui a un taux d'occupation plus élevé, se caractérise par des circuits en une séquence, alors qu'à Torokoro, l'abondance des ressources fourragères permet de pratiquer des circuits en deux séquences.
- Quant aux caractéristiques fonctionnelles des circuits, le temps passé au pâturage et les distances parcourues sont également influencés par le macro-environnement de l'éleveur. On met cependant en évidence d'autres variables qui influencent les circuits : la catégorie de l'éleveur, la composition du territoire de l'éleveur, la période de l'année, la contrainte d'abreuvement. L'activité au pâturage est surtout dépendant de la catégorie d'éleveurs et de la saison.

**Chapitre 6 : UTILISATION PASTORALE ET EVOLUTION DE LA
BIODIVERSITE VEGETALE**

La principale difficulté méthodologique que pose l'étude de l'impact du pâturage dans des paysages soumis à plusieurs usages, est d'isoler l'effet du pâturage des autres effets. Par ailleurs, il est pratiquement impossible de quantifier la charge réelle supportée par les différents parcours dans le mode de gestion communautaire des ressources pastorales qui prévaut dans la région.

Quelques critères ont été cependant retenus pour quantifier la pression anthropique de façon globale et celle du pâturage par déduction. Elle tient compte :

- de la densité de population
- du taux d'occupation agricole
- de l'ancienneté de l'utilisation pastorale : l'augmentation des effectifs de cheptels, consécutifs à l'installation des éleveurs à Ouara, date du milieu des années 1970, alors qu'elle est récente pour Torokoro (milieu des années 1995). Il existait, certes, à Torokoro, des troupeaux taurins qui divaguaient une bonne partie de l'année. Ce type de conduite peut être également à l'origine de dégradation du fait que les animaux fréquentent toujours les mêmes endroits (LANDAIS, 1985)
- l'intensité de l'utilisation pastorale est approchée par la pression de pâturage cartographiée dans le paragraphe 2.5.12 du chapitre 5 .

En zone agro-sylvo-pastorale (ZASP), les pâturages situés à proximité des campements peuls ou des points d'eau, subissent, en général de plus fortes pressions comparativement aux autres parcours. A Torokoro, l'organisation spatiale traditionnelle du terroir réservait aux animaux (bovins et petits ruminants), un rayon d'environ 2 km à la périphérie du village ou du quartier. Ils y divaguaient sans gardiennage pendant une bonne partie de l'année voire toute l'année. Avec l'arrivée des migrants, cette organisation connaît un certain bouleversement du fait de l'étalement de l'habitat, et de l'ouverture de champs dans les réserves pastorales d'antan.

A Ouara, ce type d'organisation morphologique du terroir n'existe pas. L'espace cultivé jouxte l'habitat qui est dispersé à travers le terroir.

Le dispositif d'étude de l'impact du pâturage sur l'évolution de la diversité floristique comprend différentes stations réparties sur différents sites subissant des pressions anthropiques et pastorales différentielles :

- les deux terroirs de Ouara et Torokoro en zone agro-sylvo-pastorale (ZASP),
- la zone de pâture de Tierkoura (ZP), utilisée exclusivement par l'élevage,

- la forêt classée de Kofflandé (FC) : forêt ne subissant aucune pression anthropique en dehors du feu, facteur perturbateur commun à toute la région.

Le tableau 23 présente une synthèse des types de pressions observés dans les différents sites. Une note, sur une échelle de 0 à 3, proportionnelle à l'importance de l'intensité, est affectée à chaque site.

Tableau 23 : Quantification des types de pressions anthropiques dans les différentes stations

	Nombre de stations	Intensité pression pastorale	Ancienneté Pression pastorale	Pression anthropique globale (autres)
ZASP de Ouara	4	3	3	3
ZASP de Torokoro	15	2	2	2
ZP de Tierkoura	3	2	1	0
FC de Kofflandé	2	0	0	0

Les stations retenues dans ces sites en vue d'une étude comparative de la biodiversité, concernent deux types de paysages :

- la forêt claire à *Isoberlinia doka* : cette formation, considérée comme le climax en relation avec le feu, a une large répartition dans la partie sud du pays. Trois stations ont été implantées à Torokoro, deux dans la zone de pâture de Tierkoura, et deux dans la forêt classée de Kofflandé. Les travaux de GUINKO (1984) dans les forêts classées voisines et ceux de FOURNIER (1991) et de CESAR (1992) dans le parc national de la Comoé de l'autre côté de la frontière du Burkina Faso, sont utilisés pour discuter les résultats.
- les savanes arbustives à *Detarium microcarpum*, sont présentes aussi bien à Ouara et à Torokoro, que dans la zone de pâture de Tierkoura. La plupart, sont des jachères en cours reconstitution. Certaines peuvent être considérées comme des formations naturelles n'ayant pas fait l'objet de défriche de mémoire d'homme. Trois stations à Ouara, deux à Torokoro, et une en zone de pâture ont fait l'objet de suivi.

Dans chacune des stations, des mises en défens ont été effectuées. Ce dispositif qui n'a malheureusement pu être mis en place courant mai 2002, n'est qu'à sa première année d'observation.

Le dispositif d'étude de l'impact de l'utilisation pastorale sur l'évolution de la biodiversité comprend donc au total :

- 7 stations en forêt claire à *Isoberlinia doka*,
- 6 stations dans la savane arbustive à *Detarium microcarpum*.

1 DESCRIPTION DES STATIONS D'IMPLANTATION DU DISPOSITIF DE MIS EN DEFENS

1.1 Les stations de Ouara

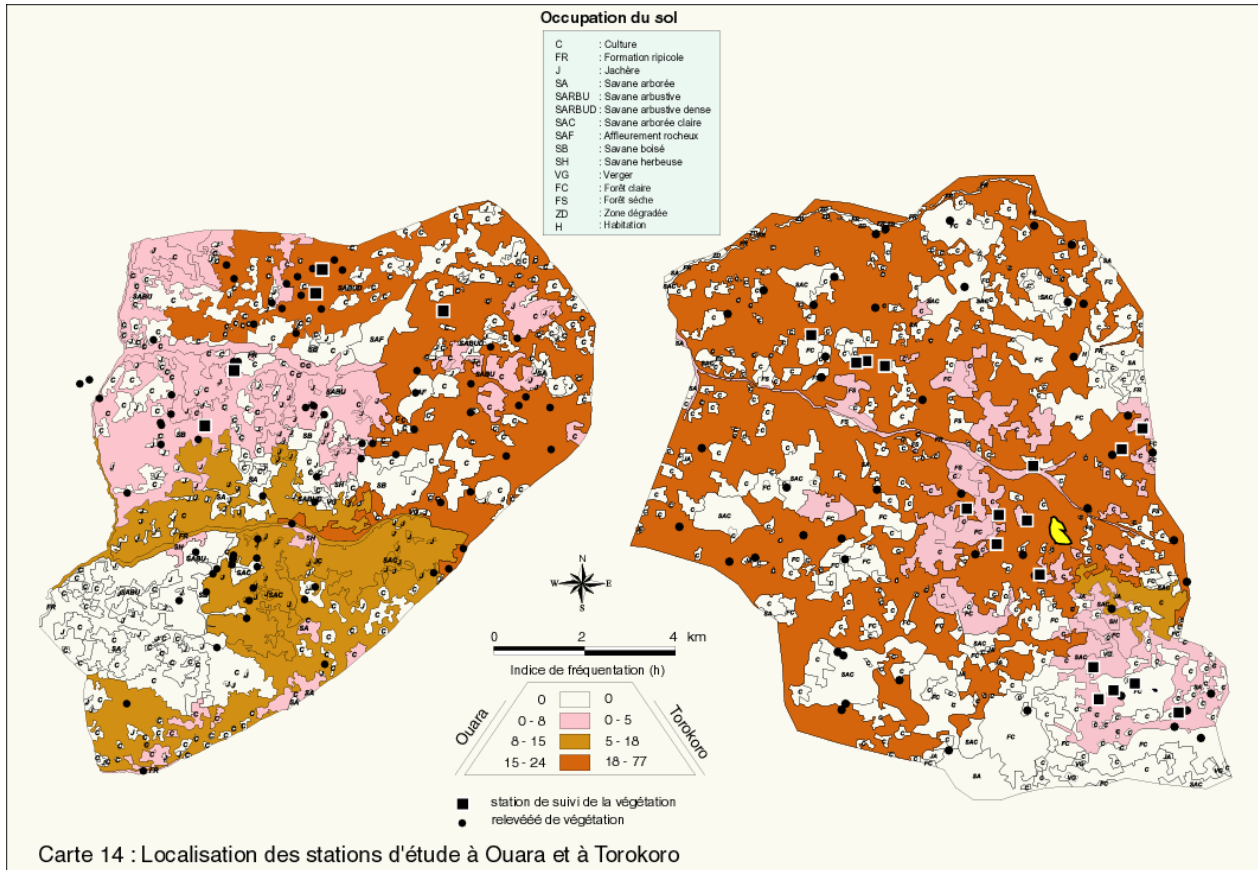
Les trois stations suivies, WP1, WP2, WP3, sont des jachères arbustives à *Detarium microcarpum*. La carte 14 en donne la localisation. La pression pastorale est forte sur l'ensemble du site.

1.1.1 La station WP1

Elle est située au nord, à l'entrée du village, dans les faciès de végétation qui montrent les plus fortes présences animales. Elle fait partie d'une jachère de plus de 30 ans d'âge, et on peut avancer que la pression pastorale a été forte depuis l'installation des Peuls au milieu des années 1970. A première vue, cette savane présente de nombreux signes de dégradation, avec un embroussaillage assez important et de nombreux placages sableux à *Microchloa indica*.

Dans la strate arborée, dont le recouvrement est inférieur à 10%, on compte quelques pieds de *Burkea africana*, de *Vitellaria paradoxa* et de *Parkia biglobosa*. La strate arbustive, dont le recouvrement est important (50-75%), se compose de plusieurs espèces, mais les plus abondantes sont représentées par *Detarium microcarpum*, *Terminalia laxiflora*, *Pteleopsis suberosa*.

L'intensité de pâture y est importante.



Carte 14 : Localisation des sites

1.1.2 La station WP2

Située du côté est du terroir, dans la même zone de pression de pâturage que la précédente, la station est également une très vieille jachère qui accueille les troupeaux du campement est des Peuls et les troupeaux des agro-éleveurs du quartier de Tangporé.

La strate arborée très lâche, compte quelques individus de *Vitellaria paradoxa*, *Burkea africana* et quelques arbres fourragers (*Khaya senegalensis*, *Azelia africana*, *Pterocarpus erinaceus*) sévèrement émondés.

Les espèces dominantes dans la strate arbustive sont *Detarium microcarpum* associé à *Crossoteryx febrifuga* et *Combretum molle*.

1.1.3 La station WP3

Située au sud du terroir, cette savane arbustive à *Detarium microcarpum* est, comme les deux précédentes, une jachère vieille de plus d'une trentaine d'années. Elle constitue la principale zone de pâture pour les éleveurs des quartiers sud (Léfako, Farako etc.). La pression de pâturage sur les herbacées est modérée, mais on observe un émondage important des ligneux fourragers.

On compte quelques arbres (*Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Prosopis africana*) disséminés dans une strate arbustive dense dominée par *Detarium microcarpum*.

1.1.4 Les sols des stations étudiées

Les profils des sols ont été décrits par BARRO (non publié). Il sont de type ferrugineux tropicaux lessivés indurés. Les caractéristiques sont présentées en annexe 6.

Dans l'ensemble ce sont des sols peu profonds, la carapace apparaissant à 30-35 cm. Ils ont une texture sablo-limoneuse en surface (0-12/19 cm). Les sols WP2 et WP3 ont une charge graveleuse moins importante en horizon supérieur (7 à 10%) que les sols WP1 (15 à 20%). En revanche les niveaux d'apparition des horizons gravillonnaires et de l'induration sont plus en profondeur dans les sols WP1 : en effet, les niveaux gravillonnaires apparaissent respectivement à 12 cm, 19 cm et 32 cm dans les sols WP2 ,WP3 , WP1, et ceux des indurations de 32 cm, 34 et 51 cm dans le même ordre de classement. Il semble donc que les sols des stations WP1 et WP3, sont potentiellement plus intéressants que les sols de la station WP2.

Dans l'ensemble, ces sols ont de faibles potentialités agricoles. C'est la raison qui explique le maintien des formations qu'ils portent, dans un environnement où la totalité des bonnes terres est mise en culture.

1.2 Les stations de Torokoro

Le dispositif de suivi comprend au total 15 stations, dont cinq pour le suivi de l'évolution de la biodiversité en fonction de l'intensité de pâture :

- trois faciès de forêts claires localisés dans les domaines fonciers de trois autochtones doghosé,
- deux faciès de savanes arbustives à *Detarium microcarpum* dont une jachère ancienne et une savane naturelle.

En plus de l'exploitation pastorale, ces formations subissent d'autres types de pressions anthropiques, tels les prélèvements domestiques.

1.2.1 Les stations en forêt claire (T1FC, T2FC, T3FC)

1.2.1.1 Station dans le domaine de O. D (T1FC1)

Elle se situe en position de plateau. Ce domaine est le plus proche du centre du village. Il se situe dans l'auréole traditionnellement réservée à l'élevage. La pression de pâturage y est la plus importante.

Un profil de sol a été examiné. Le sol à texture sablo-limoneuse a une profondeur de plus d'un mètre. Les détails des caractéristiques des profils des deux faciès sont consignés dans les annexes.

1.2.1.2 Station dans le domaine O. M (T2FC)

La forêt claire étudiée est également en position de plateau.

La pression pastorale est, de façon générale, assez faible à nulle dans ce domaine.

Bien que les sols soient dans l'ensemble assez profonds, des blocs de cuirasse apparaissent par endroit.

1.2.1.3 Station dans le domaine de O.B (T3FC)

La forêt claire est située en versant. L'intensité de pâturage est également forte dans ce domaine.

Des profils de sols ont été également examinés. Ce sont des sols profonds, de texture sablo-limoneuse jusqu'à 30 à 50 cm, argilo-sableuse au niveau des couches en dessous de 50 cm.

1.2.2 Les stations des savanes arbustives à *Detarium microcarpum*

1.2.2.1 Jachère ancienne à *Detarium microcarpum* (T-det1)

Elle se situe dans le domaine de O.B. Elle présente la même physionomie que les savanes de Ouara. Elle est dominée par *Detarium microcarpum* et *Terminalia laxiflora*. L'âge de la jachère se situe entre 15 et 20 ans. Les sols y sont profonds, s de texture sablo-limoneuse. Elle est intensément pâturée.

1.2.2.2 Savane arbustive à *Detarium microcarpum* (T-det2)

C'est une savane qui n'a pas fait l'objet de défriche, de mémoire d'homme. Elle est considérée comme une formation naturelle. Elle est située en position de plateau. La texture sur les 10 premiers centimètres, est sablo-limoneuse. Elle se développe sur un sol peu profond (60-70 cm) et la cuirasse apparaît par endroit. La strate graminéenne est dominée par des graminées vivaces (*Andropogon ascinodis*, *Hyparrhenia spp.*, etc.).

1.3 Les stations de la zone de pâture de Tierkoura

Dans la stratégie de gestion de l'espace du projet GEPRENAF, une zone d'élevage d'une superficie d'environ 4 000 ha, a été négociée avec la population et matérialisée dans le terroir de Tierkoura, au profit des éleveurs. Elle était traditionnellement utilisée par les Peuls durant les transhumances de saison sèche.

Le mode de gestion expérimenté prévoit un accueil de 90% des animaux pendant la période agricole, soit du 15 mai au 1^{er} février. L'objectif visé à travers la création de cette zone, est d'atténuer les conflits agriculteurs-éleveurs, diagnostiqués comme l'un des principaux problèmes de développement dans la zone à vocation agro-sylvo-pastorale où se mènent les activités d'élevage. Le projet espère également alléger la pression pastorale dans la zone de biodiversité dont l'objectif est la conservation et l'exploitation de la biodiversité animale et végétale.

La forêt claire à *Isoberlinia doka* est la formation la plus représentée. Elle occupe 66% de la superficie de la zone. L'année 2001 a été la première année de test de la

gestion organisée avec le Projet, et une étude sur la capacité d'accueil a été commanditée et exécutée par LIEHOUN & OUEDRAOGO (2001). De mai à novembre 2001, la zone avait accueilli environ 5 100 bovins (soit une charge de 1,26 UBT.ha⁻¹) appartenant à des Peuls de trois localités du département de Ouangolodougou (Ouangolodougou, Timberba et Boko). La forte exploitation pastorale au cours de cette campagne, a fait craindre des risques de dégradations accélérées.

Au cours de la campagne 2002, l'exploitation a été très faible, les éleveurs ayant délaissée la zone du fait d'une réinfestation « glossinaire » qui la rendait dangereuse pour les troupeaux. Ce n'est qu'en novembre 2002 que quelques éleveurs ont commencé à revenir sur le site.

Trois stations, deux en forêt claire, une dans une savane arbustive à *Detarium microcarpum* ont été suivies.

1.4 Les stations en forêt classée de Kofflandé

Le classement de la forêt date de 1953. Deux sites, l'un sur plateau, l'autre en versant, ont été choisis à environ 1 km du village. Ils correspondent à des forêts claires à *Isobertinia doka*. Selon la législation forestière, les forêts classées ne peuvent faire l'objet que de cueillettes. On sait cependant que les éleveurs et les agriculteurs bravent souvent cet interdit, quite à se faire lourdement amender. Pour commettre les infractions, les éleveurs s'enfoncent dans la profondeur de la forêt afin de limiter les risques de se faire prendre. Le fait que nos sites ne soient pas éloignés du village les ont mis à l'abri de pâturage clandestin.

2 DIAGNOSTIC GENERAL DE LA FLORE DE OUARA ET DE TOROKORO

2.1 Flore des pâturages de Ouara

Une centaine de relevés phyto-écologiques ont été effectués dans différents types de faciès de végétation. Une vingtaine, effectués dans des jachères ont pu être approximativement datés.

2.1.1 Richesse et spectre floristique

Deux cent trente huit espèces dont 92 ligneuses et 146 herbacées, ont été recensées, avec une moyenne de 59 espèces par relevé. On observe, au niveau de la strate herbacée, une flore très déséquilibrée au profit des herbacés divers (66% des espèces recensées) (figure 40). Les graminées vivaces ne constituent que 12% de la richesse floristique. Les espèces ligneuses, se répartissent dans 28 familles dont les plus représentées sont les Combrétacées avec 16 espèces recensées et les Légumineuses représentées par 22 espèces. Les autres familles ne sont quelquefois représentées que par une seule espèce.

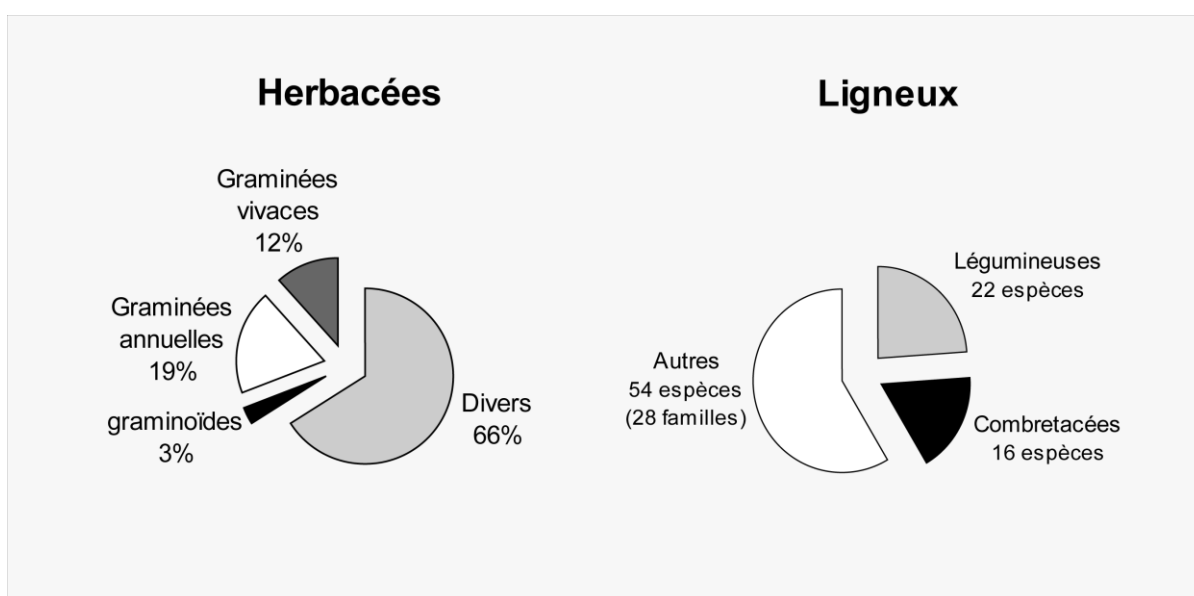


Figure 39: Spectre floristique (Ouara)

2.1.2 Richesse floristique en fonction de l'âge des jachères

Sur la centaine de relevés effectués, une vingtaine de jachères a pu être datée. La datation est assez précise pour les jeunes jachères. Par contre, elle est approximative pour les anciennes. L'âge des jachères varie de 1 à environ 40 ans. Toutes ces jachères supportent une pression de pâturage assez forte, voire un surpâturage.

Les relevés ont été regroupés en 3 classes d'âge :

- J1-5 : jachères de 1 à 5 ans : 14 relevés,
- J5-15 : jachères de 6 à 15 ans : 2 relevés,



- J15+ : jachères de plus de 15 ans : 6 relevés.

La figure 41 compare la richesse floristique de ces jachères avec celles de savanes qui n'ont jamais été cultivées (JC) de mémoire d'homme, mais qui sont pâturées.

La richesse floristique oscille entre 50 et 166 taxons. Comme on peut le constater, les savanes qui n'ont jamais fait l'objet d'une mise en culture, n'ont pas la richesse floristique la plus élevée. Elle semble maximale à partir de 15 ans.

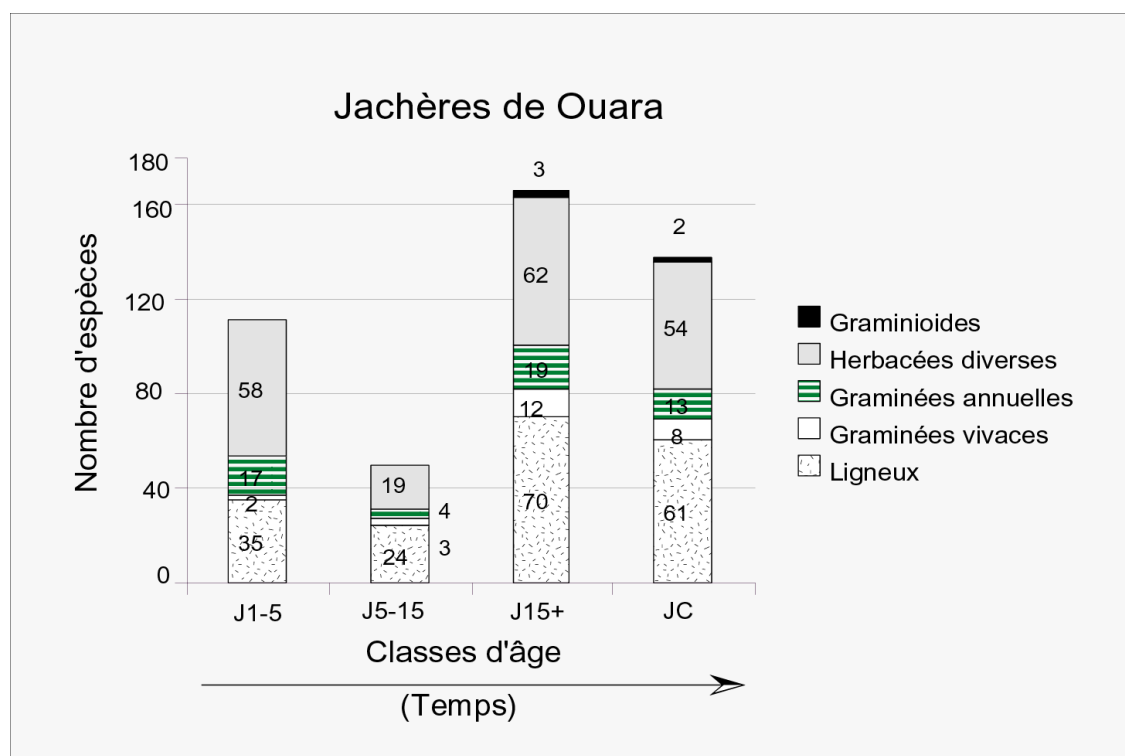


Figure 40 : Richesse floristique des jachères à Ouara

Les premières années de mise en jachère se caractérisent par une flore pauvre en graminées vivaces. Deux espèces sont recensées : *Andropogon gayanus* et *Sporobolus pyramidalis*. C'est à partir de 15 ans de mise en jachère que le cortège s'enrichit en graminées vivaces. On recense de 8 à 12 espèces, essentiellement des espèces de savanes peu perturbées (*Andropogon ascinodis*, *Hyparrhenia spp.*, *Schizachyrium sanguineum*, etc.).

La forte proportion d'herbacées diverses, installées dans les premières années de mise en jachère, se maintient, alors qu'elles devraient faire place au bout de quelques années à *Andropogon gayanus*, puis aux graminées vivaces de savane. Cela dénote une compétition faible en faveur de ces herbacées diverses. La forte

proportion de ces herbacées diverses (70% de la flore herbacée) dans les savanes naturelles confirme le déséquilibre de la végétation herbacée.

2.1.3 « Présence » des espèces dans les relevés

La fréquence d'occurrence est le rapport, en pour cent, du nombre de relevés où chaque espèce est présente et le nombre total de relevés : c'est la « présence » des phytosociologues (PAVILLARD, 1936). La liste a été restreinte aux espèces qui apparaissent, une fois au moins, dans 10 relevés, donc qui ont une présence de 10%. On met en évidence un certain nombre **d'espèces ubiquistes** et **constantes**, que l'on retrouve pratiquement dans tous les relevés. Les espèces ligneuses suivantes sont présentes dans plus de 70% des relevés : *Burkea africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Piliostigma thonningii*, *Detarium microcarpum*, *Pteleopsis suberosa*, *Crossopteryx frebrifuga*, *Annona senegalensis*. Pour ce qui concerne les herbacées, *Panicum phragmitoides*, *Andropogon ascinodis*, *Schiachyrium exile*, *Pennisetum pedicellatum* sont présents dans plus de 60% des relevés.

Le nombre important de ces espèces constantes peut être interprété comme un des signes d'une homogénéisation de la flore.

2.2 Flore des pâturages de Torokoro

2.2.1 Richesse et spectre floristique

A Torokoro, environ 90 relevés de végétation ont été exécutés entre 1998 et 2002. Parmi ces relevés, quelques jachères dérivées de forêts claires ont pu être datées et servent à analyser le dynamisme de la végétation.

Au total, 182 taxons dont 86 ligneux et 96 herbacés ont été recensés. Chaque relevé comporte en moyenne 36 espèces.

Au niveau de la strate herbacée, les herbacées diverses constituent plus de 50% de la richesse floristique, les graminées annuelles et les graminées vivaces sont à peu près à part égale (respectivement 20 et 21 espèces). Quant à la strate ligneuse, 33 familles sont présentes avec une grande importance des Légumineuses (21 espèces) et les Combrétacées avec 12 espèces.

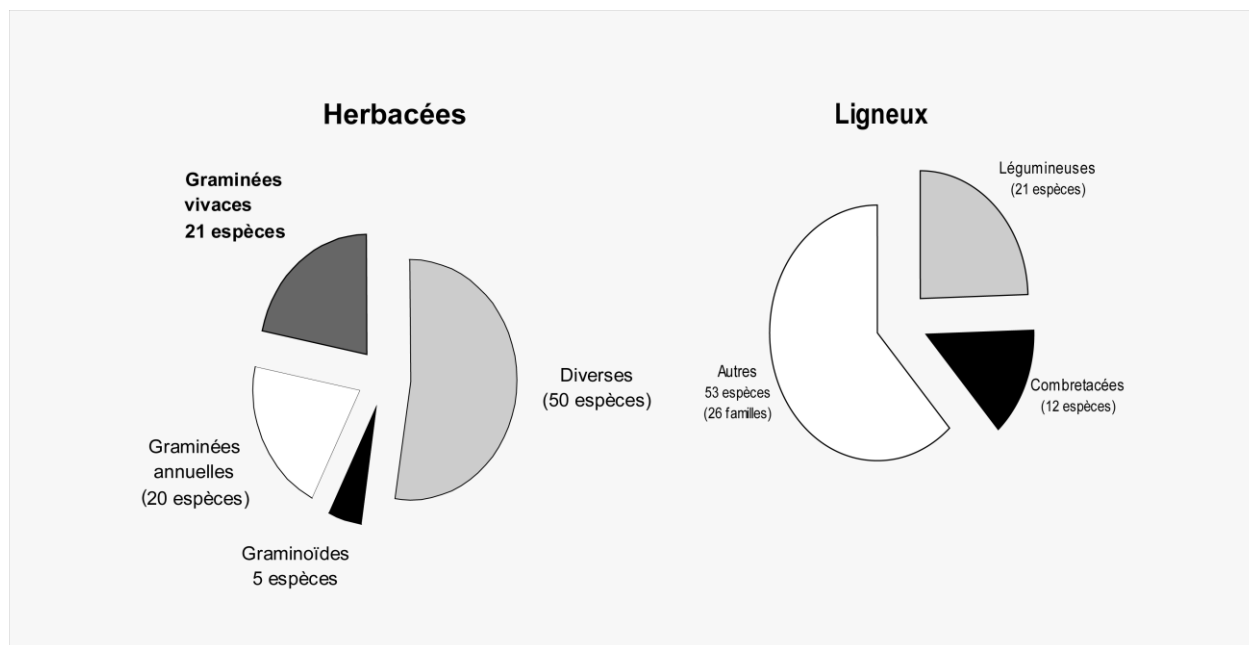


Figure 41 : Spectre floristique (Terroir de Torokoro)

2.2.2 « Présence » des espèces dans les relevés

L'analyse de la « présence » des espèces dans les relevés, montre que certaines espèces arborées comme *Vitellaria paradoxa* et *Isoberlinia doka* sont très fréquentes. La première est recensée sur 78% des relevés, la deuxième dans 57% des relevés. Ce sont ces espèces qui marquent la physionomie des paysages végétaux cartographiés. Les espèces arbustives les plus fréquentes sont : *Detarium microcarpum*, *Afromosia laxiflora*, *Piliostigma thonningii*, *Terminalia laxiflora* et *Monotes kerstingii*. Ces espèces sont présentes dans au moins 50% des relevés. Au niveau des graminées, *Andropogon ascinodis*, *Hyparrhenia smithiana* et *Hyparrhenia subplumosa* sont présents dans plus de 70% des relevés.

2.2.3 Evolution de la richesse floristique en fonction de l'âge des jachères

L'analyse est faite avec les relevés effectués dans les jachères dérivées des forêts claires. Ces jachères datées, par enquêtes se répartissent dans 3 classes d'âge :

- J1-5 : jachères de 1 à 5 ans,
- J5-10 : jachères de 6 à 10 ans,
- J10-15 : Jachères de 11 ans à 15 ans.

On recense de 79 à 90 espèces dans ces végétations en reconstitution (Figure 43). La richesse floristique, élevée dans les jeunes jachères, a tendance à baisser au fur et à mesure de son vieillissement. La richesse en espèces ligneuses varie peu au

cours de l'évolution de la végétation (de 34 à 40 espèces). Les graminées vivaces *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum*, *Brachiaria jubata*, *Imperata cylindrica*, font leur apparition dès le premier stade de mise en jachère. Le cortège floristique est enrichi par *Andropogon ascinodis* et *Hyparrhenia spp.*, déjà présentes dès la 5ème année de mise en jachère. La proportion élevée des herbacées diverses (41% de la richesse totale) dans les premières années de la mise en jachère, diminue au profit des graminées vivaces, dont le nombre passe de 6 espèces à 10 espèces après 10 ans de mise en jachère.

Les graminées annuelles (*Digitaria horizontalis*, *Pennisetum polystachion*, *Sorghastrum bipennatum*), qui apparaissent dès les premières années de mise en jachère, semblent se maintenir encore après 10 ans de jachère.

Les graminoides sont peu importantes et leur richesse floristique varie peu au cours de la reconstitution de la végétation.

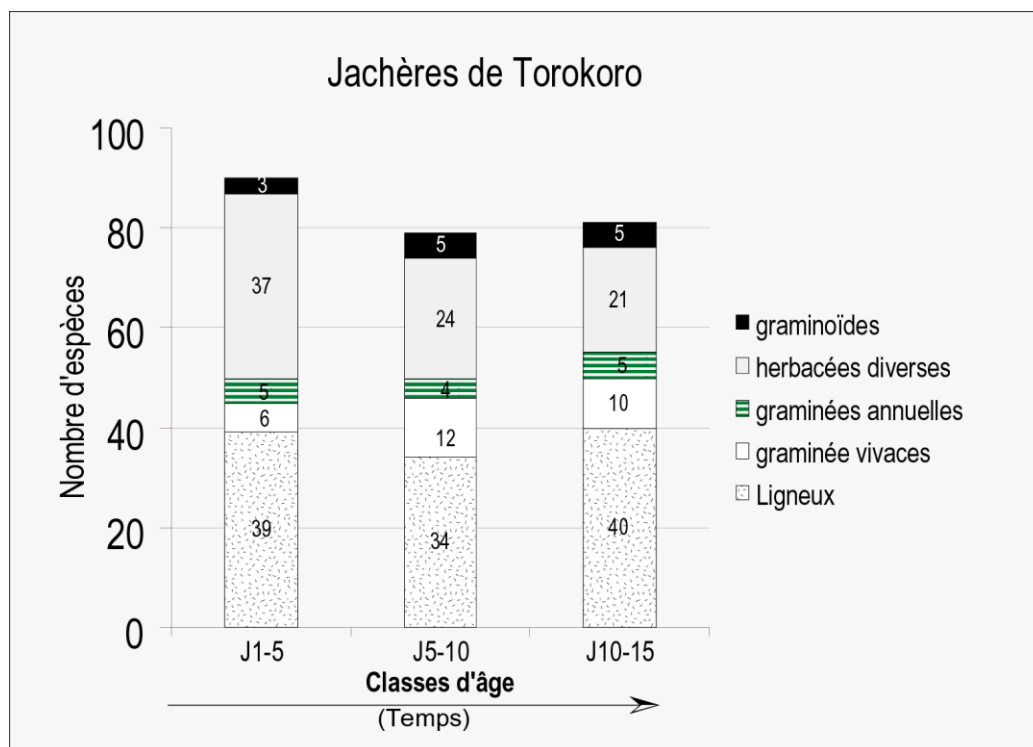


Figure 42 : Richesse floristique des jachères

2.3 Etude comparée de la flore des deux terroirs

2.3.1 Richesse floristique

Avant de procéder à la comparaison des richesses floristiques des deux terroirs, il est important de rappeler que, pour des raisons indépendantes de notre volonté, l'essentiel des campagnes de relevés de 1998 et de 2001 s'est déroulé à la fin de la saison de pluie (octobre-novembre-décembre), alors qu'il aurait fallu procéder à des relevés continus dès l'installation des pluies en avril-mai, pour espérer recenser les espèces à cycle de développement rapide. Il est donc certain que quelques espèces n'aient pas pu être recensées soit du fait du passage des feux de brousse qui commencent dès la mi-novembre, soit qu'elles aient achevé leur cycle végétatif ou qu'elles aient été broutées. Tous ces facteurs introduisent des biais qui pèsent sur les résultats et nous sommes conscients de n'avoir pas inventorié la richesse floristique totale. Le dispositif de défens mis en place en 2002, a quelque peu permis d'atténuer le biais. Dans certaines stations, le nombre d'espèces herbacées recensées grâce à ce dispositif, est passé du simple au double. DAGET & GODRON (1982) disaient à ce propos, que la liste floristique d'un relevé est généralement limitée aux espèces et sous-espèces décrites dans la flore locale, observables le jour du relevé.

Au total, 238 taxons ont été recensés à Ouara et 182 espèces à Torokoro (figure 44). FOURNIER *et al.* (2000) ont recensé 263 espèces dans les milieux savanicoles de la région de Bondokuy, à la limite nord de la zone sud-soudanienne. Dans le terroir de Kourouma, dans la même zone écologique, CHEVALIER (1994) recense 214 espèces. La richesse floristique de Torokoro, terroir relativement moins dégradé que celui de Ouara, paraît donc comparativement plus faible.

Les deux terroirs ont en commun près de 140 espèces et le coefficient de similitude de 0,39 reflète que les flores ne sont pas si différentes. La différence se fait surtout au niveau des herbacées qui enrichissent la flore à Ouara. Ce sont pour l'essentiel les dicotylédones diverses qui créent cette différence. Quelques espèces ligneuses semblent spécifiques à Torokoro, parmi lesquelles : *Monotes kerstingii*, *Paveta crassipes*, *Lophira lanceolata*, *Isobertinia Dalzielli*, *Lonchocarpus laxifloris*, *Uapaca togoensis*, etc.

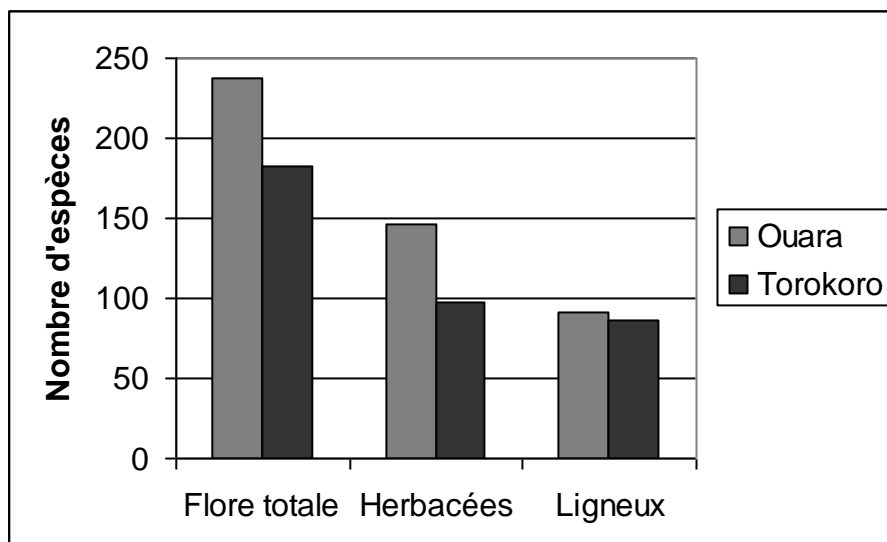


Figure 43 : Richesse floristique comparée entre Ouara et Torokoro

2.3.2 La diversité floristique

La probabilité d'occurrence d'une espèce ou d'un individu, dans le milieu étudié, donne une deuxième mesure de la diversité floristique, calculée à l'aide de l'indice de Shannon ($H = - \sum p_i \ln p_i$), p_i étant la proportion de l'espèce i ou de la famille i dans le milieu).

Pour comparer la végétation des deux terroirs, nous avons considéré la fréquence relative des familles dans la flore ou, en d'autres termes, la probabilité pour qu'une espèce prise au hasard dans cette flore appartienne à une famille « **F** »

Le calcul donne les valeurs suivantes :

Ouara : $H = 16,32$

Torokoro : $H = 20,96$

L'indice de diversité de la flore de Ouara est plus faible que celui de Torokoro, révélant que, même, si la richesse floristique y est plus élevée, les individus se répartissent dans peu de familles. Cette valeur peut être interprétée comme un autre signe d'une homogénéisation plus forte de la végétation.

3 IMPACT DU PATURAGE SUR LA BIODIVERSITE VEGETALE

3.1 Impact du pâturage sur la biodiversité des forêts claires

L'inventaire, effectué dans cette formation, comporte 27 relevés en zone agro-sylvo-pastorale (ZASP) de Torokoro et une dizaine en zone pastorale (ZP) de Tierkoura. Le dispositif de suivi mis en place, comprend 7 stations de 2 500 m² implantées dans trois sites :

- trois stations dans le terroir de Torokoro (ZASP), soumis à une utilisation agro-sylvo-pastorale. La pression pastorale est assez importante sur ces formations, à l'exception de la station (T2FC) assez enclavée qui ne présentait aucun signe de pâturage ;
- deux stations en zone de pâture de Tierkoura (ZP). Elle était traditionnellement utilisée au cours des transhumances de saison sèche. Son utilisation est organisée depuis 200, 1 dans le cadre du projet GEPRENAF. Le plan de gestion de la zone prévoit une ouverture de Mai à Février pour les éleveurs riverains de la zone de biodiversité ;
- deux stations en forêt classée de Kofflandé (FC) qui ne subissent aucune exploitation.

3.1.1 Richesse floristique et spectre fourrager

Quatre-vingt-quatre espèces (49 herbacées et 35 espèces ligneuses) ont été recensées sur l'ensemble des 7 stations (figure 45), avec environ 36 espèces par relevé. De façon globale, on a la même richesse floristique, pour les stations en ZASP, que celles de la FC avec 39 espèces recensées dans l'une et l'autre. Cependant, la FC s'écarte assez significativement de la ZASP et de la ZP, par une richesse plus importante en espèces ligneuses : 16 espèces contre 9-10 espèces pour les deux autres sites. Le statut de zone de conservation des forêts classées y est sûrement pour quelque chose. En ZASP, divers types de prélèvements domestiques effectués dans ces formations, expliquent la plus faible richesse en ligneux.

La ZP, ne faisant l'objet que d'une exploitation pastorale, se caractérise par une richesse floristique dans l'ensemble plus faible, tant au niveau de la strate ligneuse, que celui de la strate herbacée : 9 espèces ligneuses et 19 herbacées en moyenne.

Dans l'ensemble, la richesse floristique des forêts claires est largement en dessous des valeurs trouvées par GUINKO (1984). En effet, cet auteur recense 103 espèces dans des formations similaires dans la région. Cet écart s'explique essentiellement par la différence des méthodes utilisées. En effet, cet auteur a procédé à un inventaire exhaustif, sans tenir compte d'une aire minimale. Il est connu que, quand on augmente indéfiniment l'aire d'échantillonnage, de nouvelles espèces, certes en faible nombre, font leur apparition. En outre, l'auteur a considéré comme faisant partie des forêts claires, les poches de savanes arbustives à *Detarium microcarpum* fréquentes au sein de ces formations. Enfin, on peut aussi admettre que, depuis les inventaires de l'auteur qui réalisés à la fin des années 1970 et au début des années 1980, des évolutions ont pu se produire.

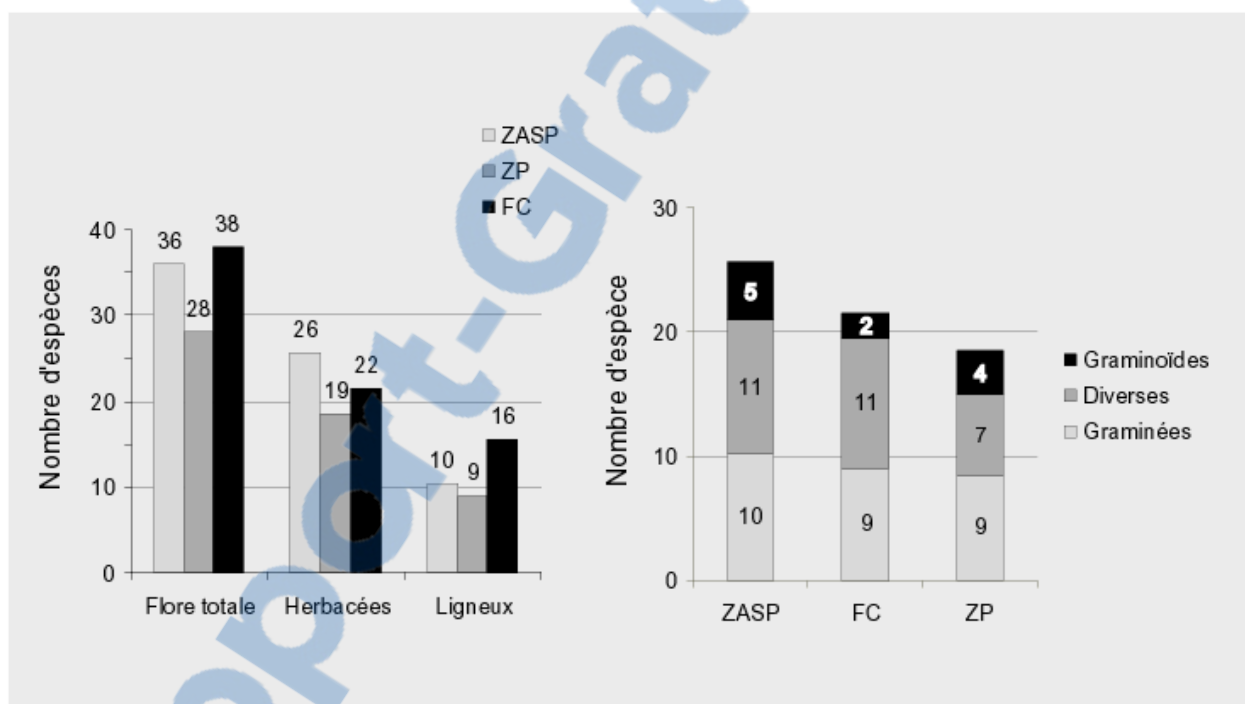


Figure 44: Richesse floristique des forêts claires à *Isoberlinia doka*

3.1.2 Indices de similitude de Jaccard

Les stations sont comparées deux à deux. La comparaison se fait intra site puis inter site, pour chaque contexte d'utilisation. Elle porte sur l'ensemble de la flore, puis sur chacune des strates.

Un certain nombre d'espèces se retrouvent aussi bien en ZASP, qu'en ZP ou en FC. Parmi ces espèces, *Isoberlinia doka*, *Ximenia africana*, *Monothos kerstingii*, *Pericopsis laxiflora*, *Vitellaria paradoxa* et parmi les graminées, *Hyparrhenia subplumosa*, *Hyparrhenia smithiana*, *Andropogon ascinodis*, *Schizachyrium*

sanguineum, *Monocymbium cerisiiforme*. Un petit cortège de dicotylédones et des graminoides du genre *Fimbristylis* accompagnent ces espèces constantes.

La similitude intra site est assez élevée :

- 39% à 51% pour ce qui concerne la ZASP : la station T2FC faisant l'objet d'une pâture nulle présente une assez grande similitude (51%) avec la station (T3FC), qui par contre, est fortement pâturée. En outre, la première station se développe sur des sols sablo-limoneux, tandis que la deuxième est plutôt sur un substrat gravillonnaire ;
- 54% de ressemblance entre les stations de la ZP, dont l'une est sur plateau et l'autre sur versant ;
- 43% de ressemblance entre les deux stations de la FC.

En comparant la flore soumise à des utilisations différentes, les coefficients de similitude oscillent entre 0,25 et 0,37 entre les stations de la ZASP et les stations de la FC, pour ce qui concerne la flore totale. Ces coefficients ne sont pas plus élevés entre les stations de la ZASP et celles de la ZP, mais les valeurs extrêmes sont améliorées: de 0,31 à 0,46.

En ne considérant que la strate herbacée, la similitude entre stations est légèrement améliorée : 0,36 à 0,68. La station T2FC, en ZASP, qui ne fait pas l'objet d'exploitation pastorale, présente la plus grande similitude au niveau de la flore herbacée avec la station TKFC2 en FC. Les valeurs les plus contrastées sont observées au niveau de la strate ligneuse, entre la station T1FC en ZASP et la station KFC2 (12% de ressemblance) et la station ZPFC1 en ZP (50%). La T1FC est la station qui subit la plus forte pression de pâturage.

Les stations de la ZP et celles de la FC présentent également peu de similitudes entre elles : les coefficients de similitude de Jaccard oscillent entre 0,26 et 0,37

3.1.3 Structure de la strate herbacée

Les fréquences spécifiques des espèces ont été quantifiées selon la méthode linéaire des points quadrats décrit dans le chapitre des méthodes. Cent points de lecture ont été effectués le long de deux diagonales de 5 m chacune, dans la placette de mise en défens. Plusieurs paramètres de la structure de la strate herbacée ont été ainsi calculés.

3.1.3.1 Le recouvrement

Le recouvrement d'une espèce est la proportion de la surface du sol qui est recouverte par la projection verticale des organes aériens de cette espèce (DAGET, 1995). Il est donnée par sa fréquence centésimale (Fc_i) qui est le rapport en pour cent, entre le nombre de fois où la présence de l'espèce est observée sur la ligne et le nombre total des observations. La participation de chaque espèce au tapis végétal est donnée par la contribution spécifique (CSP_i)

Les contributions spécifiques cumulées, pour chaque catégorie d'herbacées (graminées annuelles, graminées vivaces, herbacées diverse et graminoides), sont présentées dans la figure 46.

La contribution des graminées vivaces est élevée dans toutes les stations : de 81 à 98% du recouvrement global. Elle est particulièrement élevée dans deux stations en ZASP de Torokoro (T2FC, T3FC), laissant penser à la phase préliminaire d'action amélioratrice de la pâture évoquée par BOUDET (1975).

La contribution des herbacées diverses et des graminées annuelles est au contraire plus faible dans la ZASP de Torokoro que dans les formations peu anthropisées.

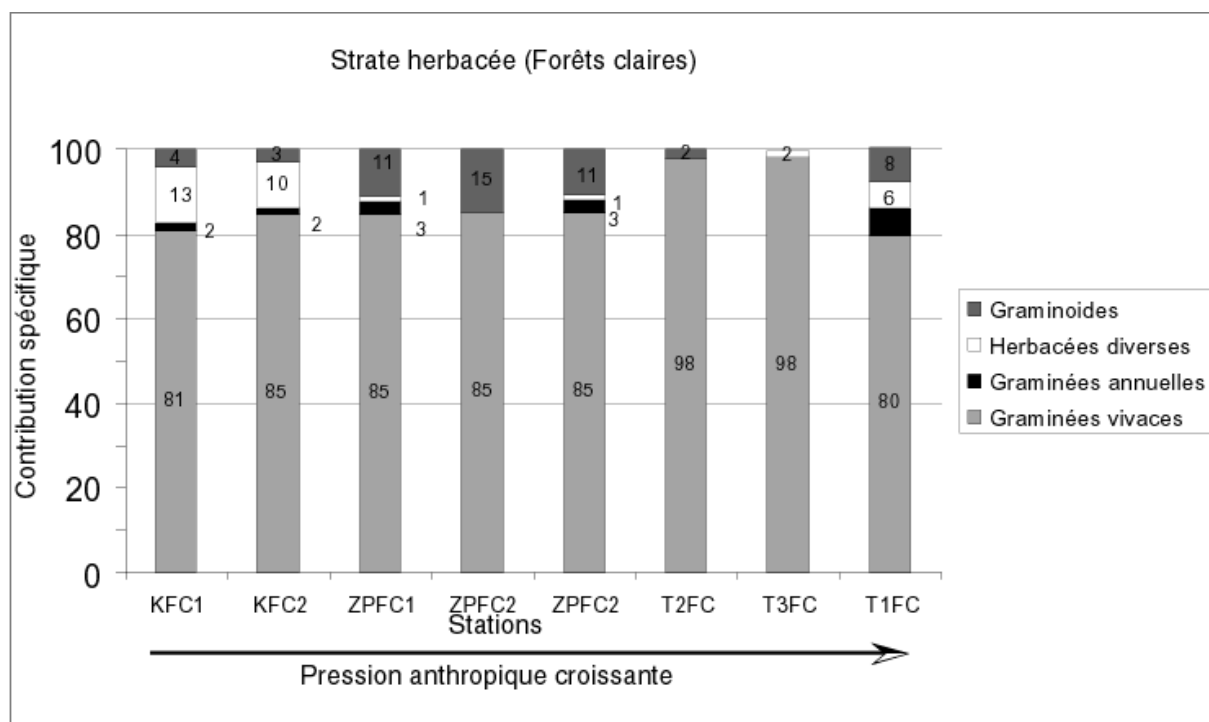


Figure 45 : Contribution spécifique des espèces au recouvrement de la strate herbacée

3.1.3.2 La diversité de la végétation herbacée

La diversité est calculée avec la formule de Shannon. Les fréquences centésimales (Fci) des espèces ont été utilisées. Les indices varient de 0,84 à 2,5 (Figure 47). La station T3FC en ZASP, a la diversité la plus faible. Elle subit une pression pastorale assez forte. La diversité la plus élevée est observée pour la station T1FC, qui subit la plus forte pression en ZASP.

La faible diversité en T3FC s'explique par la dominance très prononcée en faveur d'une espèce. En effet dans cette station, sur 4 espèces interceptées par la ligne, *Hyparrhenia subplumosa* contribue à elle seule à 70,54% au recouvrement. Une telle dominance est également observée dans la station ZPFC2 en ZP, qui montre une faible diversité car *Andropogon ascinodis* constitue à elle seule 64,44% du recouvrement. Dans ces deux stations (T3FC et ZPFC2), la probabilité que l'une ou l'autre de ces deux espèces soit inventoriée au cours d'un relevé quelconque, est très forte : la strate herbacée est alors peu diversifiée.

En revanche, l'équirépartition des individus est à l'origine d'une diversité plus élevée dans la station T1FC : sur 11 espèces échantillonnées dans cette station, la dominance est partagée entre 4 espèces (*Hyparrhenia subplumosa*, *Monocymbium cerisiiforme*, *Andropogon ascinodis* et *Schizachyrium sanguineum*). Il en résulte un indice de diversité élevé. La probabilité de recenser une espèce différente à chaque relevé est forte. Cette situation peut être interprétée comme la conséquence d'un habitat plus favorable à plusieurs espèces. Un plus grand nombre d'espèces a pu s'installer probablement suite à la perturbation plus forte dans cette station.

Dans l'ensemble, même si la tendance n'est pas très nette, il se dégage de l'exemple de la station T1FC, qui subit la plus forte pression anthropique, que la diversité spécifique augmente avec la pression anthropique. Aux végétations les moins anthropisées, correspond une diversité spécifique faible.

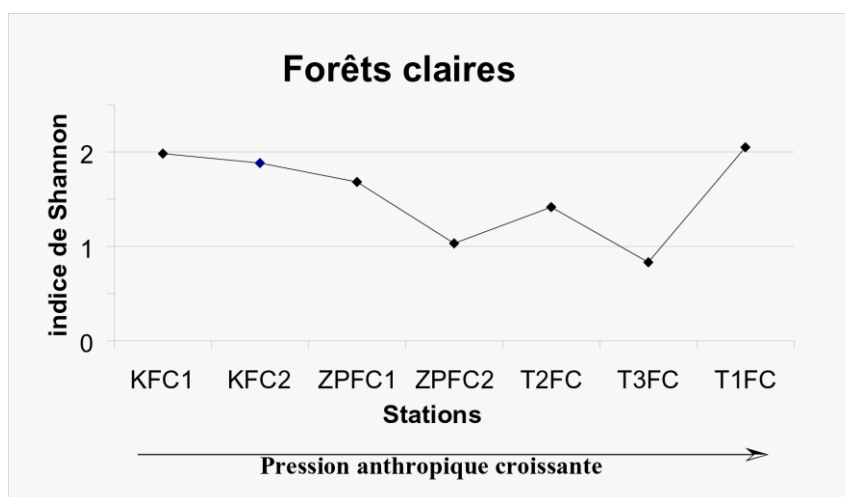


Figure 46 : Evolution de la diversité spécifique de la strate herbacée en fonction de l'importance de la pression anthropique dans les forêts claires

3.1.4 Structure de la strate ligneuse

Des comptages de ligneux ont été effectués en fonction de trois sous-strates :

- la strate des buissons et régénération (moins de 2 m de hauteur),
- la strate des arbustes et jeunes arbres (2-8 m),
- la strate des arbres (plus de 8 m de hauteur).

3.1.4.1 La densité des ligneux

La densité se définit par le nombre de pieds par unité de surface. La surface échantillonnée de 500 m² pour les arbres et arbustes, et de 300 m² pour les strates basses est extrapolée à l'hectare.

Dans les forêts claires étudiées, la strate arborée est presque exclusivement constituée d'individus d'*Isobertinia doka* ou d'*Isobertinia dalzielii*, avec quelques rares fois, des individus de *Vitellaria paradoxa*. La densité des arbres varie de 2 à 8 individus sur 500 m², soit 40 à 160 individus à l'hectare. La station KFC2 en forêt classée, est celle qui a la plus faible densité arborée. Elle se positionne sur un versant. Les stations en ZASP et en ZP ont pratiquement la même densité arborée : 6 individus en moyenne, contre 8 sur 500m².

Dans la strate arbustive, se rencontrent fréquemment les espèces, *Combretum nigricans*, *Pericopsis laxiflora*, *Monotes kerstingii*, *Ximenia americana*, *Terminalia laxiflora*. La densité de cette strate est beaucoup plus élevée que celle de la strate arborée : de 14 à 29 individus sur 500 m², soit 280 à 580 individus à l'hectare. Les plus fortes densités en arbustes sont observées dans la ZASP. On assiste à une

multiplication des espèces comme, *Acacia dudgeoni* qui contribuent à fermer la strate arbustive, en particulier dans les stations à forte exploitation pastorale comme c'est le cas pour la TFC1.

Les rejets (individus de moins de 2 m) sont abondants pour *Monotes kerstingii* et *Isobertinia doka*. On compte jusqu'à 75 individus (toutes espèces confondues) sur 300 m² dans la forêt classée où les rejets sont les plus nombreux. C'est en ZP qu'on a le nombre de rejet les plus faibles (13 et 26 individus). La situation est plus variable en ZASP : la station la moins anthropisée (T2FC) a le plus faible nombre de rejets, tandis que dans les deux autres stations, la densité varie de 28 à 68 individus sur 300 m².

3.1.4.2 Diversité spécifique de la flore ligneuse

Deux indices sont utilisés : les indices calculés à partir des formules de Shannon (H) et de Menhinick (M_{mn}). La première formule utilise la fréquence relative (P_i) des espèces, c'est-à-dire le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus. Quant au second indice, il ne tient compte que du nombre d'espèces et du nombre total d'individus dans la station.

Les deux indices sont d'autant plus petits que la végétation est peu diversifiée. Ils varient dans le même sens. La figure 48 montre que les indices les plus faibles sont ceux des deux stations T3FC et T1FC en ZASP qui subissent les plus fortes pressions anthropiques. La tendance qui se dégage est que plus la pression anthropique augmente, plus la végétation s'homogénéise. Une sélection se fait en faveur de quelques espèces et la diversité devient faible. La même tendance est mise en évidence pour la richesse floristique où l'on recense plus d'espèces ligneuses dans la forêt classée où l'anthropisation se limite aux feux de brousse.

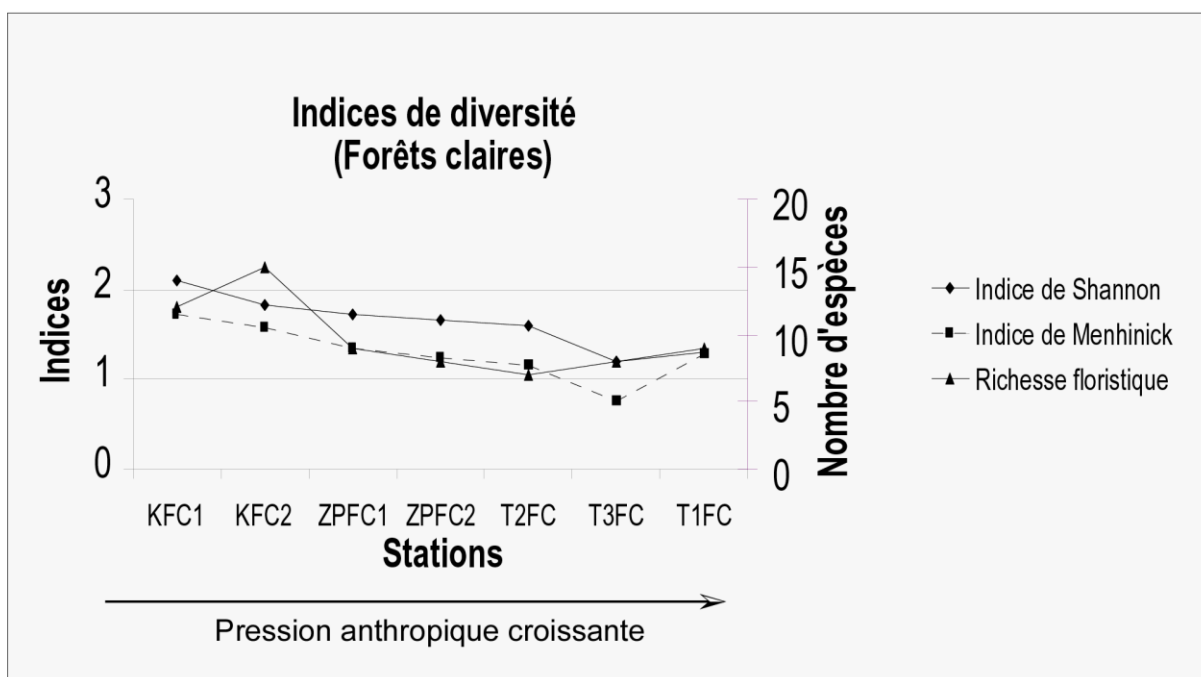


Figure 47 : Evolution de la diversité spécifique de la strate ligneuse en fonction de l'importance de la pression anthropique dans les forêts claires

3.1.5 Valeur pastorale

La valeur pastorale est un indice bromatologique global de la végétation qui rend compte de l'intérêt d'une végétation pour les herbivores domestiques (bovins, ovins, caprins). Dans ce travail, cet indice est utilisé pour comparer la qualité fourragère du tapis herbacé de différentes formations soumises à des actions anthropiques différentielles et en particulier à l'utilisation pastorale.

Le calcul de l'indice consiste à faire la somme des produits des contributions spécifiques par l'indice de qualité (Is) de l'espèce et à la multiplier par 0,2 pour exprimer la valeur pastorale sur 100.

La valeur bromatologique des espèces est exprimée sur une échelle de 0 à 5, des plus mauvaises aux meilleures espèces fourragères. Pour une même espèce animale, il est admis que la valeur d'une espèce est une donnée relative qui dépendra de l'abondance de la ressource, de l'état de la plante, de la saison, de la zone climatique etc. Il en découle que, d'un auteur à l'autre, la valeur des espèces varie énormément. C'est le cas du *Panicum phragmitoides* qui est qualifiée d'espèce fourragère médiocre, faisant partie des refus (CESAR, 1992 ; POILECOT, 1995). La même espèce est considérée comme une excellente espèce fourragère (Indice de qualité=5) dans la flore du Cameroun (RIPPSTEIN, 1984). Une telle discordance est

également observée pour les genres *Indigofera* et *Spermacoce*, considérés comme des espèces médiocres, auxquelles est affectée la *note 0*, alors que d'autres auteurs leur affectent des notes de 3 à 4.

Les indices utilisés sont ceux de ZOUNGRANA (1991). Ils reflètent au mieux nos propres observations sur les animaux au pâturage. Il a été quelquefois nécessaire de faire des compléments avec la liste à l'aide des Poacées de la Côte d'Ivoire (POILECOT, 1995).

La figure 49 montre qu'au niveau actuel d'utilisation des parcours en ZASP de Torokoro, il n'existe pas globalement de différence significative entre la valeur des pâturages et celle des milieux soumis à des pressions pastorales moins fortes. Cependant la station (T1FC) dans le domaine de O.D intensément pâturé, a une valeur pastorale plus faible que les autres stations.

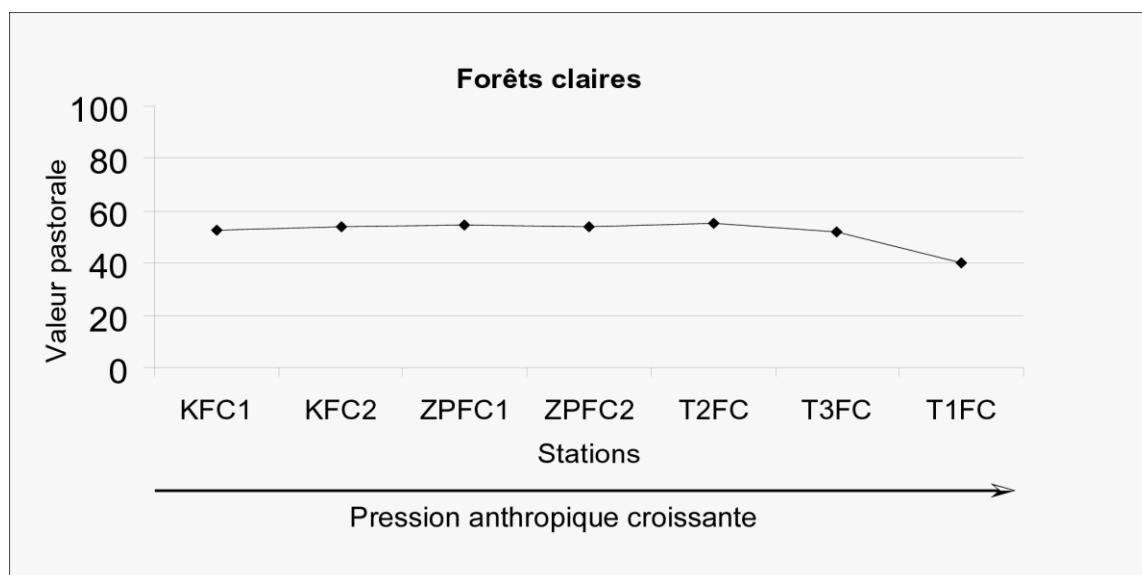


Figure 48 : Evolution de la valeur pastorale des forêts claires en fonction de la pression anthropique

3.2 Impact du pâturage sur la végétation transformée

Les végétations transformées regroupent différents types de formations végétales : des jachères très anciennes, pouvant être assimilées à des végétations semi-naturelles, aux jachères à différents stades d'évolution. Elles ont en commun un passé cultural plus ou moins proche, qui peut être approximativement daté par les villageois.

3.2.1 Comparaison végétation transformée/ végétation naturelle

Les stations comparées sont des savanes arbustives à *Detarium microcarpum*. Elles se répartissent de la façon suivante :

- trois anciennes jachères en ZASP de Ouara qui ont entre 20 et 30 ans,
- une ancienne jachère en ZASP de Torokoro de 10 à 15 ans,
- une station de végétation naturelle en ZASP de Torokoro,
- une station de végétation naturelle en ZP de Tierkoura.

3.2.1.1 Richesse floristique et spectre fourrager

Dans les trois stations de Ouara, le nombre de taxons recensés est compris entre 71 et 73, tandis qu'en ZASP de Torokoro, 57 et 56 espèces ont été recensées, respectivement dans la jachère et dans la formation naturelle. La savane naturelle en ZP, compte, quant elle, 42 espèces (Figure 50a).

En ZASP de Torokoro, la formation naturelle et la jachère ont pratiquement la même richesse floristique, tant au niveau de la flore totale que des strates ligneuses et herbacées. La proportion des espèces diverses est même plus importante dans la formation naturelle que dans la jachère.

Les jachères de Ouara présentent la plus grande richesse floristique, avec en moyenne 76 espèces contre 57 à Torokoro. La différence se fait surtout au niveau de la strate herbacée (44 en moyenne à Ouara contre 26 à Torokoro). En particulier, la proportion d'espèces diverses est forte à Ouara.

La formation naturelle en ZASP de Torokoro, a une flore plus riche que son homologue en ZP. La différence se fait aussi bien au niveau des ligneux que des herbacées. La formation naturelle en ZP présente en revanche moins d'herbacées diverses.

Le spectre des types biologiques de la strate herbacée, présenté dans la figure 50b, montre que la richesse floristique en graminées varie de 11 à 18 espèces. C'est dans la ZASP de Ouara qu'il y a le plus grand nombre d'espèces graminéennes (17 en moyenne dont 8 graminées vivaces), contre 12 espèces en ZASP de Torokoro et 14 en ZP.

On recense en moyenne 5 espèces d'herbacées diverses dans les savanes naturelles en ZP. Ce nombre passe à 13 espèces en ZASP de Torokoro et à 25 en ZASP de Ouara. La richesse en herbacées diverses est révélatrice d'une

perturbation qui sera confirmée par leur importance dans le recouvrement global de la strate herbacée.

Les espèces graminoides (*Cyperus spp.*, *Fimbritylis spp.*, *Scleria sp.*) ont peu d'importance dans la flore, quelle que soit la station. Le nombre de ces espèces excède rarement trois.

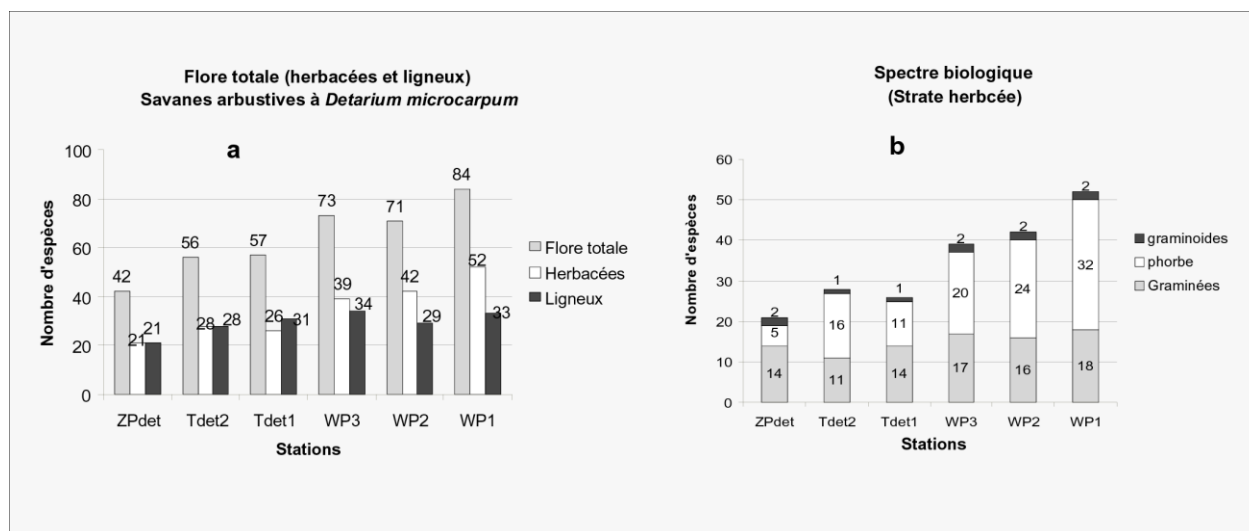


Figure 49 : Richesse floristique des savanes arbustives à *Detarium microcarpum*

3.2.1.2 Indices de similarité entre stations

Le même principe de comparaison, utilisé pour les forêts claires, est retenu. Les flores des stations sont comparées deux à deux. Dans un premier temps, cette comparaison porte sur l'ensemble de la flore (herbacées et ligneux), puis sur chacune des strates considérées séparément.

En ZASP de Torokoro, la formation naturelle et la jachère ont une composition floristique assez proche, les indices de similarité dépassent 0,5 et atteignent même 0,9 pour ce qui concerne la strate ligneuse.

Les jachères en ZASP de Ouara, présentent également entre elles, une bonne similitude, en particulier pour la strate ligneuse ($0,50 < CJ > 0,56$). Par contre, les flores au niveau de la strate herbacée sont assez différentes ($0,14 < CJ > 0,21$).

La comparaison inter-sites révèle des flores assez différentes ($0,13 < CJ > 0,39$), en particulier au niveau de la strate herbacée ($0,14 < CJ > 0,21$). La différence entre flores est atténuée quand on ne considère que la strate ligneuse : une similitude de 49% entre la station WP3 à Ouara et la formation naturelle en ZP, est calculée.

La formation naturelle en ZASP de Torokoro et son homologue en ZP, qui ont respectivement 56 et 42 espèces, n'ont en commun que 16 espèces dont 10 ligneux et 6 herbacées. La similitude calculée entre les deux stations est naturellement faible : $CJ=0,20$ au niveau de la flore totale et 0,14 et 0,26 respectivement pour les herbacées et les ligneux.

3.2.1.3 Structure de la strate herbacée

Recouvrement

Si dans l'ensemble, tous les faciès étudiés présentent la même physionomie, marquée surtout par la strate ligneuse, la dominance au niveau de la strate herbacée change d'un faciès à l'autre.

Le calcul des contributions spécifiques montre que, dans les deux faciès de formations naturelles (T-det2 et Zpdet), les graminées vivaces (*Andropogon ascinodis*, *Hyparrhenia spp.*) sont les plus abondantes et participent de 89 à 99 % au recouvrement total (Figure 51). La forte proportion des herbacées diverses (38% dans la jachère de Torokoro et 21% en moyenne dans celles de Ouara) d'une part, et d'autres part, celle des graminées annuelles (21 à 45% à Ouara), sont des signes révélateurs que les processus de succession sont bloqués pour ces jachères anciennes. Elles font, en effet, l'objet d'une pression pastorale importante.

Les espèces *Microchloa indica*, *Elionurus pobeguinii*, *Panicum phragmitoides* et la légumineuse *Tephrosia sp.*, indicatrices de surpâturage, contribuent fortement au recouvrement herbacé. Ces espèces y contribuent à 63% et 48%, respectivement dans les placettes WP2 et WP3. L'espèce annuelle *Digitaria horizontalis*, des premiers stades post-cultureux, contribue à 30 % du recouvrement dans la station WP1.

L'abondance des légumineuses (*Tephrosia spp.*), des refus (*Elionurus pobeguinii*, *Panicum phragmitoides*) et la persistance d'espèces pionnières des premiers stades post-cultureux (*Digitaria horizontalis*, *Eragrostis tenella*) et *Microchloa indica* (espèces indicatrices de sols appauvris), sont le signe d'un déséquilibre, dont l'une des causes est la forte pression pastorale cartographiée dans cette partie du terroir. Dans la jachère de Torokoro, la présence de légumineuses est encore faible (4% du recouvrement). Les autres espèces indicatrices de surpâturage n'ont pas été recensées. Cependant, la forte proportion des herbacées diverses qui contribuent à 38% au recouvrement, peut être considérée comme un début de dégradation.

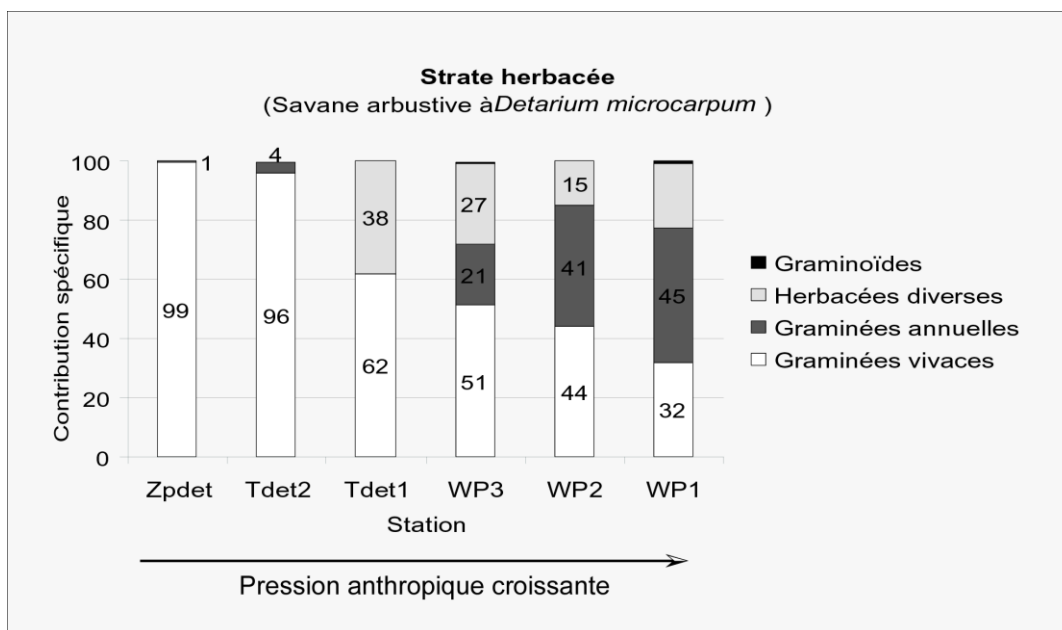


Figure 50 Contribution des différentes catégories d'herbacées au recouvrement du tapis herbacé

Diversité spécifique de la flore herbacée

La figure 52 montre que les stations de Ouara (WP1, WP2, WP3) qui subissent la plus forte pression anthropique, sont celles qui ont la diversité spécifique la plus élevée. Au niveau du site de Torokoro, la jachère pâturée a également une diversité plus élevée que la savane naturelle pâturée. Ces résultats montrent que la diversité spécifique augmente avec l'anthropisation.

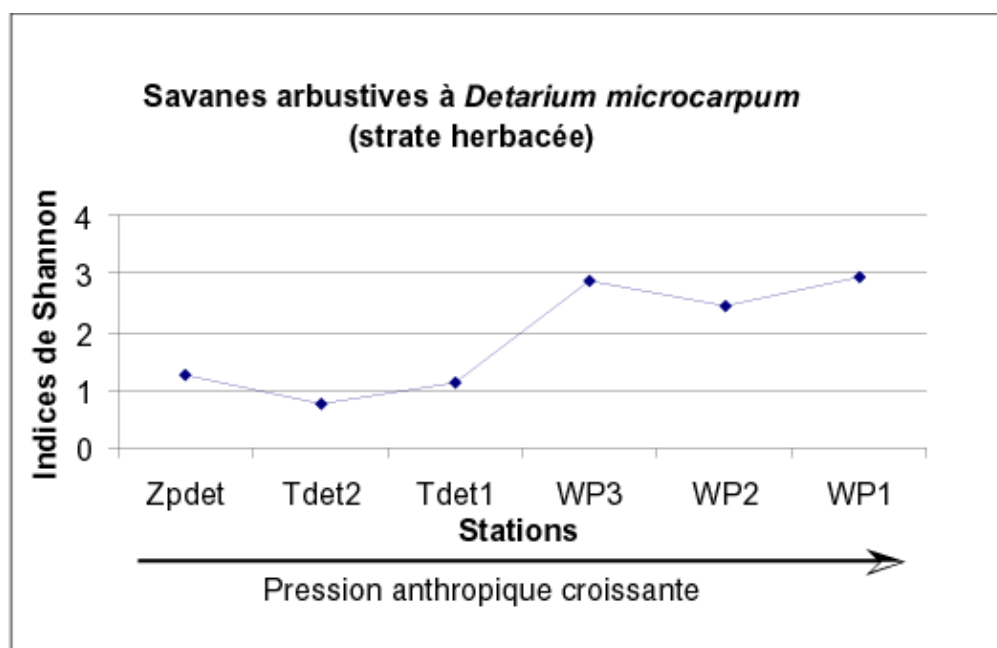


Figure 51 : Evolution de l'indice de diversité de Shannon en fonction de la pression anthropique dans les savanes arbustives à *Detarium microcarpum*

3.2.1.4 Structure de la strate ligneuse : densité des ligneux et diversité spécifique

Dans les savanes naturelles (Tk-det2 et ZP-det), le nombre d'individus à l'hectare varie de 350 à 450, alors que dans les 3 jachères (WP1, WP2, WP3 et Tk-det1), la densité arbustive atteint 4 000 pieds à l'hectare. La strate de moins de 2 m est encore plus touffue, la densité oscillant entre 300 et 10 000 pieds à l'hectare. Ce type de structure est révélateur d'un processus de densification ligneuse par suite du manque de concurrence d'un tapis herbacé. On observe un phénomène d'envahissement qui se traduit par une végétation presque monospécifique, avec un nombre élevé de jeunes individus de *Detarium microcarpum*, espèce qui démontre ainsi sa forte capacité de régénération et de colonisation. Cette espèce constitue de 54 à 94% des individus présents dans les stations. De tels processus de densification et d'envahissement sont également décrits par HOFFMANN (1985) dans les savanes en pays Lobi, au nord est de la Côte d'Ivoire et par RIPPSTEIN (1985) au Cameroun. Les deux stations (WP1 et ZP-det) qui présentent la plus faible diversité, sont celles où la contribution de l'espèce dépasse 90%. La végétation ligneuse est peu diversifiée dans ces deux stations. La plus forte diversité est observée pour la jachère de Torokoro (Tk-det1) qui a également la plus forte richesse floristique (17 espèces) et une dominance moins marquée pour *Detarium microcarpum* (54% des espèces recensées).

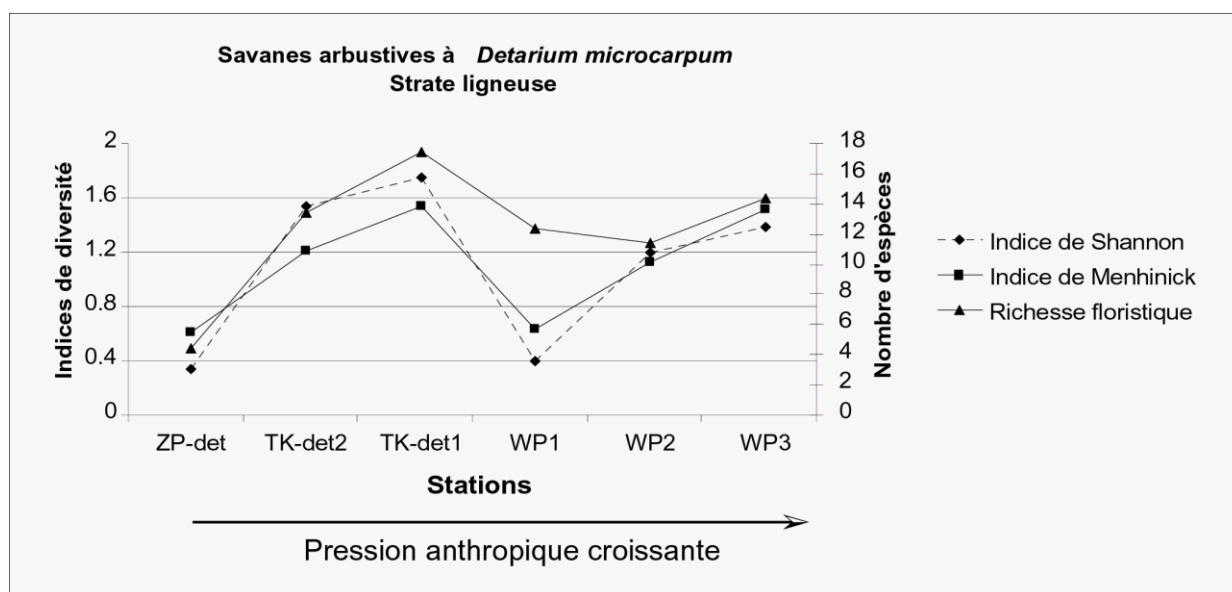


Figure 52 : Evolution de la diversité spécifique des savanes arbustives à *Detarium microcarpum*

3.2.2 Valeur pastorale

Les valeurs calculées sont comprises entre 22% et 60%. Les savanes naturelles (Zdet et Tk-det2) ont les valeurs pastorales les plus élevées, tandis que deux stations fortement anthropisées de Ouara (WP2 et WP3) présentent les plus faibles valeurs. D'une façon générale, la valeur pastorale des pâturages étudiés baisse avec l'augmentation de la pression anthropique, à cause de la diminution de la contribution des bonnes espèces fourragères.

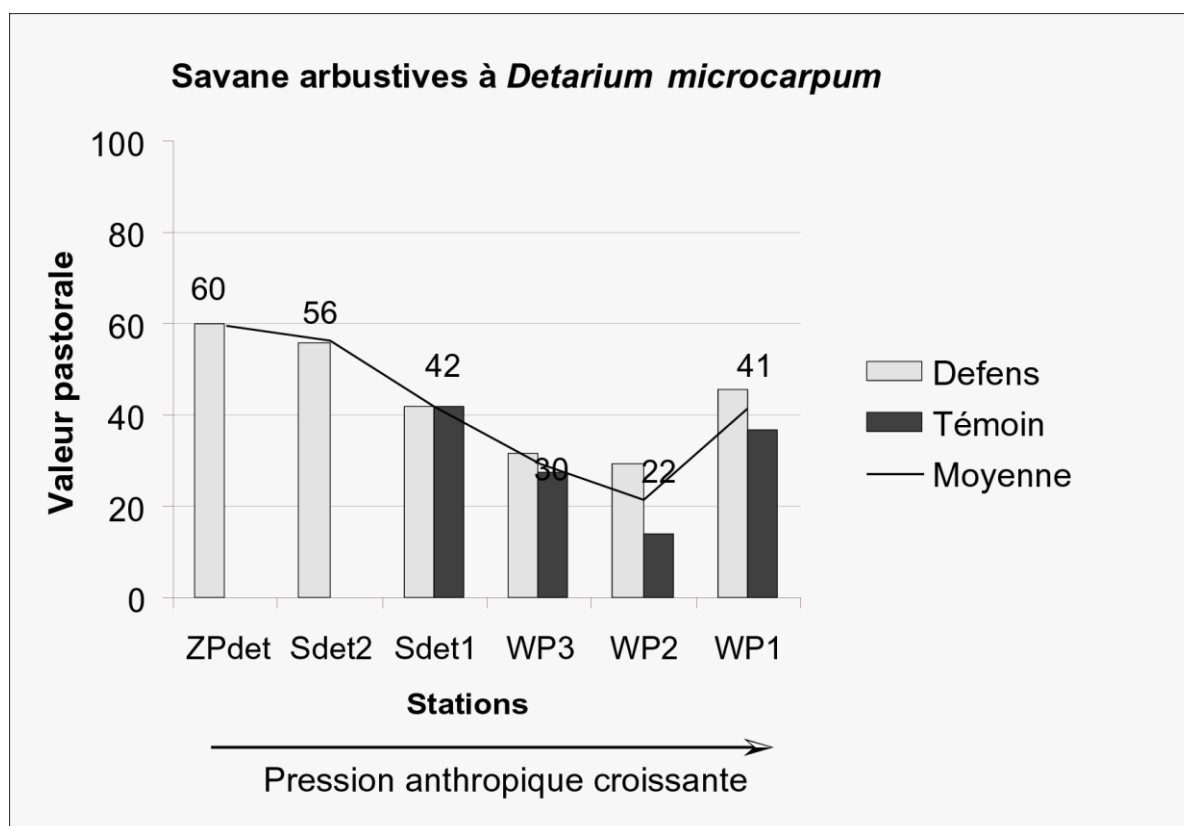


Figure 53 : Valeur pastorale de quelques faciès de savanes arbustives à *Detarium microcarpum*

3.3 Effet de la mise en défens sur la richesse floristique

La comparaison porte uniquement sur la strate herbacée. Un dispositif de 32 m² clôturé avec deux hauteurs de fils de fer, a permis de soustraire la strate herbacée à la dent du bétail. Nous avons eu quelquefois, la désagréable surprise de constater que le dispositif n'a pas résisté à l'assaut des animaux. L'îlot de verdure, résultat de la mise en défens, dans un environnement où l'herbe était quelquefois rare, a certainement attiré les animaux. Cet incident a surtout eu un impact sur la biomasse mesurée. La moitié de la placette (16 m²) a été inventoriée en même temps que les

témoins pâturés non clôturés. Le nombre de taxons recensé dans la placette de mise en défens de 16 m², est comparé à celui de 4 X 4m², répartis au hasard dans la station de 2 500 m².

3.3.1 Les forêts claires

La comparaison concerne les trois stations en zone agro-sylvo-pastorale (ZASP) de Torokoro et les deux en zone de pâture (ZP) de Tierkoura. En forêt classée, il n'y a pas eu de mise en défens, le pâturage étant dans le principe, interdit dans ces zones à vocation de conservation.

Les placettes en défens dans la ZASP ont en moyenne 10 espèces, contre 16 pour les témoins pâturés (figure 55a). Dans la ZP, 8 espèces en moyenne sont recensées dans la mise en défens, contre 16 dans les témoins pâturés. De prime abord, la différence du nombre d'espèces entre mise en défens et témoin pâturé semble significative.

Les coefficients de similitudes présentés dans le tableau 24 sont assez faibles dans l'ensemble. La plus grande ressemblance avec un coefficient de 0,42 est observée entre la mise en défens et le témoin pâturé dans la station (ZPFC1) en zone pastorale.

Tableau 24 : Similitude des flores entre mis en défens et témoins pâturés en ZASP et en ZP de Tierkoura

		A	b	C	CJ	CS
ZASP de Torokoro	T1FC	13	10	6	0,35	0,52
	T2FC	9	19	4	0,16	0,28
	T3FC	9	19	4	0,16	0,28
ZP de Tierkoura	ZPFC1	10	20	9	0,42	0,6
	ZPFC2	7	12	4	0,26	0,42

a = espèces présentes que dans la mise en défens

b = espèces présentes que dans le témoin pâturé

c = espèces communes entre la mise en défens et le témoin pâturé

CJ = coefficient de communauté de Jaccard

CS = coefficient de communauté de Sorensen

3.3.2 Les jachères anciennes à Ouara

La comparaison porte sur 3 faciès de savanes arbustives à *Detarium microcarpum* et un faciès de savane arbustive à *Maranthes polyandra*. Ce sont toutes d'anciennes jachères. Les coefficients de similitude calculés sont consignés dans le tableau 25 :

Tableau 25: Richesse floristique et similitudes des stations de jachères de Ouara

Site	a	B	c	CJ	CS
WP1	22	29	12	0,31	0,47
WP2	7	27	6	0,21	0,35
WP3	13	25	9	0,24	0,47
WP4	19	34	13	0,32	0,49

On recense en moyenne 15 espèces dans les placettes mises en défens, alors que dans les témoins pâturés le nombre moyen d'espèces est de 29 (figure 55b). La similitude entre les mises en défens et les témoins pâturés, calculée par le coefficient de similitude de Jaccard, donne des valeurs faibles qui se situent entre 20% à 32 %. Il semble donc qu'il ait peu de similitude entre les relevés effectués dans la placette mise en défens et ceux en témoins pâturés. En utilisant le coefficient de Sorensen, la ressemblance est améliorée, mais pas toujours dans le même ordre que les valeurs obtenues avec le coefficient de Jaccard. L'indice de similarité de Sorensen est calculé selon la formule ($S = 2c/a+b$) où **c** représente le nombre d'espèces communes aux deux relevés, **a** le nombre d'espèces du premier relevé et **b**, le nombre d'espèces du deuxième relevé.

3.3.3 Les jachères de Torokoro

Huit jachères dérivées de forêt claire, une jachère à *Detarium microcarpum* (T-det) et une à *Maranthes polyandra* (T-ma), sont comparées.

On compte en moyenne 12 espèces dans les mises en défens et 17 dans les témoins pâturés (tableau 26). La similitude entre les deux traitements est meilleure comparativement à la situation observée dans les forêts claires et dans les jachères de Ouara. Les coefficients de similitude varient de 0,31 à 0,56. Pour cette première année de mise en défens, ces résultats montrent que l'impact de la pâture entre mise en défens et témoin pâturé, est peu perceptible au niveau de ces jachères.

Tableau 26 : Similitude des flores entre mise en défens et témoins pâturés dans les jachères

		a	b	C	CJ	CS
Jachères dérivées de forêt claires	T1JA	14	19	9	0.38	0.55
	T1JM	15	21	11	0.44	0.61
	T1JJ	13	20	8	0.32	0.48
	T2JA	14	19	12	0.57	0.73
	T2JM	13	14	8	0.42	0.59
	T2JJ	6	8	5	0.56	0.71
	T3JA	11	14	7	0.39	0.56
	T3JM	11	22	10	0.43	0.61
Jachère à <i>Detarium microcarpum</i>	T-det	5	12	4	0.31	0.47
Jachère à <i>Maranthes polyandra</i>	T-ma	16	19	9	0.35	0.51

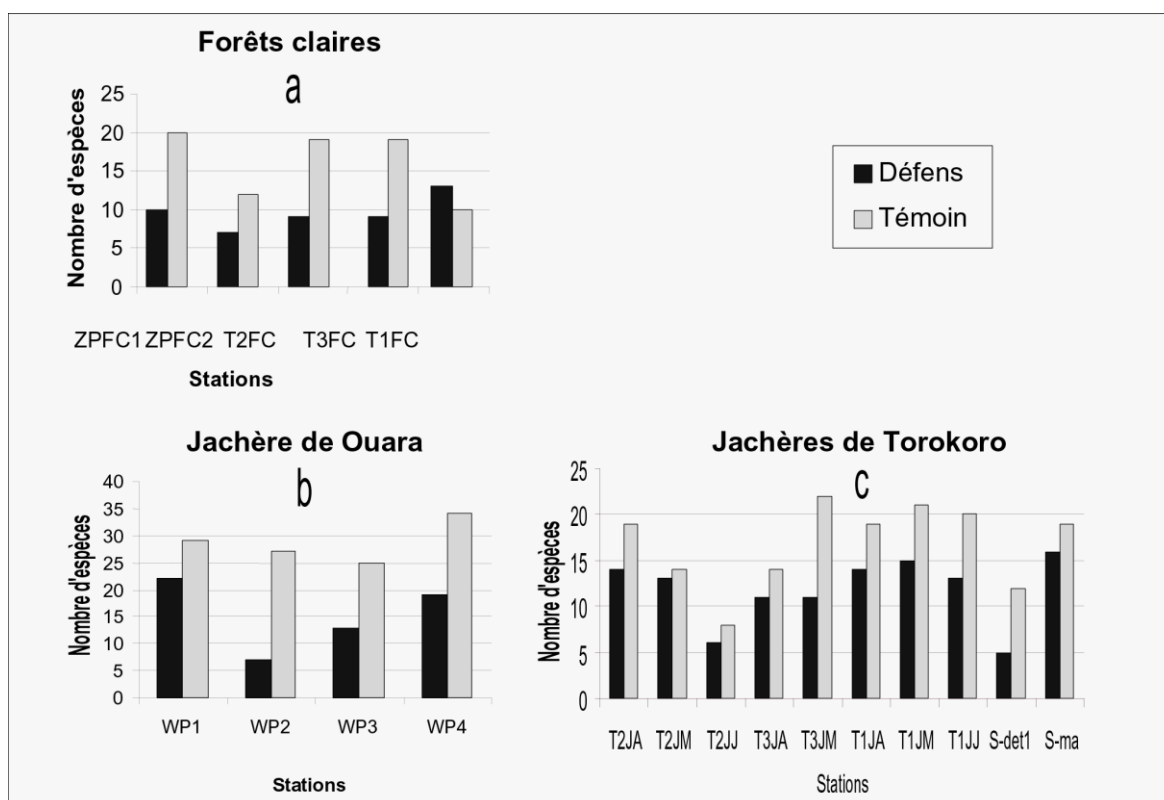


Figure 54: Comparaison de la richesse floristique entre témoins pâturés et mise en défens

3.3.4 Conclusion sur l'effet des mises en défens

La figure 55 montre, à une exception près, que la même tendance est observée quels que soit le site et les types de formations : il y a plus d'espèces dans les témoins pâturés que dans les placettes mises en défens. **Peut-on pour autant conclure que la pâture augmente la richesse floristique ?**

Les parcelles ont été clôturées courant mai 2002, au début de la mise en place de la végétation. Au moment des inventaires en octobre 2002, la mise en défens avait duré 5 mois à peine. A ce stade, il semble prématuré de se prononcer sur l'effet « pâture ».

Quelques hypothèses peuvent cependant être émises :

- L'absence de l'effet perturbateur de la pâture a favorisé les espèces les plus compétitives ce qui a entraîné la diminution le nombre d'espèces dans les placettes mises en défens.
- Les restitutions fécales au pâturage ont favorisé l'ensemencement du témoin pâturé, ce dont n'a pu bénéficier la parcelle en défens.
- L'hétérogénéité spatiale de couverture herbacée à l'échelle d'une station, est toujours grande. Le fait d'avoir échantillonné à plusieurs endroits a permis de couvrir cette hétérogénéité spatiale et a favorisé le recensement d'un plus grand nombre d'espèces dans le témoin pâturé.

4 DIAGNOSTIC SUR LA PRODUCTIVITE DES PARCOURS

4.1 Productivité des pâturages de Ouara

L'évaluation de la biomasse a été faite sur 22 stations représentant les différentes formations végétales. Toutes sont régulièrement pâturées et les pressions de pâturage sont localement très fortes. Les plus fortes productions sont observées dans les jachères à *Andropogon gayanus* et dans les bas-fonds, avec respectivement 5 et 4,6 tMS.ha⁻¹. Les pâturages à graminées annuelles sur les cuirasses latéritiques et dans les savanes post-culturelles, qui ne sont sollicités qu'en début de cycle de végétation, présentent des productions comprises entre 1,2 tMS et 1,7 tMS.ha⁻¹, alors que ceux à graminées vivaces, très broutées, présentent une biomasse résiduelle faible qui atteint à peine 1tMS.ha⁻¹.

TOUTAIN *et al.* (1978), dans la région de Sidéradougou, évaluent la production des formations à *Loudetia togoensis* sur cuirasse à 500 kg MS.ha⁻¹ en moyenne. Elle peut atteindre 1 400 kg MS.ha⁻¹ sur les plages denses. La plupart des graminées présentes ne sont consommées qu'au plus jeune stade. Quant aux savanes sur cuirasse démantelée à *Isobertinia doka*, l'auteur évalue leur productivité moyenne à 1,5 tMS.ha⁻¹. Dans le ranch de Nazinga, la production de ce type de formation atteint 2,5 tMS.ha⁻¹ (FOURNIER, 1991). La production dans les bas-fonds de Ouara, dominée par des graminées de petite taille en lieu et place des grandes graminées qui colonisent habituellement ces milieux, est faible (4,5 tMS.ha⁻¹) comparativement aux valeurs de 8 tMS.ha⁻¹ trouvées par TOUTAIN *et al.* (1978) dans la région. Elles restent tout de même parmi les formations les plus productives, tout comme les jachères à *Andropogon gayanus*.

Tableau 27 : Production des savanes de Ouara

Formations végétales	Espèces dominantes	Production (kg MS.ha ⁻¹)
Savane arborée à boisée des dépressions	<i>Brachiaria spp., Cyperus spp.</i>	4 597.4
Savane arbustive sur cuirasse	<i>Loudetia togoensis, Loudetia simplex</i>	1 173 ± 57.32
Savane boisée des démantèlements cuirassés	<i>Andropogon ascinodis, Schizachyrium sanguineum</i>	463.50
Savane post-culturale à graminées annuelles dominantes	<i>Schizachyrium exile, Andropogon pseudapricus, Pennisetum pedicellatum</i>	1 671.35 ± 888
Savanes post-culturelles à graminées vivaces dominantes	<i>Andropogon gayanus</i>	5 040
	<i>Andropogon ascinodis, Schizachyrium sanguineum</i>	973.± 272

4.2 Evaluation de la production à partir du dispositif de mise en défens

Les mises en défens ont concerné 4 faciès de savanes arbustives dans les zones régulièrement parcourues par le bétail. Ce sont toutes des jachères très anciennes. En octobre, à la période de végétation maximale, la placette de 16 m² mise en défens a été coupée. Une coupe sur 4 quadrats de 4 m² a été effectuée dans la station et constitue le témoin pâturé. La biomasse a été triée en deux catégories : les graminées (graminées annuelles et vivaces) et les herbacées diverses qui regroupent toutes les autres espèces (légumineuses, cypéracées et autres dicotylédones diverses). La figure 56 présente les résultats des 4 stations mises en défens (WP1, WP2, WP3 et WP4) comparés à ceux des témoins pâturés.

La production moyenne actuelle de ces savanes est d'une tonne de matière sèche par hectare avec un minimum de 0,83 tMS.ha⁻¹ pour la placette WP2 et 1,7 tMS.ha⁻¹ pour la WP3. Tous les sites se caractérisent par des sols peu profonds et une pression de pâturage forte, la richesse chimique du sol, dont malheureusement les résultats ne sont pas encore disponibles, expliqueraient probablement les différences entre stations. La texture du sol dans la placette WP1 est plus sableuse que dans son homologue WP3. Selon les études de CESAR (1992), la dégradation dans les savanes sur sol à texture sableuse se manifeste par une baisse du taux de matière organique de l'horizon humifère qui serait à l'origine d'évolutions plus rapide du tapis herbacé.

La contribution des herbacées diverses à la biomasse est assez forte : elle varie de **26,71%** à **48,39%** dans les placettes en défens. Dans les témoins pâturés, la contribution de cette catégorie varie du tiers (**34%**) à plus de la moitié (**68%**) de la biomasse évaluée. Les espèces les plus contributives sont essentiellement les légumineuses et les dicotylédones diverses. Dans les savanes en équilibre, les légumineuses ne représentent jamais une masse importante, même si le nombre d'espèces est toujours assez important. A Nazinga, elles ne représentent que 4% du biovolume. Elles ne contribueraient que pour 0,5% de la biomasse à Lamto. Quant aux autres Dicotylédones diverses, en nombre d'espèces souvent important, leur biomasse est également faible et ne représente également que 4% du biovolume à Nazinga. Pour ce qui concerne les Monocotylédones diverses, dont différentes

Cypéracées, en particulier le genre *Fimbristylis*, le plus représenté à Ouara, leur biomasse est insignifiante à Nazinga et Ouango-Fitini.

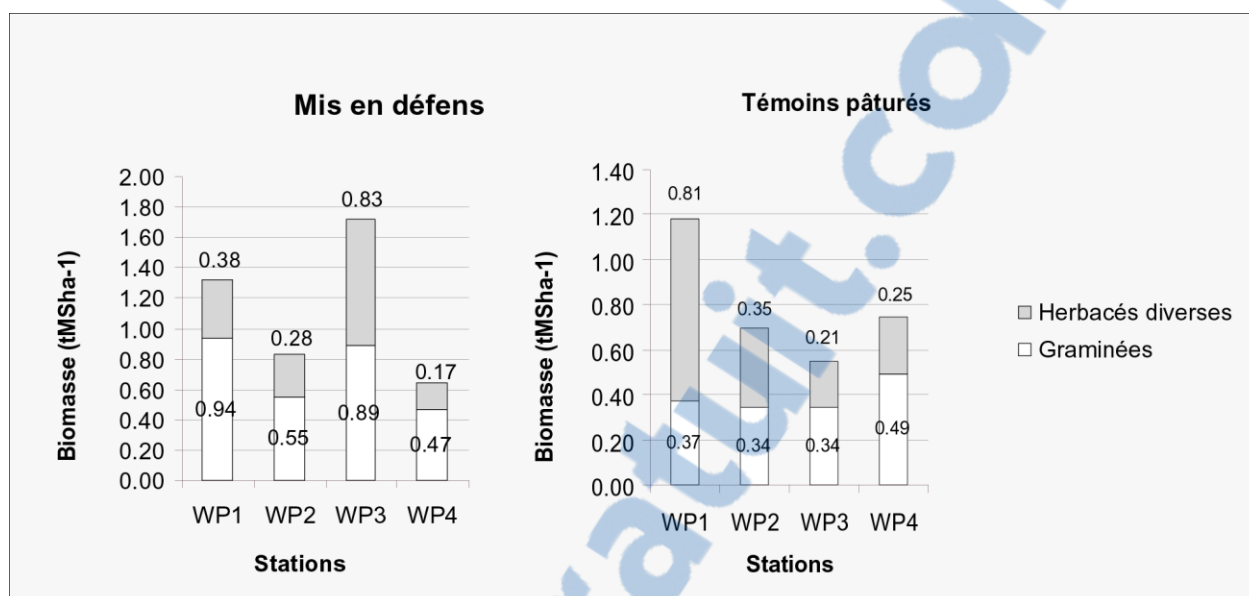


Figure 55 : Productions des 4 stations d'étude (Ouara)

4.3 Production des pâturages à Torokoro

Tous les faciès faisant l'objet de mesure de biomasse sont également utilisés par le bétail à des intensités plus ou moins fortes. En 2001, la production a été évaluée sur différents faciès de végétation en début novembre, période correspondant à la fructification des graminées vivaces. Les résultats de cette campagne ne donnent que des valeurs approchées de la phytomasse potentielle. Lors de la campagne suivante (2002), quelques faciès ont été mis en défens afin d'approcher au mieux la production potentielle.

Le total de pluie tombée sur le terroir à partir du poste pluviométrique de Mangodara qui se trouve à une quinzaine de kilomètres au Sud de Torokoro, est de 1 018 mm pour 2001 et de 1 059 pour 2002.

En 2002, le dispositif de mise en défens dans quelques faciès permet d'approcher la production potentielle. Malheureusement la violation de ce dispositif par les animaux entache quelques peu les résultats pour certains faciès.

Tableau 28 : Biomasse de quelques faciès de végétation à Torokoro en novembre 2001

Faciès de végétation	Topographie	Texture	Biomasse (tMS.ha ⁻¹)
Forêt claire à <i>Isoberlinia doka</i>	Plateau	gravillonnaire+affleurement de cuirasse	1,56 ± 0. 24
Forêt claire à <i>Isoberlinia doka</i>	Versant	limono-sableux	1,32 ± 0,15
Savane arbustive	Versant	sablo-limoneuse	2.27
Savane arborée à <i>Vitellaria paradoxa</i>	Versant	sablo-limoneuse	1,98 ± 0.49
Savane boisée <i>Vitellaria paradoxa</i>	Versant	Gravillonnaire	2.59
Savane arborée à <i>Daniela oliveri</i>	Glacis bas de pente	limono-sableux	3.69 ± 0.88
Forêt sèche à <i>Anogeissus leiocarpus</i>	Glacis pente moyenne	limono-sableux	1.88

4.4 Production des forêts claires à *Isoberlinia doka*

4.4.1 En zone agro-sylvo-pastorale de Torokoro

En 2001, l'évaluation a porté sur 6 stations. Les productions évaluées oscillaient de 1,5 tMS.ha⁻¹ sur plateau à 1,3 tMS.ha⁻¹ sur les versants. La plus forte valeur (1,9 tMS.ha⁻¹) a été évaluée sur plateau, où l'intensité de pâture était nulle, et la plus faible (1,2 t MS.ha⁻¹) sur un versant qui subi un pâturage modéré. La mise en défens de 2002 (tableau 29) n'augmente pas significativement ces valeurs. La production moyenne pour les 3 stations est d'environ 1,6 tMS. ha⁻¹. Une grande variabilité est observée entre les faciès situés dans la même situation topographique. La différence entre les stations T1FC et T2FC s'explique, d'une part par la nature du sol, la composition floristique, d'autre part, par l'histoire pastorale de chacune des stations. La station T1FC se situe à moins de deux kilomètres du village et fait l'objet d'un pâturage intense. Quant à la station T2FC, elle se développe sur un substrat gravillonnaire avec affleurement de cuirasse. La strate herbacée est dominée par *Hyparrhenia spp.* et *Loudetia simplex*. Aucun signe d'exploitation pastorale n'était perceptible lors des investigations en 2001 et 2002.

Tableau 29 : Production des placettes mises en défens en 2002 (Torokoro)

Faciès	Topographie	Biomasse (tMS.ha ⁻¹)	
		Mise en défens	Témoin pâturé
Forêt claire à <i>Isobertinia doka</i> (T1FC)	Glacis pente supérieure	1.05	0.88
Forêt claire à <i>Isobertinia doka</i> (T2FC)	Glacis pente supérieure	2.01	2.69
Forêt claire à <i>Isobertinia doka</i> (T3FC)	Glacis pente moyenne	1.69	1.96

4.4.2 Zone de pâture de Tierkoura

En 2001, la biomasse a été évaluée sur 4 faciès de forêt claire. Deux relevés ont été exécutés hors zone pastorale, dans des faciès n'ayant pas fait l'objet d'exploitation pastorale. Deux des 4 stations en zone pastorale ont fait l'objet d'une mise en défens selon le même protocole qu'en ZASP.

En 2001, la fréquentation de la zone pastorale par les éleveurs a été très importante. La biomasse résiduelle moyenne mesurée dépassait à peine 1 tMS.ha⁻¹, alors que hors zone pastorale, elle atteignait des valeurs 3 fois plus élevées. La fréquentation en 2002 a beaucoup baissé du fait de la réinfestation par la mouche tsétsé. La biomasse évaluée dans les placettes mises en défens est de 3,0 tMS.ha⁻¹ et de 2,45 tMS.ha⁻¹. La production moyenne est toutefois plus faible qu'en 2001. La production moyenne des témoins pâturés augmente par contre pour les raisons expliquées précédemment.

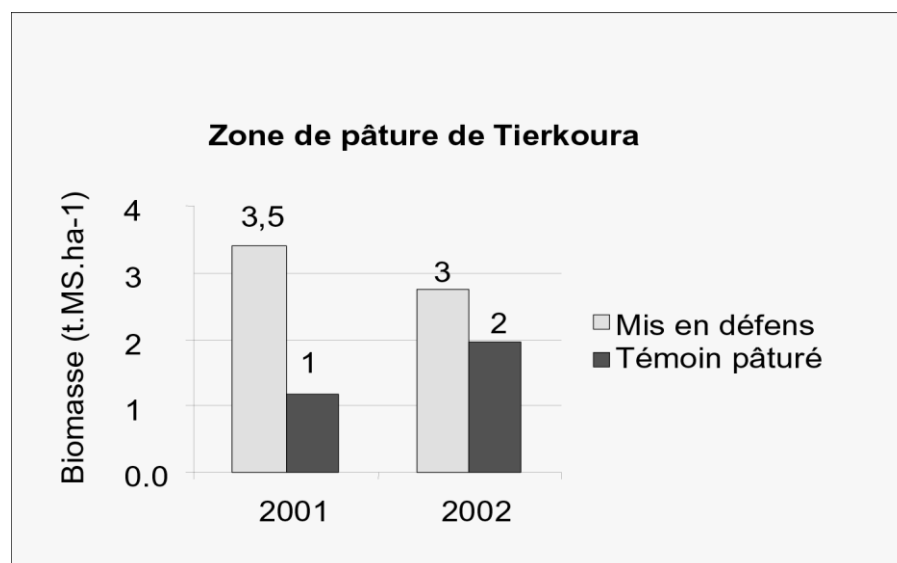


Figure 56 : Production des forêts claires dans la zone de pâture de Tierkoura en 2001 et 2002

4.4.3 Forêt classée de Kofflandé

La forêt de Kofflandé, qui jouxte le terroir de Torokoro, a été classée depuis 1953. La biomasse maximale a été évaluée sur deux stations, l'une sur plateau, l'autre sur versant. La production a été évaluée à 2 tMS.ha⁻¹ en moyenne. Elle diffère peu entre le plateau et le versant.

Tableau 30 : Production de deux faciès de forêt claire à *Isoberlinia doka*, dans la forêt classée de Kofflandé

Topographie	Biomasse (tMS.ha ⁻¹)
Plateau	2.16
mi-versant	2.29

4.4.4 Conclusion sur la production des forêts claires et comparaison avec d'autres études

La production des forêts claires en ZASP, paraît faible en comparaison des valeurs en ZP et en FC. Les valeurs sont en moyenne 1,5 fois moins importantes. La station (T2FC) en ZASP, dont la production est de 2 tMS.ha⁻¹, est celle qui n'a pas subi d'exploitation pastorale au cours des 2 campagnes de suivi. Sa production est assez proche de celle en FC. La station T1FC est celle qui subit la plus forte pression pastorale, comme le montre la production du témoin pâturé (880 kgMS.ha⁻¹) du fait de sa proximité au village. La station T3FC, également très pâturée en 2001, l'a été moins en 2002. Elle semble avoir été désertée du fait de l'implantation du dispositif de suivi. La parcelle est actuellement en cours de défrichage.

Le constat se dégage : les stations à forte pression pastorale ont les plus faibles productions.

Une étude comparative avec d'autres localités (TOUTAIN,1978 ; FOURNIER,1991 ; CESAR, 1992) conduit à conclure que la productivité des pâturages à *Isoberlinia doka* (figure 58) est de 2 à 3 fois plus faible en ZASP de Torokoro. Par ailleurs, une forte variabilité interne est observée entre les faciès en fonction de leur localisation dans le terroir.

Les valeurs moyennes évaluées en zone pastorale ou en forêt classée se rapprochent par contre des valeurs de FOURNIER en 1982 à Ouango-Fitini et dans le parc de la Comoé.

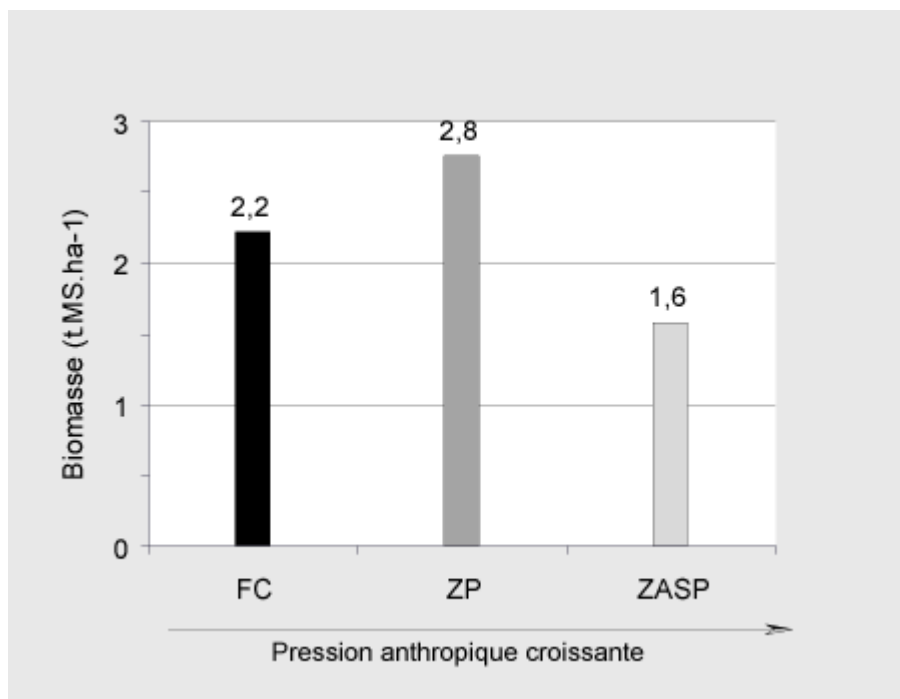


Figure 57 : Production comparée des forêts claires dans les 3 sites

Plusieurs hypothèses sont proposées pour expliquer ces différences :

Hypothèse 1 : le type d'échantillonnage

La biomasse a été évaluée selon deux approches. En 2001, tout comme dans les témoins pâturés de 2002, l'évaluation de biomasse a été faite sur 4 placettes de 4 m² chacune, réparties au hasard dans la station de 2 500 m². Pour des raisons matérielles, la placette mise en défens pour l'évaluation de la phytomasse maximale, mesurait 4m X 4m, soit 16 m², en un seul bloc sans répétition. On peut se poser la question de la représentativité de ce dispositif dans la prise en compte de l'ensemble de l'hétérogénéité de station.

Dans les savanes soudaniennes où la végétation est beaucoup plus dense et plus régulièrement répartie qu'au Sahel, l'aire minimale de 16 m² est généralement admise pour l'étude de la strate herbacée. En rappel, cette aire représente la surface

minimale où 80% des espèces présentes sont recensées (POISSONNET *et al.*, 1985). C'est la méthode adoptée par FOURNIER (1991), CESAR (1992), MITJA (1992) pour l'étude quantitative de la strate herbacée dans des écosystèmes analogues. Cet échantillonnage autorise un intervalle de confiance de 10 à 20% de la moyenne, qui augmenterait d'ailleurs en fin de cycle lors de l'épiaison des graminées. Le choix de la taille de la placette élémentaire et du nombre de répétitions, ont été inspiré de ces études dans le but de permettre des comparaisons. On peut cependant regretter qu'il n'y ait pas eu suffisamment de répétitions pour les placettes mises en défens afin d'apprécier l'hétérogénéité intra site.

Hypothèse 2 : variabilité inter-annuelle due aux fluctuations pluviométriques

Les études 1979 et 1983 sur la phytomasse dans le parc national de la Comoé et à Ouango-Fitini sous climat éburnéen continental, au Nord de la Côte d'Ivoire, (FOURNIER, 1991), donnent les productions présentées dans le tableau 31.

Tableau 31 : Production de quelque faciès à *Isoberlinia doka*

(d'après FOURNIER 1991)

Localité concernée	Phytomasse maximale (tMS.ha ⁻¹)	Année
Ouango-Fitini	5,09	1980
Ouango-Fitini	3,55	1982
Parc de la Comoé (Ouango-Fitini)	3,22	1983
Parc de la Comoé	2,76	1983

Ce tableau fait ressortir une certaine variabilité inter-annuelle de la phytomasse. L'auteur a évalué sur le faciès à *Isoberlinia doka*, de même que sur les autres sites qu'elle suivait, des valeurs de biomasse supérieures de 1,1 à 1,6 fois entre l'année 1980 qui a enregistré un total pluviométrique de 1 088 mm et l'année 1982 qui elle, n'a enregistré que 923 mm de pluie. Ce type de variation inter-annuelle de la production entre 2001 et 2002 est également observée dans la ZP de Tierkoura. La placette (T2FC) présente également le même type de variation : en 2001, la biomasse était de 1,5 tMS.ha⁻¹, alors qu'en 2002 elle a atteint entre 2 t et 2,6 t.MS.ha⁻¹.

Au Burkina Faso, la partie sud-ouest, qui abrite les forêts claires à *Isobertinia doka* reçoit en moyenne une centaine de mm de pluie en moins que le nord de la Côte d'Ivoire. La faiblesse de la production peut s'expliquer en partie par le niveau de pluviosité plus faible.

Hypothèse 3 : les sols

Selon la description des sols des stations étudiées (BARRO, non publié), les forêts claires à *Isobertinia doka* se développent sur des sols ferrugineux tropicaux et présentent une texture sablo-limoneuse ou gravillonnaire, et sauf, dans quelque rares cas, un horizon gravillonnaire d'épaisseur variable apparaît tout de suite après la couche 0-10 cm. Ils ont tous une profondeur supérieure à 50 cm.

Les caractéristiques physiques des sols sous forêt claire diffèrent peu de celles décrites par FOURNIER (1991) sur le site d'étude du faciès de forêt claire à Ouango-Fitini. Les sols de ce faciès sont décrits par l'auteur comme des sols peu profonds. La cuirasse apparaît au-delà de 30 cm. Elle affleure par endroit. La fraction des éléments grossiers est de 30% dans les horizons 0 à 10 cm.

Les conditions édaphiques locales (richesse chimique, caractéristiques granulométriques des premiers horizons) expliquent par contre, en partie, les variations de production inter-faciès.

Hypothèse 4 : différence de composition floristique

Le faciès étudié par FOURNIER (1991) est dominé par *Monotes kerstingii* avec un recouvrement ligneux estimé à 80%. Parmi les graminées dominantes, l'auteur cite *Andropogon ascinodis*, *Schizachyrium sanguineum*, accompagnées d'espèces abondantes telles *Loudetia simplex* et *Hyparrhenia subplumosa*. D'un point de vue floristique, la ressemblance de ce faciès avec ceux de Torokoro est très grande, en particulier la station (T2FC). Le recouvrement ligneux qui se situe dans la fourchette de 30-50%, devrait permettre des niveaux de production de la strate herbacée plus élevée, ce qui n'est pas le cas.

Hypothèse 5 : Histoire pastorale des sites

Les modes d'utilisation mis en œuvre sur les pâturages communautaires ne sont pas souvent respectueux du temps de repos recommandé pour la bonne gestion des parcours. Dans ces conditions, l'exploitation en permanence peut conduire à

l'épuisement de la végétation. En assimilant l'effet des coupes à l'effet du broutage, CESAR (1981 et 1982) a montré, qu'en cas d'exploitation pastorale avec forte charge, les coupes répétées provoquaient une diminution importante de la productivité de la savane dans un premier temps, auquel succède une période d'adaptation. Une fois la période d'adaptation passée, le pâturage fournit une production fourragère supérieure. En somme, les savanes exploitées régulièrement s'adaptent au rythme d'exploitation et leur productivité est proche de la biomasse maximale, si les charges ne sont pas très fortes.

En conclusion, les différences de production entre les faciès de forêt claire au sud du Burkina Faso et au nord de la Côte d'Ivoire, semblent être liées à un ensemble de facteurs : la légère différence de pluviosité, l'utilisation pastorale des sites et les facteurs édaphiques. Un facteur important qui n'a pas été discuté semble être le type de paramètre évalué. FOURNIER (1991) a évalué la production en terme de phytomasse qui se compose de la matière vivante (biomasse) et des matières mortes ou litière. Pour notre part, nous avons uniquement évalué la biomasse définie comme la masse de matière fraîche ou sèche d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes vivants. En écologie terrestre, elle est toujours rapportée à une unité de surface. Bien que la règle ne soit pas générale, la nécromasse dressée diminuerait dans les jachères âgées. Quant à la nécromasse au sol, elle représenterait entre 12 et 21% de la phytomasse épigée à la période de végétation maximale (MITJA, 1992).

4.4.5 Production des jachères à Torokoro

En 2001, des coupes de biomasse ont concerné 13 relevés de jachères d'âges différents déterminés. Toutes ces jachères sont soumises à une exploitation pastorale plus ou moins importante. La production de ces jachères sans dispositif de défens est consignée le tableau 32.

Tableau 32 : Biomasse évaluée dans quelques jachères en 2001

Classe d'âge	Espèces dominantes	Production (tMS.ha ⁻¹)
J5-10	<i>Andropogon gayanus</i> , <i>Sorghastrum bipennatum</i>	2.18 ± 0.19
	<i>Diheteropogon hagerupii</i>	3.76
J10-15	<i>Andropogon gayanus</i> , <i>Andropogon ascinodis</i> , <i>Hyparrhenia spp.</i>	2.40 ± 0.36
J15+	<i>Andropogon ascinodis</i> , <i>Hyparrhenia spp.</i> , <i>Schizachyrium sanguineum</i>	1.68 ± 0.4
	<i>Brachiaria spp.</i>	1.4

La biomasse potentielle a été mieux approchée grâce au dispositif de mise en défens de 2002. Huit jachères datées, toutes dérivées de forêts claires à *Isobertinia doka* et trois faciès jachères, dont une à *Detarium microcarpum* et deux à *Maranthes polyandra*, ont été mis en défens.

Les jachères sont regroupées en quatre classes d'âge :

- jachères de 1 à 5 ans, dominées par *Andropogon gayanus* et *Brachiaria spp.*,
- les jachères de 5 à 10 ans (J5-10), où *Andropogon gayanus* peut être abondant,
- les jachères de 10 à 15 ans (J10-15), où l'espèce est associée à d'autres graminées de savanes,
- jachères de plus de 15 ans (J15+) dans lesquels l'espèce disparaît et est remplacée par d'autres graminées de savanes naturelles (*Hyparrhenia spp.*, *Andropogon ascinodis*, *Schizachyrium sanguineum*).

La figure 59 compare les productions en défens de 2002 à celles de 2001. La production moyenne des jachères de 1 à 5 ans est de 2,5 tMs.ha⁻¹. Elle baisse légèrement au stade 5-10 ans, avec l'apparition des premières graminées de savane moins productives que *Andropogon gayanus*. A l'élimination complète de *Andropogon gayanus* vers 15 ans de mise en jachère, la production baisse encore pour se situer au niveau de la production des formations naturelles. La diminution de la phytomasse en fonction du vieillissement de la jachère semble être une dynamique courante et s'explique par le développement de la strate ligneuse qui crée une concurrence en défaveur de la strate herbacée.

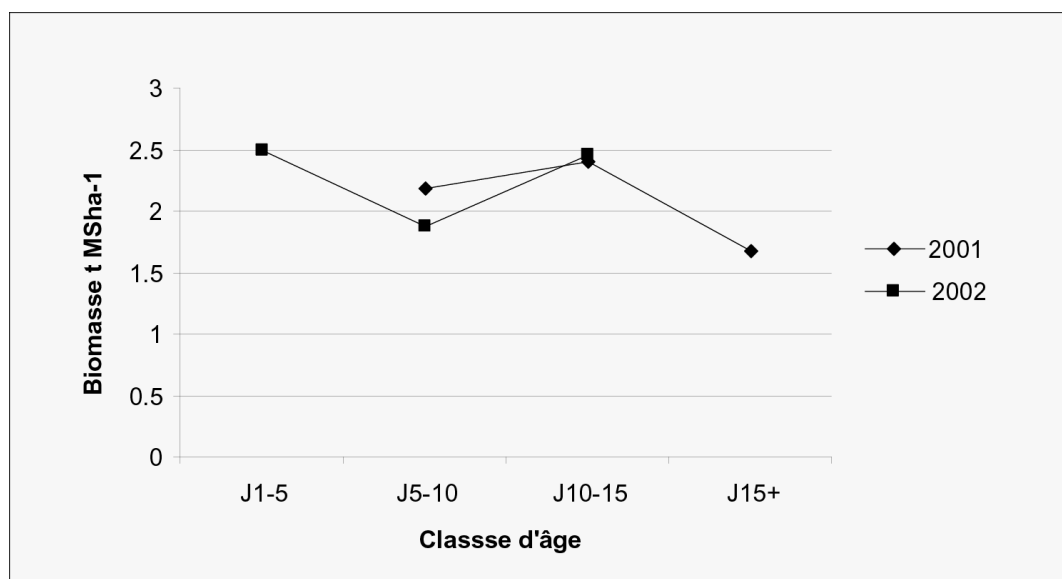


Figure 58 : Evolution de la production des jachères en fonction de l'âge

4.4.6 Production comparée jachères et végétation naturelle à *Detarium microcarpum*

La production d'un faciès d'une vieille jachère arbustive à *Detarium microcarpum* est comparée à celle de deux faciès analogues n'ayant pas fait l'objet de défriche, dont l'une en ZASP et l'autre en ZP. Ces deux formations peuvent être considérées comme des formations naturelles, n'ayant jamais été défrichées depuis plus de 50 ans.

La figure 60 compare la production des savanes arbustives naturelles à *Detarium microcarpum* en ZASP et ZP à celle de la jachère, vieille de plus de 10 ans et soumise à un pâturage assez intensif.

La production des deux faciès en ZASP est assez comparable, malgré des compositions floristiques complètement différentes et des conditions édaphiques également différentes. En effet, la strate graminéenne est dominée par *Brachiaria jubata* et *Brachiaria serrata* dans la jachère qui se développe sur des sols profonds à texture sableuse. Quant à la savane naturelle, la flore est dominée par *Andropogon ascinodis* et *Hyparrhenia subplumosa*. Elle est située sur un plateau. Le sol de texture gravillonnaire y est peu profond. La savane naturelle en ZP se développe exactement dans les mêmes conditions que celles en ZASP. La strate herbacée plus riche en nombre de taxons comporte, cependant les mêmes espèces dominantes. La

production plus élevée en ZP (2,64 tMS.ha⁻¹) contre 2 en ZASP, semble une fois de plus incriminer l'action répétée du bétail sur la baisse globale de la productivité.

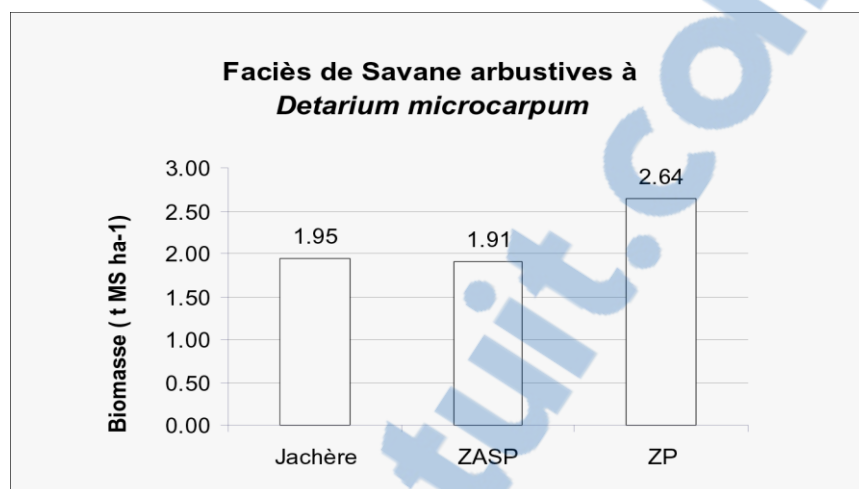


Figure 59 : Production comparée de différents faciès de savane à *Detarium microcarpum*

4.4.7 Production des parcours post-cultureux

La production des résidus de culture a été évaluée dans des carrés de rendements de 100 m² pour les principales cultures : maïs, sorgho, coton, mil. A Torokoro, l'évaluation a porté sur des champs de sorgho implantés après défriche de forêts claires (soit en deuxième ou troisième année d'exploitation). Pour ce qui concerne le maïs, il s'agissait d'anciennes jachères. Le maïs fait l'objet d'une fertilisation minérale. Le sorgho par contre, n'est pas fertilisé. A Ouara, il s'agit d'anciennes jachères défrichées pour l'implantation des cultures. Toutes les cultures sont fertilisées.

Comme le montre le tableau 33, la biomasse disponible après culture est importante. Par exemple, la production en paille des résidus de sorgho sur défriche de forêt claire à Torokoro est une fois et demi plus élevée que la production du pâturage naturel.

L'enjeu se situe au niveau de l'accès à cette ressource. A Torokoro, quelques agriculteurs préfèrent brûler les résidus pour éviter l'accès à leur champ.

Tableau 33: Production en paille de quelques cultures (tMS.ha⁻¹)

	Ouara	Torokoro
Coton	2, 385	---
Maïs	2, 782	1, 750
Mil	3, 756	---
Sorgho	3, 789	2, 803

CONCLUSIONS

Le dispositif expérimental mis en place pour étudier l'impact de l'utilisation pastorale sur l'évolution de la biodiversité, a consisté dans un premier temps à choisir des sites faisant l'objet d'une pression anthropique globale différentielle. L'impact du pâturage est déduit par comparaison de stations subissant ou non une utilisation pastorale. Le choix des formations à étudier s'est focalisé sur les forêts claires à *Isoberlinia doka* représentatives des formations naturelles de la région et sur savanes arbustives à *Detarium microcarpum*.

Pour chaque formation, la biodiversité (richesse floristique, diversité), la valeur pastorale et la production de biomasse ont été analysées.

Impact du pâturage sur la biodiversité des forêts claires

Sept stations réparties en ZASP de Torokoro, en ZP et en FC ont été étudiées. La même richesse floristique a été observée pour les stations en ZASP que pour celles de la FC, avec 39 espèces recensées dans l'une et l'autre. Cependant, la FC s'écarte assez significativement de la ZASP et de la ZP par une richesse plus importante en espèces ligneuses : 16 espèces contre 9-10 espèces pour les deux autres sites. La ZP, ne faisant que l'objet d'une exploitation pastorale, se caractérise par une richesse floristique dans l'ensemble plus faible, tant au niveau de la strate ligneuse qu'à celui de la strate herbacée.

Au niveau de la strate herbacée, les diversités les plus faibles sont observées aussi bien en ZASP qu'en forêt classée, résultat de la forte dominance de quelques espèces. La station (T1FC) qui subit la pression pastorale la plus forte en ZASP, a la

diversité la plus élevée. L'action perturbatrice du pâturage permet à d'autres espèces de s'épanouir : la dominance est moins marquée.

Dans l'ensemble, il se dégage que la diversité de la strate herbacée augmente avec la pression anthropique. Aux végétations les plus stables correspondent une diversité faible.

Quand on considère la strate ligneuse, la tendance qui se dégage est que plus **la pression anthropique augmente, plus la végétation s'homogénéise**. Une sélection se fait en faveur de quelques espèces et la diversité devient faible. La même tendance est mise en évidence pour la richesse floristique. On recense plus d'espèces ligneuses dans la forêt classée où l'anthropisation se limite aux feux de brousse.

Les valeurs pastorales calculées pour les **forêts claires** montrent qu'au niveau actuel d'utilisation des parcours en ZASP de Torokoro, **il n'existe pas globalement de différence significative entre la valeur des pâturages et ceux des milieux soumis à des pressions pastorales moins fortes.**

La production dans les différentes stations a été évaluée à partir des placettes mises en défens. **La production des forêts claires en ZASP paraît faible en comparaison avec les valeurs en ZP et en FC.** Les valeurs sont en moyenne 1,5 fois moins importantes. Il semble que les charges de pâturage actuelles en ZASP de Torokoro, soient supérieures à la capacité d'adaptation de la végétation pour maintenir une productivité proche de la biomasse maximale.

Impact du pâturage sur les végétations transformées

Les végétations transformées ont en commun un passé cultural plus ou moins proche qui peut être approximativement daté. L'étude a porté sur 6 stations des jachères et des formations naturelles à *Detarium microcarpum*, soumises à différents types d'utilisation et de pression de pâturage.

Les résultats font ressortir que la **richesse floristique est plus élevée dans les milieux subissant une forte pression anthropique.** Les jachères de Ouara présentent la plus grande richesse floristique.

Pour ce qui concerne l'organisation de la strate herbacée, les résultats montrent que **la diversité spécifique augmente avec l'anthropisation.** Ainsi, les jachères de Ouara qui subissent la plus forte pression anthropiques sont celles qui ont la

diversité la plus élevée. Au niveau du site de Torokoro, la jachère pâturée a également une diversité plus élevée que la savane naturelle pâturée.

En revanche, **la valeur pastorale des pâturages étudiés baisse avec l'augmentation de la pression anthropique**, à cause de la diminution de la contribution des bonnes espèces fourragères.

En ZASP de Torokoro, la production des jachères est tout à fait comparable à celle de la formation naturelle des compositions floristiques. La production plus élevée en ZP qu'en ZASP, semble une fois de plus incriminer l'action répétée du bétail sur la baisse globale de la productivité.

Dans l'état actuel de dégradation des pâturages naturels à Ouara, la production des parcours post-culturels est plus élevée que celle évaluée dans les différentes jachères : 3 tMS.ha⁻¹ en moyenne contre 1 tMS.ha⁻¹. En outre, 26 à 68% de la production de ces jachères présente peu d'intérêt car, elles proviennent d'espèces de faible valeur fourragère. Avec des pâturages moins dégradés, la même tendance s'observe à Torokoro. La culture sur défriche de forêt claire laisse 1,5 plus de biomasse pour l'élevage que les formations naturelles (2,2 tMS.ha⁻¹ de résidus contre 1,5 tMS.ha⁻¹ pour les forêts claires).

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE

Ce travail sur les interactions environnement-pratiques pastorales a été bâti sur l'hypothèse selon laquelle, l'évolution des paysages végétaux en zone de savane sub-humide a une répercussion sur les potentialités fourragères (disponibilité, quantité et qualité) et sur la conduite des troupeaux au pâturage. Nous avons pour ce faire étudié l'évolution des ressources fourragères à travers l'analyse de l'évolution diachronique et synchronique des paysages végétaux, et des pratiques pastorales mises en œuvre par différents types d'éleveurs. Deux terroirs contrastés, présentant des taux d'occupation différents, ont été choisis : les terroirs de Ouara et de Torokoro.

1 Dynamique des paysages : vers les mêmes processus dans les nouveaux fronts pionniers

Le terroir de Ouara fait partie des premières zones d'accueil des courants migratoires dans la zone sud-ouest du Burkina Faso, commencés dans les années 1970. Entre les recensements de 1975 et de 1996, date du dernier recensement national, la population initiale a été multipliée par dix. La densité de population atteint actuellement 58 hab.km², valeur proche de celle du plateau mossi qui est la région la plus peuplée du Burkina Faso. La conséquence directe est l'augmentation des mises en cultures. L'emprise agricole, qui dépassait déjà 30% en 1983, est évaluée à 44% en 1998. Quant au terroir de Torokoro, historiquement peu peuplé (moins de 4 hab.km², recensement national de 1975), il accueille depuis le début des années 1990, les flux migratoires des agriculteurs et éleveurs en provenance des zones cotonnières saturées. La densité de population, calculée à partir du recensement de 1996 atteint 11 hab. km².

La question était de savoir si les évolutions paysagères constatées dans les anciens fronts pionniers se reproduisaient à l'identique dans les nouvelles zones d'accueil. En d'autres termes, connaissant les évolutions paysagères dans les anciens fronts pionniers, est-il possible de prévoir celles dans les nouveaux fronts ? Nous avons réussi à bâtir un modèle explicatif à travers la modélisation des transformations paysagères. La prédiction de l'évolution des paysages reste délicate parce que le modèle n'intègre pas les variables socio-économiques, essentielles pour ce genre de recherches prospectives. Il aurait fallu recourir à d'autres méthodes de modélisation tel le système multi-agents. Une thèse est en cours dans le terroir de Torokoro sur

l'utilisation de ce modèle multi-agent pour la modélisation de la dynamique de la matière organique.

L'approche cartographique que nous avons utilisée montre, des évolutions similaires quant à l'augmentation de l'emprise agricole. Toutefois l'organisation du paysage, approchée par l'évolution de la diversité spatiale, montre des trajectoires opposées pour les deux terroirs. Malgré la part importante des cultures dans le paysage de Ouara, les calculs montrent une augmentation de la diversité spatiale à Ouara suite à un équilibre qui semble s'établir entre la proportion des différents types d'occupations. A Torokoro, en revanche, la diversité spatiale baisse, suite à l'importance de la superficie occupée par la savane arborée à *Vitellaria paradoxa*, qui domine tous les autres paysages. Le développement des plantations d'anacardiens à Torokoro est un facteur d'importance dans la diversification des types d'occupation qui n'a pu être intégré. Ces évolutions sont importantes à prendre en compte dans l'avenir des transformations des paysages végétaux dans ce terroir.

2 Pressions pastorales et évolution de la biodiversité végétale

Les espaces utilisés par l'élevage font alterner dans le temps et l'espace, activités pastorale et agricole. La démarche a consisté à considérer la pression anthropique comme un facteur de perturbation global. La conséquence du pâturage est déduite en comparant des situations avec élevage et des situations sans élevage, même si, dans l'ensemble, il reste impossible de quantifier les charges réelles en bétail.

L'impact de l'action humaine sur la biodiversité est souvent perçu en terme négatif. Plusieurs idées sont généralement véhiculées. La première avance que la biodiversité diminue quand l'artificialisation, c'est-à-dire l'augmentation de l'intensité de l'action humaine sur le milieu, augmente. Beaucoup d'auteurs parlent d'homogénéisation et de dominance par quelques espèces, en cas de fortes charges pastorales (ACHARD *et al.*, 2001). Si la baisse de la biodiversité se vérifie dans le cas extrême des systèmes de cultures intensives suite à une éradication systématique des autres plantes que la plante cultivée productrice du rendement agricole (DAGET & POISSONET, 1997), nos résultats permettent « d'ajouter de l'eau au moulin », des écologues qui pensent que les conclusions doivent être nuancées dans les cas intermédiaires d'artificialisation du milieu.

L'autre conception sur l'évolution de la biodiversité, en relation avec l'action humaine, est que celle-ci diminue quand on supprime l'action humaine : exemple rapporté par DAGET & POISSONET (1997) des terroirs abandonnés dont le paysage se ferme tout en se simplifiant.

L'étude de l'évolution de la biodiversité dans ce travail, a porté sur différentes stations réparties sur différents sites subissant des pressions anthropiques et pastorales différentielles :

- les deux terroirs de Ouara et Torokoro, en zone agro-sylvo-pastorale (ZASP) soumises à différents types de pression anthropique (élevage, prélèvement domestique, agriculture) ;
- la zone de pâture de Tierkoura (ZP), zone utilisée exclusivement par l'élevage ;
- la forêt classée de Kofflandé (FC) : forêt ne subissant aucune pression anthropique, en dehors du feu qui est facteur perturbateur commun à toute la région.

La richesse floristique, le spectre biologique, la diversité spécifique, la valeur pastorale et la production de biomasse, sont les paramètres qui ont été retenus pour comparer les végétations et les flores dans chaque type d'utilisation. L'analyse d'environ 200 relevés de végétation sur les différents sites et l'étude de cas sur les forêt claires à *Isobertinia doka* et la savane arbustive à *Detarium microcapum* montrent :

- Une augmentation de la richesse floristique avec augmentation de la pression anthropique. Deux cent trente huit espèces (146 herbacées, 92 ligneux) ont été recensées à Ouara, contre 182 (96 herbacées, 86 ligneux) à Torokoro. La différence se fait surtout au niveau des herbacées qui enrichissent la flore à Ouara, en particulier les herbacées diverses.

Dans la région de Doropo (nord -ouest de la Côte d'Ivoire) HOFFMANN (1985) fait le constat que les milieux en cours de dégradation renferment plus d'espèces que les milieux naturels.

- Une augmentation de la diversité spécifique de la flore herbacée dans les stations les plus anthropisées.
- Une homogénéisation (donc baisse de la diversité spécifique) de la flore ligneuse suite à l'action sélective de l'homme dans les milieux les plus anthropisés.

- Une production et des valeurs fourragères du tapis herbacé plus faibles dans les stations fortement anthropisées.

3 Contexte écologique et évolution des pratiques pastorales

Dans un contexte général d'accroissement de l'emprise agricole, la durabilité des systèmes d'élevage tient à la capacité d'innovation et d'adaptation des éleveurs face aux évolutions en cours. Deux types de comportements peuvent alors être adoptés :

- Une stratégie d'adaptation au contexte, qui se traduira par une meilleure maîtrise du système fourrager :
 - une appropriation plus grande des résidus de culture par le stockage et l'adoption de cultures fourragères pour augmenter l'offre,
 - une diversification des activités d'élevage (par exemple recours à d'autres espèces animales, ou le développement de spéculations comme l'embouche).
- Une stratégie de « fuite en avant » qui se traduira par une exacerbation de la mobilité comme réponse à la contrainte d'alimentation.

3.1 Des pratiques fourragères encore embryonnaires

La question qui se pose est de savoir si la réduction des parcours entraîne une plus grande appropriation des résidus de culture ? Cette appropriation pouvant se faire sous deux formes :

- un stockage plus important des résidus dans l'exploitation
- un stockage sur pieds dans les champs, avec une restriction de l'accès aux autres éleveurs.

La question a été abordée en premier lieu au cours des enquêtes au sein des exploitations. Les suivis de troupeaux pendant la période de la vaine pâture (décembre-janvier), ont été l'occasion de vérifier l'écart entre les déclarations et la réalité. Enfin, une quantification des résidus stockés a été effectuée dans une vingtaine d'exploitations d'éleveurs.

3.1.1 Le stockage des résidus de culture

Le report de fourrage par stockage de résidus de culture ou l'achat de sous produits agro-industriel (SPAI), constituent des stratégies qui se développent, mais encore

bien timidement. Les enquêtes ont montré qu'aucune exploitation ne pratique la culture fourragère, malgré les actions de vulgarisation. La fauche et la conservation du fourrage naturel ne sont pas pratiquées non plus. Par contre le stockage des résidus de culture est une pratique en voie de généralisation, en particulier à Ouara. Certes, les quantités stockées sont loin de couvrir les besoins des animaux pendant la période de soudure. L'évaluation des résidus stockés montre qu'à peine 1% du potentiel est conservé. Les enquêtes sur 109 exploitations font ressortir que 72% des éleveurs à Ouara contre 41% à Torokoro, pratiquent le stockage des résidus de cultures. Quant à l'achat des SPAI, il est pratiqué par seulement 40% des éleveurs à Ouara et 7% à Torokoro. Ces achats concernent surtout les coques de coton. Le coût des tourteaux de coton étant jugé prohibitif.

Des enquêtes ultérieures (INERA,1999) dans la zone pastorale de Sidéradougou, avaient évalué à 31% le nombre d'éleveurs ayant recours au stockage de résidus de culture. Par rapport à l'utilisation des SPAI, le taux d'utilisation ne semble pas avoir augmenté.

Les catégories d'animaux qui bénéficient de ces fourrages sont les bœufs de trait, les vaches, les animaux faibles. A Torokoro, cependant, les résidus stockés sont plutôt destinés à l'alimentation des ânes qui sont uniquement utilisés dans le transport. Dans tous les cas la complémentation reste encore très ciblée du fait des effectifs importants d'animaux et de la faiblesse des quantités stockées. Pour les deux villages, la complémentation minérale est, quant à elle, générale et profite à toutes les catégories d'animaux.

3.1.2 Les quantités stockées

La quantification a été faite à Ouara où la pratique de stockage se généralise. Les quantités stockées sont en moyenne de 1 236 kg, constitués pour plus de 60% de paille de sorgho et de riz. La paille du maïs, céréale la plus cultivée dans ce terroir, ne constitue que 14% des réserves constituées. La faible part des résidus de maïs s'explique par un problème d'allocation des ressources humaines au niveau de l'exploitation. La récolte du maïs, qui est plus précoce, a lieu dès octobre, pendant que la main d'œuvre familiale est sollicitée pour de multiples travaux (récolte du coton et des autres céréales). Par ailleurs, la récolte précoce, alors que les pluies n'ont pas tout fait cessé, entraîne un taux de moisissures plus élevé de ces pailles de maïs.

Les fanes de légumineuses (arachide, niébé) n'occupent que 4% des résidus stockés. Le rapport quantité stocké/potentiel de production est l'un des meilleurs. Le stockage de cette catégorie de résidus a donc tendance à être systématique.

3.2 L'accès aux parcours post-cultureux

Si le champ est un bien individuel ou lignager pendant la période de culture (mai-décembre), il devient après la récolte un bien collectif auquel a accès tout éleveur du village et même des éleveurs de passage, sans règle préétablie. Dans certaines régions du pays, l'accès au résidus est même organisé entre agriculteurs, à travers des contrats de fumure. L'éleveur, en échange de résidus et d'une prise en charge, fait parquer, durant un certain temps, son troupeau dans le champ de l'agriculteur qui bénéficie en retour de la fumure. Ce type d'échange est peu développé dans la région étudiée. Dans les villages enquêtés aucun contrat de ce type n'a été signalé. Au contraire les agriculteurs sont hostiles au séjour des troupeaux, en particulier ceux des transhumants peuls, sous prétexte que leur passage dans les champs entraîne toujours un enherbement important, les obligeant à abandonner précocement la parcelle. Il est en effet connu que les bouses d'animaux comportent de nombreuses semences de mauvaises herbes (DEVINEAU, 1999). L'épandage de fumier favorise également un enherbement dans les parties qui bénéficient de la fumure. Le passage furtif des animaux dans les champs, du fait de la réticence des agriculteurs, ne laisse percevoir que les aspects négatifs, dont l'enherbement.

Les enquêtes n'ont pas révélé une restriction à l'accès aux parcours post-cultureux, ni une évolution des règles d'accès. Chaque propriétaire se réserve naturellement la priorité sur les résidus de ses champs, les autres animaux ne passant qu'après les siens. Pour les champs éloignés de la concession, ce contrôle n'est plus possible et la priorité revendiquée devient caduque. L'accord préalable réclamé dans les propos pour l'accès aux résidus, n'est dans la réalité respecté par personne. Par ailleurs, au cours des suivis des troupeaux au pâturage, nous avons été témoins à plusieurs reprises de scènes où les bergers (indépendamment de l'ethnie de l'éleveur) se sont violemment fait refouler de champs d'agriculteurs qui disaient réserver la paille sur pied pour leurs propres animaux. A Torokoro, plusieurs propriétaires brûlent simplement les résidus après récolte afin de démotiver toute fréquentation de leurs champs.

Pendant la période de vaine pâture, les circuits de pâturage sont polarisés par les champs. Dès qu'un champ se libère, de nombreux animaux y convergent. Des charges de plus de 500 animaux ont été comptés par jour, au cours des premiers jours après les récoltes.

Il n'a point été mentionné de cas d'accès monétarisés, ni de contrat de fumure. Aucune vente de résidus de culture n'a été mentionnée également.

3.3 Contexte écologique et mobilité pastorale

La principale stratégie développée par les éleveurs face à la réduction des pâturages, suite aux mises en culture, est l'adoption de la transhumance. Dans le terroir de Ouara, où la dégradation des pâturages est très avancée, on observe ainsi une plus forte mobilité des troupeaux des agro-pasteurs, dont la conséquence directe est leur absence prolongée du village. Dans quelques cas extrêmes, la présence des troupeaux dans le terroir n'excède pas deux semaines. L'élevage fonctionne ainsi à la périphérie du terroir. Les troupeaux des agro-pasteurs sont répartis entre les fils dans un ou plusieurs lieux de pacage. A partir de ces lieux, la mobilité se réorganise pour explorer de nouvelles zones. Les pères âgés et une partie de la famille, restent sur place, sur le terroir d'attache où ils pratiquent l'agriculture. Le troupeau résidant, de petite taille (4 à 30 animaux), satisfait les besoins immédiats (lait, vente éventuelle pour résoudre des problèmes urgents). Des flux s'organisent entre les deux pôles d'activités. L'entretien du troupeau résidant, à savoir les frais vétérinaires et éventuellement l'achat de compléments alimentaires (sous produits agro-alimentaires, sel) pour l'alimentation du bétail ou de céréales pour la famille, provient du troupeau extérieur. En retour, les vivres pour l'entretien de la famille à l'extérieur, proviennent des terroirs d'attache, car au cours des premières phases exploratoires, l'agriculture n'est pas pratiquée.

De telles pratiques ne peuvent que remettre en cause la complémentarité élevage-agriculture, indispensable au maintien de la fertilité des terres dans ce terroir où la mise en culture continue est en passe de devenir le mode de mise en valeur des terres.

La transhumance se généralise, même chez les agro-éleveurs qui initialement ne la pratiquaient pas. De telles conclusions sont également tirées par BANOIN & JOUVE (2000) dans l'arrondissement de Maradi au Niger.

Ce type de mobilité est également observé à Torokoro, mais seulement chez les gros propriétaires agro-pasteurs et agro-éleveurs, qui possèdent plusieurs troupeaux. Cette pratique relève, dans ce cas, plutôt d'une stratégie de minimisation des risques face à la précarité de leur installation.

4 Perspectives de développement et de recherches

Les recherches qui ont fait l'objet de la présente thèse s'inscrivent dans un programme pluridisciplinaire. Avec deux collègues (un zootechnicien et un sociologue), nous nous questionnons sur la durabilité des systèmes d'élevage dans la zone sud-ouest du Burkina Faso, en proie à d'importantes évolutions agraires. Pour notre part, nous n'avons présenté que les résultats relatifs aux évolutions environnementales en relation avec l'utilisation pastorale du milieu, ce qui ne permet de donner que des réponses partielles à la question de la viabilité des systèmes d'élevage dans le contexte de la région. Les résultats des enquêtes zootechniques et sociologiques permettront de mieux cerner la question et les évolutions actuelles.

Le diagnostic porté sur l'état des pâturages, montre que le terroir de Ouara, en situation de forte emprise agricole, est fortement dégradé (forte proportion d'espèces mauvaises fourragères dans le cortège floristique, faible productivité et faible valeur pastorale). Cette situation semble être celle de la plupart des zones cotonnières saturées. Parallèlement, la demande fourragère augmente suite à l'augmentation du bétail intégré à l'exploitation qui se compose de bœufs de trait mais également de quelques bovins d'élevage (vaches et jeunes taurillons). Les éleveurs qui ont plus de 30 têtes de bovins, ont pour la plupart, opté pour le déplacement des troupeaux sur d'autres pacages. Toutefois les agro-pasteurs gardent toujours avec eux un petit noyau d'animaux. Au total, malgré le choix de la mobilité adopté par les gros éleveurs, il reste tout de même un cheptel important dans ces terroirs saturés dont l'alimentation reste problématique. Les éleveurs sont attentifs aux propositions et conseils qui permettront de maintenir une part du cheptel et d'améliorer leur productivité.

Ce ne sont pas les référentiels techniques qui manquent pour améliorer l'alimentation du cheptel. Des études sérieuses et de nombreuses propositions ont déjà été faites dans ce sens (CESAR, 1992 ; D'AQUINO *et al.* 1994 ; GUERIN *et al.*, 1996, SANON *et al.*, 1997).



Deux options se dégagent à partir de notre étude de cas :

- L'amélioration de l'affouragement des animaux intégrés des agriculteurs et des petits noyaux d'animaux des agro-pasteurs. Cette amélioration pourrait se faire au niveau des jachères dont la fonction est en passe de changer de statut. En effet, nous avons pu remarquer que la plupart des agriculteurs se réservaient une petite jachère, non pas pour la remettre en culture, mais pour l'alimentation de leur bétail. De nombreuses espèces, locales ou exotiques, ont été testées dans le cadre du projet jachère. En particulier des espèces locales comme *Andropogon gayanus* et le niébé fourrager se sont montrés prometteuses. Pour ce qui concerne les pâturages naturels, les placettes de suivi de végétation montrent au bout de la deuxième année, que pour certaines parties du terroir, une simple mise en défens permet aux graminées vivaces de repousser et d'être concurrentielles. Par contre 75% des milieux suivis montrent qu'une simple mise en défens ne permet pas un retour à une végétation en équilibre. Des besoins d'ensemencement et d'éclaircissement de la strate arbustive s'imposent. Des essais d'ensemencement direct pourraient être testés par l'intermédiaire du bétail. En particulier, la légumineuse *Stylosanthes sp.*, testée quelques années à la station de Farako-bâ a pu coloniser des espaces très dégradés, au sein de la station.
- Pour les éleveurs qui ont fait le choix de la mobilité, la prise en compte de l'élevage s'impose dans la gestion de l'espace dans les zones d'accueil. Nous avons pu faire le constat que, dans ces nouvelles zones, les mêmes évolutions agraires se produisent et les éleveurs pratiquent de plus en plus la transhumance de saison de pluie pour fuir les zones agricoles. Nous espérons qu'avec le code pastoral en cours d'élaboration, nous pourrions accompagner les populations dans l'organisation de leur espace.

En matière de perspectives de recherche, les résultats présentés sur l'impact de l'élevage sur la dynamique de la végétation, doivent être consolidés. Les investigations entreprises à partir du dispositif de suivi se poursuivront.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBADIE L., 2000. Maîtrise des effets du changement global des savanes. Réseau GLOBALSAV ACI Ecologie quantitative-2000 : pp 8
- ACHARD, F., P. HIERNAUX, *et al.*, 2001. Les jachères fourragères et améliorées en Afrique de l'Ouest. *La jachère en Afrique Tropicale*. C. FLORET & R. PONTANIER, Paris, John Libbey Eurotext: 201-209.
- ADJANONOUN, E. & A. AKE-ASSI, 1967. Inventaire floristique des forêts claires sub-soudanaises et soudanaises en Côte d'Ivoire septentrionale. *Annales de l'Université d'Abidjan*, 3 : 89-149.
- ALBALADEJO, C., I. DUVERNOY, *et al.*, 1996. La construction du territoire sur les fronts pionniers. Tendances d'évolutions et actions du développement sur les sites de Maraba (Amazonie) et Missiones (Argentine). *Les fronts Pionniers de l'Amazonie brésilienne. La formation de nouveaux territoires*. ALBALADEJO & T. J.C. Paris, L'Harmattan : 247-275.
- ARBONNIER, M., 2002. *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest.*, Cirad-Mnhn. Paris, pp. 574.
- AUBREVILLE, A., 1957. *Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation*, pp. 23-27.
- AUDRU, J., 1977. *Les ligneux et sub-ligneux des parcours naturels soudano-guinéen en Côte d'Ivoire. Leur importance et les principes d'aménagement.*, IEMVT. Maisons Alfort, pp. 267.
- AUGUSSEAU, X., E. LIEHOUN, *et al.*, 2003. Dynamiques sociales et transformation des espaces - Le cas d'un village burkinabé en pleine recomposition. *Colloque SAGERT Février 2003*. Montpellier : pp.11
- AUGUSSEAU, X., S. PARE, *et al.*, 1998. Caractérisation régionale de l'emprise agricole et de sa dynamique dans une zone de migrations. *Forum national de la recherche scientifique et des innovations technologiques*, avril 1998, Ouagadougou, Burkina Faso.
- BAILLY de MERLIEUX, C., Ed. 1835. *Maison rustique du XIX^e siècle : Encyclopédie d'agriculture pratique*. Paris, La maison rustique.
- BALENT, G., 1986. Modélisation de l'évolution des surfaces pastorales dans les Pyrénées centrales. Mise au point d'un référentiel micro-régional de diagnostic au niveau de la parcelle. *Relation Agriculture Elevage* : 312-319
- BALENT, G., 1993. Cartographie des activités de pâturage sur un territoire hétérogène avec le logiciel CARPAT. *Pratiques d'élevage extensif*. E. LANDAIS . 265-262.
- BALENT, G., D. ALARD, *et al.*, 1998. Activités de pâturage, paysages et biodiversité. *Annales de zootechnie*, 47: 419-429.
- BANOIN, M. & P. JOUVE, 2000. Déterminants des pratiques de transhumance en zone agropastorale sahéenne. Cas de l'arrondissement de Maradi au Niger. *Options Méditerranéennes*, A I,(39): 91-105. BARBAULT, R., 1997. *Biodiversité.*, Hachette. Paris, pp. 160.
- BAUDRY, J. & F. BAUDRY-BUREL, 1982. La mesure de la diversité spatiale. Relations avec la diversité spécifique. Utilisation dans les évaluations d'impact. *Acta Oecologica Oecologica Applicata* 3, (2): 177-190.
- BEGUE L., 1937. Contribution à l'étude de la végétation forestière de la Haute-Côte d'Ivoire. Paris : Larose , 1937. pp. 127
- BEHNKE R.H, I.SCOONES, 1992. Rethinking Range Ecology : Implications for rangeland management in Africa Washington . World Bank, pp. 31
- BENOIT M., 1979. *Le chemin du Peul du Boobola. Contribution à l'écologie du pastoralisme en Afrique des savanes*. Travaux et documents de l'ORTOM n°101, pp. 207
- BERHAUT, J., 1967. *Flore du Sénégal*, Editions Clairafrique. Dakar, pp. 486.
- BERTRAND G., 1978. Le paysage entre la nature et la société. *RGPSO*, 49 : 239-258
- BLANC-PAMARD, C. & P. MILLEVILLE, 1985. Pratiques paysannes, perception du milieu et systèmes agraires. *Dynamique des systèmes agraires*. C. BLANC-PAMARD & P. MILLEVILLE.
- BLANFORT V., 1998. Agro-écologie des pâturages d'altitude à l'île de la Réunion : pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagères dans un milieu à fortes contraintes. Thèse Université de Paris sud (Orsay). pp 335

- BLONDEL, J., 1995. *Biogéographie., Approche écologique et évolutive.*, Masson. Paris, pp. 291.
- BONFIGLIOLI, A. M., 1990. Pastoralisme, agro-pastoralisme et retour itinéraires sahéliens. *Cahiers des sciences humaines* 26,(1-2). 255-266.
- BOSSERUP, E., 1970. *Evolution agraire et pression démographique.*, Flammarion., pp.
- BOUDET G., 1975. *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères.* Paris. Manuels et précis d'élevage. Ministère de la coopération. pp 254
- BOUGET G., P. DAGET, G., RIPPSTEIN, 1995. Evolution des parcours tropicaux. Région sahélienne. DAGET P., M. GODRON (eds).. - *Pastoralisme. Troupeaux, espaces et sociétés.* AUPELF-UREF Paris : 458-470
- BOURBOUZE, 1995. Gestion de l'animal au parcours. DAGET P., M. GODRON (eds).. - *Pastoralisme. Troupeaux, espaces et sociétés.* AUPELF-UREF Paris. 324-359
- BOUTRAIS, J., 1992. L'élevage en Afrique tropicale une activité dégradante ? *Afrique contemporaine* 161: 109-125.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1928. *Pflanzensoziology.*, Springer. Berlin, pp. 330.
- BRUZON, V., 1990. *Les savanes du nord de la Côte d'Ivoire, Mésologie et dynamique l'herbe, le feu et le pâturage.*, doctorat, Paris XII, pp. 301.
- BUREL, F. & J. BAUDRY, 1999. *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications.*, TEC & DOC. Paris, pp. 359.
- BURIE, A., 1996. *Etude phytoécologique de toposéquences en relation avec l'occupation humaine de l'espace de la région de Diébougou (Burkina Faso).* Mémoire de fin d'étude, Bruxelles, ULB, pp. 139.
- CARON, P., 1998. *Espaces, Elevage et dynamique du changement analyse, niveau d'organisation et action. Le cas du nord-est semi-aride du Brésil.* Doctorat en sciences, Nanterre, Université de Paris X.
- CESAR, J., 1981. Cycles de la biomasse et des repousses après coupe en savane de Côte d'Ivoire. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 34, (1): 73-8 1.
- CESAR, J., 1982. Contribution à l'étude de la composition floristique des savanes exploitées par coupe. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 35, (4) : 434-442.
- CESAR, J., 1992. *Etude de la production biologique des savanes de la Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme. Biomasse, valeur pastorale et production fourragère.* Doctorat d'Etat, Paris, pp. 672.
- CHARTIER, C., 1982. Situation de l'élevage dans la zone pastorale de Sidéradougou (Haute Volta).
- CHEN, L., W. JUN, et al., 2001. Land use change in a small catchment of northern Loess Plateau, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 86: 163-172.
- CHEVALIER, G., 1994. *Caractérisation agro-sylvo-pastorale et utilisation des pâturages par les éleveurs en saison de pluies. Le cas de Kourouma au Burkina Faso.* Mémoire CNEARC, Montpellier, pp. 88.
- CLANET, J. & P. SOME, 1983. *Réactualisation de l'étude de la zone pastorale d'accueil de Sidéradougou.* Mémoire de DEA, Ouagadougou, pp. 43.
- CLEAVER K.M., G.A. SCHREIBER, 1994. *Inverser la spirale. La relation population, agriculture et environnement en Afrique sub-saharienne.* Banque mondiale. Washington, pp. 293
- CLEMENTS, F.E, 1936. Nature and structure of the climax. *J. Ecol.*, 24, 1, 252-284
- DAGET, J., 1976. *Les modèles mathématiques en écologie.*, Masson. Paris, pp. 172.
- DAGET, P., 1980. Le nombre de diversité de Hill. Un concept unificateur dans la théorie de la diversité écologique., *Acta Oecologica - Oecologia Generalis*, 1, (1) . 51-70.
- DAGET Ph. 1998a. Biodiversité IV. Notion de spectre pastoral, flore. FLOTROP n° 23.
- DAGET, P., 1998b. Biodiversité V - La végétation stationnelle. Flotrop Info, 24, 1-2.
- DAGET, P. & A. GASTON, 2000. Base FLOTROP et biodiversité des pâturages du Tchad oriental. *Systematics & geography of plants*, 71, (2). 327-336.
- DAGET, P. & A. GASTON, 2000. Base FLOTROP et caractérisation de la biodiversité des pâturages sahéliens. *XVI° Congrès AETFAT du 28 août-2 septembre 2000.* Meise: sous presse.
- DAGET, P. & M. GODRON, Eds., 1995. *Pastoralisme - Troupeaux, espaces et sociétés.* Universités francophones. Paris, Hatier, pp. 508.
- DAGET, P., J. POISSONET, 1997. Biodiversité et végétation pastorale., *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 50, (2) : 141-144.
- DAGET, P. & J. POISSONET, 1971. Une méthode d'analyse phyto-écologique des prairies, critères d'application. *Annales agronomiques*, 22, (1): 5-41.

- DAGET, P., J. POISSONET, *et al.*, 2000. Quelques méthodes de terrain en pastoralisme et leur interprétation. *Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000*. A. BORNARD & C. BRAUNOGUE. Morières, Pastum numéro HS, Editions de la Cardère . 209-215.
- DAGET P.& POISSONET J., 2002. Entre le pastoralisme et le pasteur : l'enquête pastorale. Pastum n°63 p 11-22
- D'AQUINO P., P. LHOSTE, A. Le MASSON, 1995. Système de production mixtes agriculture pluviale et élevage en zone humide et sub-humide d'Afrique. Cirad-EMVT, pp. 121
- D'AQUINO, P., 1996. *Les évolutions dans l'occupation de l'espace et utilisation des ressources en zone agro-pastorale sahélienne. Le cas de la province du Soum, au Nord du Burkina Faso*. Doctorat en géographie, Aix-en-Provence, Université de Provence, pp. 381.
- DE LA ROCQUE S., J.F MICHEL, D. CUISANCE, G. De WISPELEARE, X. AUGUSSEAU, P. SOLANO, S. GUILLOBEZ, M. ARNAUD, 2001. *Le risque trypanosomien : une approche globale pour une décision locale*. CIRAD-EMVT. pp.151
- DE VRIES, D. M., 1950. Grassland typen en hun Oecologie. *Neth. Kruidk. Arcg.*, 57: 28-31.
- DEFFONTAINES, J. P., 1986. *Un point de vue de l'agronome sur le paysage "lecture du paysage"*., INRAP., pp. 33-52.
- DEFFONTAINES, J.P 1996. Enjeux spatiaux en agronomie. Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France , vol:82:n°8
- DELGROS, P., 1993. *Ecologie du paysage et dynamique post-culturelle en zone de montagne*. Doctorat en sciences, Grenoble, Grenoble I, pp. 263.
- DELPECH, R., 1960. Critères de jugement de la valeur agronomique des prairies. *Fourrages*, (4): 83-96.
- DELPECH R., 1975. Contribution à l'étude expérimentale de la dynamique de la végétation prairiale et annexe. Thèse Orsay Université de Paris-Sud .
- DEVINEAU, J. L., 1986. *Impact écologique de la recolonisation des zones libérées de l'onchocercose dans les vallées burkinabé.*, OMS/ORSTOM. Paris, pp. 109.
- DEVINEAU, J. L., 1999. Rôle du bétail dans le cycle culture jachère en région soudanienne la dissémination d'espèces végétales colonisatrices d'espaces ouverts (Bondokuy, Sud-Ouest du Burkina faso). *Revue d'écologie (terre et vie)*, LIV: 1-25.
- DEVINEAU, J. L. & G. SERPANTIER, 1991. Projet SALT : paysages végétaux et systèmes agraires au Burkina Faso - Caractérisation et suivi des milieux terrestres en région arides et tropicales. *La télédétection satellitaire dans les programmes interdisciplinaire objectifs, méthodes, résultats, perspectives*. M. POUGE. Paris, ORSTOM. 373-385.
- DIALLO, M. S., 1997. *Recherches sur l'évolution de la végétation sous l'effet du pâturage dans l'Ouest du Burkina Faso (zones soudanienne)*. Cas de Bondokuy, Kassaho et Kourouma. Doctorat en sciences, Ouagadougou, Université de Ouagadougou, pp. 147.
- DIALLO, O. & K. SOME, 1999. Liens socioculturels des éleveurs, opportunités et contraintes pour la mise en place d'une union provinciale dans le Houet. Rapport définitif, SVB/BF.I - Les résultats : 3 9.
- DUGUE, P., 2000. Fertilité et relations agriculture élevage en zone de savane. *Actes de l'atelier sur les flux de biomasse et la gestion de la fertilité à l'échelle des terroirs* : 27-59
- FALINSKI, J., 1988. La dynamique du paysage interprétée par la dynamique de la végétation. *Colloque phytosociologiques*, XVII : 425-446.
- FAO/GEPRENAF, 1993. *Gestion participative des ressources naturelles et de la faune -Etude diagnostique Burkina Faso et Côte d'Ivoire.*, GEPRENAF., Document de travail.
- FAYE, A., 1993. *Situation et perspectives de l'élevage bovin dans les systèmes agro-pastoraux denses de la zone sahélo-soudanienne le cas du Sud du bassin arachidier du Sénégal*. Doctorat en sciences agronomiques, Montpellier, ENSAM, pp. 220.
- FLAHAULT, C., 1901. La limite supérieure de la végétation forestière et les prairies pseudoalpines. *Revue des Eaux et Forêts*, 40: 385-401 ; 417-439.
- FLORET C., R. PONTANIER, 1993. Recherches sur la dynamique de la végétation des jachères en Afrique tropicale. *La Jachère en Afrique de l'Ouest* . Floret C. (ed.), Serpantié G. (ed.). - Paris : 33-46
- FORMAN R.T.T, M. GODRON, 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience*, 31 :733-740
- FORMAN R.T.T, M. GODRON, 1986. *Landscape ecology*. John Wiley and sons. New York

- FOURNIER, A., 1991. *Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Variation selon un gradient climatique*. Doctorat d'Etat, Paris, Université Pierre et Marie Curie, pp. 312.
- FOURNIER, A., YONI, M. & ZOMBRE, P., 2000. Les jachères à *Andropogon gayanus* en savane soudanienne dans l'ouest du Burkina faso, flore, structure, déterminants et fonction dans l'écosystème. *Études sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays*. 5, 3-32.
- FOURNIER, A., C. FLORET, *et al.*, 2001. Végétation des jachères et succession post-culturelle en Afrique tropicale. *La jachère en Afrique Tropicale*. C. FLORET & R. PONTANIER, Paris, John Libbey Eurotext : 123-168.
- GEHU, J. M., 1988. Introduction au colloque phyto-écologie et paysage. *Colloque phytosociologique*. I-XVII. GILBERT, D., 1999. Milieux insulaire et capacité de charge. *Insulaire international journal of Island affairs*. (NS)p.7-12.
- GIRARDIN, J., A. d. BREUIL, 1863. *Traité élémentaire d'agriculture*., Masson & Garnier. Paris, pp. 770.
- GODRON, M., 1966. *Essai d'application de quelques éléments simples de la théorie de l'information à l'étude de la structure et de l'homogénéité de la végétation*. Docteur-Ingénieur, Montpellier, Faculté des sciences, pp. 67.
- GODRON, M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. *Oecologia Plantarum*, 3: 185-212.
- GODRON, M., 1984. *Ecologie de la végétation terrestre*., Masson. Paris, pp. 196.
- GODRON M. *et al.*, 1964. Notice détaillée. Carte phytoécologique et carte d'occupation des terres de Sologne. Ed. CNRS/CEPE Montpellier, pp. 192
- GODRON, M., P. DAGET, *et al.*, 1983. *Vade-Mecum pour le relevé méthodologique de la végétation et du milieu*. Extrait du code de relevé méthodique de la végétation et du milieu., CNRS. Paris, pp. 169.
- GODRON, M., P. DAGET, *et al.*, 1968. *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*., Cnrs. Paris, pp. 200.
- GODRON, M., P. DAGET, *et al.*, 1969. *Vade-mecum pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*., Cnrs. Paris, pp. 170.
- GODRON, M. & J. LEPART, 1973. Sur la représentation de la dynamique de la végétation au moyen de matrices de succession. *Sukzessionsforschung*, Rinteln, Cramer, 1-287.
- GODRON, M., J. POISSONET, *et al.*, 1999. Evaluer la diversité du paysage des pâturages africains. *Revue d'Elevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 52, (3-4) : 272-277.
- GROUZIS, M., 1988. *Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso)*., ORSTOM. Paris, pp.
- GUERIN, G., F. LEGER, *et al.*, 1994. *Stratégies d'alimentation - Méthodologie d'analyse et de diagnostic de l'utilisation et de la gestion des surfaces fourragères et pastorales*., Institut de l'élevage. Paris, pp. 36.
- GUERIN, H., 1987. *Alimentation des ruminants domestiques surpâturages naturels sahéliens (Sénégal)*., ENSA. Montpellier, pp. 215.
- GUERIN, H., M. NIEUWKERK, P. LHOSTE, 1996. Association agriculture et élevage en zone de savane (Côte d'Ivoire-CIDT). Troisième partie : éléments d'un référentiel technique. CIRAD-EMVT Montpellier : pp. 47
- GUIBERT, B. 1988. Etude de l'élevage dans le développement des zones cotonnières : le Burkina Faso. Mémoire d'ingénieur. CIRAD-IEMVT, Miason Alfort : pp. 105
- GUILICHINI, A., M. GIBERNAU, *et al.*, 2001. *Dynamique de la biodiversité et gestion de l'espace*., Ministère de l'aménagement du territoire et de l'Environnement. pp. 72p.
- GUINKO, S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse. Université de Bordeaux III. Pp394
- GUINKO, S., 1997. *Caractérisation des unités de végétation et appréciation de la diversité faunique de la zone d'intervention du Projet*., GEPRENAF. , pp. 45 + annexes.
- GUINOCHET, M., 1973. *Phytosociologie*., Masson. Paris, pp. 228.
- HAAN, C., H. STEINFELD, *et al.*, 1997. Elevage et environnement. A la recherche d'un équilibre.
- HADLEY, M., 2001. La biodiversité et les enjeux de sa conservation. UNESCO. Division des sciences écologiques. Pp. 8
- HIERNAUX, P., 2001. Fondements écologiques de la gestion des parcours au Sahel. *Elevage et gestion de parcours au Sahel, implication pour le développement*. E. TIELKES, E. SCHECHT & P. HIERNAUX. 291-302.
- HOFFMANN, O., 1985. *Pratiques pastorales et dynamique du couvert végétal en pays Lobi (Nord-Est de la Côte d'Ivoire)*., ORSTOM. Paris, pp. 355.

- HUBERT, B., 1994. Pastoralisme et territoire. Modélisation des pratiques d'utilisation. *Cahiers Agriculture*, 3 : 19-22.
- HUTCHINSON, J. & J. M. DALZIEL, 1954. *Flora of west tropical Africa*, CAOGA. Londres, pp.
- ICKOWICZ, A., 1995. *Approche dynamique du bilan fourrager appliquée à des formations pastorales du Sahel tchadien*. Doctorat en sciences, Paris, Université Val de Marne-Créteil, pp. 484.
- INERA/GRN-SP 1999. Bilan des activités du projet « front pionnier de migration » campagne 1997-98
- JACCARD, P., 1901. Lois de distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et quelques régions voisines. *Bulletin de la société vaudoise de sciences naturelles*, 37 - 241-272.
- JOUVE, P., 1991. Sécheresse au Sahel et stratégies paysannes. *Sécheresse*, 2, (1): 61-69.
- JOUVE, P., 2001. Jachère et système agraire en Afrique subsaharienne. *La jachère en Afrique Tropicale*. C.
- FLORET & R. PONTANIER. Paris, John Libbey Eurotext : 1-20.
- JULVE, P., 1986 - Problèmes conceptuels dans la définition des unités de perception du paysage végétal en rapport avec la géomorphologie. Coll. Phytosoc., 13 : 65-84.
- KINTZ, D., 1991. Le foncier dans la pensée et dans la pratique des éleveurs et agro-pasteurs. *L'appropriation de la terre en Afrique noire. Manuel d'analyse, de décision et de gestions foncières*. E. LE BRIS, E. LE ROY & P. MATHIEU. Paris, Karthala . 37-48.
- KLAPP, E., 1954. *Wiesen und Weiden.*, P. Parey. Berlin, pp. 519.
- LABOURET, H., 1941. *Paysans d'Afrique occidentale.*, Gallimard. Paris, pp. 308.
- LACOSTE, A. & M. ROUX, 1971. L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes maritimes. *Acta Oecologica Oecologia Plantarum*, 64: 353-369.
- LANDAIS, E., 1983. *Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte D'Ivoire.*, IEMVT. Maisons Alfort, pp. 759.
- LANDAIS, E., 1985. Population, élevage bovin et agriculture : Aspect de l'évolution récente de l'occupation et de la gestion de l'espace rural dans les systèmes agro-pastoraux du Nord de la Côte d'Ivoire. *Cahiers de la Recherche Développement* : 1-10
- LANDAIS E. 1994. Systèmes d'élevage. D'une intuition holiste à une méthode de recherche, le cheminement d'un concept. *Dynamique des systèmes agraires. A la croisée des parcours : pasteurs, éleveurs, cultivateur* ». C.B PAMARD, J. BOUTRAIS (eds). ORSTOM : 15-49
- LANDAIS, E., 1990. Sur les doctrines de vétérinaires coloniaux en Afrique noire. *Cahiers de sciences humaines*: 26,(1-2): 33-71.
- LANDAIS, E., 1998. Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social. *Le courrier de l'Environnement de l'INRA n°33* :
- LANDAIS, E., P. LHOSTE, 1990. L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain. *Cahiers des Sciences Humaines-vol:26:n°1-2*
- LAURENT, J., 1998. *Dynamique de l'espace pastoral dans le terroir de Ouangolodougou. Province de la Comoé. Burkina Faso*. Mémoire de maîtrise Génie de l'Environnement., Paris, Univ. Paris VII, pp. 53.
- LE BRIS, F., E., LE ROY, et al., Eds., 1991. *L'appropriation de la terre en Afrique tropicale*. Paris, Karthala, 356.
- LE BRIS, E., P. LE ROY, et al., 1991. *L'appropriation de la terre en Afrique noire. Manuel d'analyse, de décisions et de gestion foncières.*, Karthala. Paris, pp. 353.
- LE FLOC'H E., DEMBELE F., YOSSE A., 1999. Succession et diversité floristique des jeunes jachères : influence du feu et du pâturage (zone soudanienne-nord du Mali. FLORET Ch., PONTANIER R. (eds). *La jachère en Afrique tropicale : rôle, Aménagement, alternance* » John Libbey Eurotext, Paris Vol.415-421
- LEAD, 2003. <http://Lead-fr.virtual.org/&main.asp>,.
- LECLERC, B. & E. LECRIVAIN, 1979. *Etude du comportement d'ovins domestiques en élevage extensif sur le Causse du Larzac*. Thèse de spécialité, Rennes, pp. 165.
- LECLERC-THOUIN, O., 1835. *La maison rustique du XIX° siècle*. B. d. MERLIEUX. Paris
- LECRIVAIN, E., A. LEROY, et al., 1993. Les formes de troupeau au pâturage - génèse et diversité. *Pratiques d'élevage extensif*. E. LANDAIS : 237-263.
- LEPART J. & ESCARE J., 1983. La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. *Bulletin d'écologie*, 14 (3) : 133-178

- LERICOLLAIS, A. & A. FAYE, 1994. Des troupeaux sans pâturage en pays Serer Sénégal. *A la croisée des parcours - pasteurs, éleveurs, cultivateurs*. C. BLANC-PAMARD & J. BOUTRAIS . 165-196.
- LHOSTE, P., 1987. *L'association agriculture élevage*. Evolution du système agro-pastoral au Sine Saloum (Sénégal), IEMVT. Maisons Alfort, pp.
- LHOSTE, P. & B. TOUTAIN, 1993. *Etude de la reproductibilité des systèmes de production à forte composante élevage en milieu amazonien*, Cirad-Emvt. Montpellier, pp. 6.
- LIEHOUN-BOTONI, E. & NANEMA., 2000. Etude de la dispersion des troupeaux dans le département de Mangodara. Forum national sur la Recherche Scientifique et Technologique Mars-Avril 2000.
- LIEHOUN-BOTONI, E. & B. OUEDRAOGO, 2002. Evaluation des potentialités fourragères et de la capacité d'accueil de la zone de pâture de Tierkoura. Ouagadougou, INERA/GEPRENAF. Rapport final. Pp. 28
- LIEHOUN-BOTONI, E., J. POISSONET, *et al.*, 1994. *Evaluation des potentialités pastorales de la zone d'intervention du PNGT dans la Bougouriba*., Rapport final.
- LONG, G., 1974. *Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire - Principes généraux et méthodes*., Masson. Paris, pp. 252.
- LONG, G., 1975. *Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire - Applications au diagnostic phytoécologique*., Masson. Paris, pp. 222.
- LOUPPE, L., N. OUATTARA, *et al.*, 2001. Influence de trois ruminants domestiques sur la dynamique de la végétation des jachères (Nord de la Côte d'Ivoire. *La jachère en Afrique tropicale*. C. FLORET & R. PONTANIER, Paris, John Libbey Eurotex . 524-533.
- MAC ARTHUR, R. & O. WILSON, 1967. *The theory of island biogeography*., University press. Princeton, pp. 203.
- MANDRET, G., 1999. Elevage et insularité dans l'océan indien - notion de capacité de charge insulaire. *International journal of Island affairs*, p.13-18 **(NS)** .
- MARCHAL, M., 1983. Les paysages agraires de Haute-Volta. Analyse structurale par la méthode graphique. *Atlas des structures agraires au Sud du Sahara*. Paris, ORSTOM. 18 : 115.
- MATHIEU, P., 1994. Mouvements de populations et transformations agricoles - le cas du sud- ouest du Burkina Faso. *Cahiers du CIDEP* 20: 17-40.
- MEURET, M., 1989. *Feuillages, Fromages et flux ingérés*. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques, Grenoble, pp. 229.
- MEURET, M. & P. THINON, 1993. La maîtrise de l'utilisation de l'espace pâturé vue à travers un Système d'information Géographique. *Pratiques d'élevage extensif*. E. LANDAIS : 217-236.
- MICHEL, J. F., 1999. *Dénombrement d'animaux domestiques, information géographique et statistiques spatiales sur un cas expérimental*. DEA, Lyon, Université Lyon I, pp. 30.
- MILLEVILLE P., 2000. Transitions agraires et dynamiques écologiques. Présentation détaillée du projet scientifique. IRD, pp. 52
- MITJA, 1992. *Influence de la culture itinérante sur la végétation d'une savane humide de Côte d'Ivoire (Booro-Borotou-Touba)*. doctorat en sciences, Paris, Pierre et Marie Curie, pp. 276.
- MONESTIEZ, P., 1996. *Modélisation spatio-temporelle. Etude des phénomènes spatiaux en Agriculture*, la Rochelle (France), 6-8 décembre 1995. Paris, RQRA Edition, Les Colloques, 78: 173-174.
- MUELLER-DUMBOIS, H. & H. ELLENBERG, 1974. *Aims & methods of vegetation ecology*., Wiley J & sons. New York, pp. 547.
- MONNIER, Y., 1981. La poussière et la cendre. Paysages, dynamique des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest. ACCT, Paris, 248 p.
- MOULIN, C. 1993. Le concept de fonctionnement de troupeau. Diversité des pratiques et variabilité des performances animales dans un système agropastoral sahélien. *Pratiques d'élevage extensif*. Identifier, modéliser, évaluer. LANDAIS E. & BALENT G. (eds) : p.73-93
- NYUIADZI, K. J., 1979. *L'étude du pâturage naturel en zone tropicale (Samorigouan, Haute- Volta)*., IEMVT. Maisons Alfort, pp. 112.
- OUEDRAOGO, D. & 1997, *Analyse économique de l'impact des variations des actifs naturels sur les performances des éleveurs dans l'Est du Burkina*. Mémoire de DEA, Ouagadougou, pp. 98.
- OUEDRAOGO H. MG., 2000. Plan d'action et programme d'investissement pour le secteur élevage au Burkina Faso. Le cadre juridique : axes d'élaboration du code pastoral. Ministère des ressources animales/FAO/PNUD
- PAVILLARD, J., 1935. *Eléments de sociologie végétale (Phytosociologie)*., Hermann. Paris, pp. 102.

- PETIT, S., 2000. *Environnement, conduite des troupeaux et usage de l'arbre chez les agropasteurs peuls de l'ouest burkinabé*. Géographie, Orléans, pp. 676.
- PEYRE de FABREGUE B. 2001. Les grandes étapes de l'élevage en zone pastorale au Niger et leur conséquences majeures. *Elevage et gestion des parcours au Sahel, implications pour le développement*. E. TIELKES, E. SCHLECHT, P. HIERNAUX (eds) : p 3:18
- POILECOT, P. 1991. *Un écosystème de savane soudanienne :le parc national de la Comoé* (Côte d'Ivoire). Note technique du MAB2, UNESCO/PNUDMAB, Paris, pp. 346
- POILECOT, P., 1995. *Les Poaceae de Côte d'Ivoire - Manuel illustré d'identification des espèces.*, Conservatoire et jardin botaniques. Genève, pp. 733.
- POILECOT, P. & P. DAGET, 2002. *Contribution du service des herbiers du Cirad à l'étude de la biodiversité végétale.*, Cirad-Emvt. Montpellier, pp. 16.
- POISSONET, J., 1968. *Essai d'approche quantitative de l'interprétation des thèmes cartographiques de la végétation et de son écologie en Sologne*. Docteur-ingénieur, Montpellier, Fac. Sci., pp. 171.
- POISSONET, J., I. TOURE, et al., 1985. *Aide mémoire méthodologique pour l'étude des pâturages sahéliens.*, FAPIS. Dakar, pp. 23.
- REY, H 1999. Apport et contraintes de la notion de capacité de charge au développement insulaire. Dans une logique de développement intégré et durable : quelques pistes méthodologiques. *International journal of Island affaires* p.19-23. (NS)
- RICHARD, D., B. POUYE, et al., 1992. Estimation des surfaces utilisées au pâturage par les ruminants dans une zone agropastorale soudanienne (Moyenne Casamance - Sénégal). *Approche globale des systèmes d'élevage et étude de leur niveau d'organisation : Concepts, méthodes et résultats*. A. GIBON & G. MATHERON. Luxembourg, Office des publications des Communautés européennes : 333 -339.
- RICHARD, J., 1989. *Le paysage, un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux.*, Orstom. Paris, pp. 210.
- RIPPSTEIN, G., 1986. *Etude sur la végétation de l'Adamaoua - Evolution, conservation, régénération et amélioration d'un écosystème pâturé au Cameroun.*, IEMVT. Maisons Alfort, pp. 379.
- ROUGERIE G., N. BEROUTCHACHVILI, 1991. *Géosystèmes et paysages : bilan et méthodes*. Armand colin Paris : pp. 302
- SAIDI, M., 1998. *Evolution d'une pelouse post-ovine sous l'effet du pâturage du cheval de Przewalski (Causse Méjan-Lozère)*. Doctorat, Montpellier, Paul Valéry-Montpellier, pp. 332.
- SANOU, S., 1999. Le volet foncier du projet d'appui aux éleveurs. Bilan et perspectives. *Communication à la journée d'échange sur les expériences du PAEISNV. Bobo Dioulasso* -. 11.
- SANON H, LIEHOUN E, NIANOGO A.J., ZOUNGRANA I, 1997. Dynamique des aires pâturées au Burkina Faso. Communication présentée au Comité technique Elevage. Ouagadougou
- SAVINI, I., E. LANDAIS, et al., 1993. L'organisation de l'espace pastoral des Concepts et des représentations construits à dire d'expert dans une perspective de modélisation. *Pratiques d'élevage extensif*. E. LANDAIS : 137-160.
- SCHNELL, R., 1976. *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux - les flores et la végétation de l'Afrique tropicale (1ère partie).*, Gauthier-Villars. Paris, pp. 459.
- SERE C., STEINFELD H., 1996. Word livestock production system : Current statut, issues and trends. *Animal production and health*. Paper N°127 FAO, Rome
- SHANNON, C. & W. WEAVER, 1948. The mathematical theory of communication. Illinois, Urbana Univ. Press . 117-127.
- STEINFELD H., C. DE HAAN, H. HARVEY, 1999. Interactions entre l'élevage et l'environnement : problématiques et propositions. FAO , Rome : pp. 56
- TAUXIER, L., 193 1. Les Dorhosié et Dorhosié-Finng du cercle de Bobo Dioulasso (Soudan Français). *Journal de la société des africanistes*. 1 : 61 -110.
- THEBAUD, B. & D. OHAI, 1988. *Elevage et développement du Niger - Quel avenir pour les éleveurs du Sahel ? Réflexions sur les causes de la crise pastorale à partir de la situation de l'élevage dans l'Est du Niger.*, BIT. Genève, pp. 161.
- THURIET, T., 1985. Contribution à l'étude des systèmes d'élevage dans le Yatenga (Burkina Faso). Cas du village de Sabouna. *Documents systèmes agraires*, 4: 205-21 1.
- TOURE, S. M., 1991. Le nomadisme et le pastoralisme face à la sauvegarde du patrimoine naturel. *Journées d'étude Intensification agricole et Environnement en Milieu tropical (Bruxelles, 5-6 juin*

- 1990). D. R. & R. SYMOENS. Bruxelles, Centre technique de Coopération agricole et rural (CTA) Académie royale des Sciences d'Outre-Mer . 49-70.
- TOURRAND, J. F., 2000. *L'élevage dans la révolution agricole du Waalo -Ruptures et continuité.*, Cirad-Emvt. Montpellier, pp. 165.
- TOUTAIN, B., 1974. *Implantation d'un ranch d'embouche en Haute Volta. Région de Léo. Etude agrostologique préalable.*, IEMVT. Maisons Alfort, pp. 195.
- TOUTAIN, B., 1979. *Premier ranch collectif de Samorogouan (Haute-Volta). Etude agrostologique.*, IEMVT. Maisons Alfort, pp. 121.
- TOUTAIN, B., 1979. *Projet Amélioration de l'Elevage traditionnel dans l'ORD de la Comoé. Zone pastorale de Daramandougou (Haute-Volta).*, IEMVT. Maisons Alfort, pp. 82 + carte.
- TOUTAIN, B., 1999. Dynamique de la végétation et évolution des écosystèmes pâturés au sahel. *The Sahel. Nature & society researchers political dimensions of the implementation process Danida's regional activities.* L. A.M., R. A. & NIELSEN. Copenhagen - 1 - 11.
- TOUTAIN, B., R. DUMAS, et al., 1978. *Zone pastorale d'accueil de Sidéradougou (Haute-Volta). Etude préliminaire.*, IEMVT. Maisons Alfort, pp. 191.
- TROCHAIN, J., 1940. *Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal.*, Lie Larose. Paris, pp. 530.
- VISSAC, B., 1994. Pasteurs, éleveurs cultivateurs. *Dynamique des systèmes agraires à la croisée des parcours.* C. PAMARD & J. BOUTRAIS, ORSTOM. Colloques et séminaires . 81-108.
- WHITE, F., 1983. *The vegetation of africa.*, Unesco. Paris
- WHITTAKER, R.H. 1953. A consideration of climax theory: the climax as a population and pattern. *Ecol. Monogr.* 23:41-78.
- WHITTAKER, R.H, 1972. *Evolution & measurement of species diversity.* *Taxon*, 2, 213-25 1.
- WINROCK INTERNATIONAL , 1992 . Assessment of animal agriculture in Sub-Saharan Africa- VII- 162 p.
- ZOUNDI, J. S., 1994. *Complémentation stratégiques et croissance compensatrice chez les ovins évoluant sur parcours naturels.* Thèse, Ouagadougou, pp. 25.
- ZOUNGRANA, I., 1991. *Recherche sur les aires pâturées au Burkina Faso.* Doctorat d'Etat, Bordeaux, pp. 277.

ANNEXES

ANNEXE 1

Tableau 1 : Dictionnaire des variables (Figure 11) p. 80

Nom variable	Libellés	Modalités
Variables du milieu		
Terroir	Terroir	Terroir1 : Ouara Terroir2 : Torokoro
Variables descriptives de l'unité de famille		
Ethnie	Eth	Eth1 : Doghosé Eth2 : Mossi Eth3 : Peul Eth4 : Autres
Age du chef d'exploitation	Age	Age1 : 35-45 Age2 : 45-60 Age3 : plus de 60 ans
Nombre d'années d'installation dans le village	Inst	Inst1 : 2-11ans Inst2 : 11-25 ans Inst3 : 25-86 ans Inst4 : autochtones
Activités extra- agricole	Act	Act1 = oui Act2 = non
Nombre d'actifs	Actif	Actif1 : 1-5 Actif2 : 5-10 Actif3 : plus de 10 actifs
Nombre de troupeau	Ntp	Ntp1 : 1 troupeau Ntp2 : plus d'un troupeau
Nombre de propriétaires	Npro	Npro1 : 1 propriétaire Npro2 : 2 propriétaires Npro3 : Plus de 2 propriétaires
Type de berger	Typberg	Typberg1 : Familial Typberg2 : Salarie Typberg3 : Pas de bovins d'élevage
Variables descriptives du troupeau		
Taille du troupeau bovin	Bov	Bov1 : 1-10 têtes Bov2 : 10-30 têtes Bov3 : Plus de 30
Race dominante	Race	Race1 = Zébus Race2 = Taurin Race3 = Métis
<i>Variables descriptives des déplacements</i>		
Transhumance saison de pluie	TSP	TSP1 : Oui TSP2 : non TSP3 : Pas de bovins d'élevage
Transhumance saison sèche	TSS	TSS1 : Oui TSS2 : Non TSS3 : Pas de bovins d'élevage
<i>Variables descriptives des pratiques d'alimentation</i>		
Stockage de résidus de culture	RC	RC1 = oui RC2 = non
Utilisation de sous produits agro-industriel	SPAI	SPAI1 = oui SPAI = non
<i>Variables descriptives du foncier</i>		
Possibilité de jachères	Jach	Jach1 = oui Jach2 = non

ANNEXE 2

Tableau 2 : Dictionnaire des variables (figures 32, 33 et 34) pg 190

Variables	Modalités	Poids à Ouara	Poids à Torokoro
Terroir	Terroir1=Ouara	48	0
	Terroir2= Torokoro	0	37
Modalités déplacements			
Transhumance saison de pluie	TSP1 = Oui	10	5
	TSP2= non	38	32
Transhumance saison sèche	TSS1 =Oui	20	7
	TSS2=non	28	30
Variables de l'exploitation			
Ethnie	ETH1= Dogossé	0	12
	ETH2= Mossi	28	15
	ETH3= Peul	10	6
	ETH4= Autres	10	4
Age chef d'exploitation	Age1 =25-40 ans	4	8
	Age2= 40-60 ans	20	21
	Age3= + de 60 ans	24	8
Nombre de ménage	MEN1 = 1 ménage	12	12
	MEN2 = 2-3	28	14
	MEN3 = + de 3	8	11
Mains d'œuvre familiale	MOF1= 1-10	18	29
	MOF2 =10-20	20	8
	MOF3 =+20	13	0
Statut matrimonial fils (fils mariés)	FILSM1 : Aucun	16	20
	FILM2 : 1 à 2	17	13
	FILM3 : +de 2	14	4
Activités non agricole	AACT1=oui	8	15
	AACT2=non	40	22
Expérience -élevage	Exp1 : nouveaux (5-10ans)	13	23
	Exp2 : grande expérience (10-30ans)	26	7
	Exp3 : De naissance	9	7
Revenu	REV1= Coton	21	7
	REV2 = élevage	18	9
	REV3= igname	0	13
	Rev4= autres	5	8
Statut berger	Typb1= Familial	23	16
	Typb2= salarié	25	21
Variables troupeaux			
Nombre de troupeau	NT1 = 1 troupeau	41	30
	NT2 = + d'un troupeau	7	11
Race bovine dominante	Zébu =1	29	12
	Taurin=2	2	11
	Métis=3	12	14
Taille troupeau bovin	BOV1 = 10-30 têtes	18	17
	BOV2 =30-50 têtes	20	4
	Bov3 =+de 50 têtes	10	16
Nombre de propriétaires du troupeau	NP1 = 1 propriétaire	36	26
	NP2 = + d'un propriétaire	12	11
Variables pratiques fourragère			
Stockage de foin	Stokfoin1 =Oui	38	12
	Stokfoin2 = non	10	25
Achat sous produits	SPAI1 =Oui	24	3
	SPAI2 = Non	24	34
Variable foncier			
Jachère	Jac1 =oui	28	32
	Jac2=non	20	5
Réserve foncière	Reserfon1 =Oui	29	30
	Reserfon2 = non	19	7
Immigration dans le terroir	Inst1 =5-10ans	5	15
	Inst2 = 10-25	27	10
	Inst3= + 25 ans	16	0
	Inst4 = autochtone	0	12

ANNEXE 3

Tableau 3 : Contribution spécifique des herbacées dans les forêts claires

	ZASP de Torokoro			ZP Tierkoura		FC Kofflandé	
	T1FC	T2FC	T3FC	ZPFC1	ZPFC2	KFC1	KFC2
Graminées vivaces							
<i>Hyparrhenia subplumosa</i>	26.92	0.79	70.54	17.06	19.26	37.5	46.25
<i>Hyparrhenia smithiana</i>						10	11.25
<i>Hyparrhenia sp3</i>							3
<i>Monocymbium cerisiforme</i>	22.12					1	15
Andropogon ascinodis	17.31	48.03	16.07	51.18	64.44	18.75	1.54
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	8.65	22.05	11.61		0.74	13.75	7.75
<i>Andropogon schirensis</i>	3.85	18.90					
<i>Urelytrum annuum</i>		7.09		15.88	0.74		
<i>Loudetia simplex</i>	1.00	0.79					
<i>Ctenium newtonii</i>				1.18			
Total graminées vivaces	79.85	97.64	98.22	85.29	85.19	81.00	84.79
Graminées annuelles							
<i>Digitaria horizontalis</i>	6.73						1.54
<i>Sorghastrum bipenatum</i>				2.94			
<i>Digitaria gayana</i>						1.83	
Total graminées annuelles	6.73			2.94		1.83	1.54
Herbacées diverses							
<i>Spermacoce radiata</i>	1.92						
<i>Spermacoce stachydea</i>						1.83	1.54
<i>Tephrosia sp</i>	1.92					2.55	1.54
<i>Indigofera sp</i>	1.92						
<i>Phorbe 1</i>			1.79			1.83	1.54
<i>Aneilma sp</i>				0.59			
<i>Aspilia sp</i>						1.83	1.54
<i>Cassia mimosoides</i>				0.59			
<i>Vigna ambassencis</i>						1.83	1.54
<i>Lepidakatis anobrya</i>						1.83	1.25
<i>Inconnu (Moncehma)</i>						1.83	1.54
Total herbacées diverses	5.77		1.79	1.18		13.53	10.49
Graminoïdes							
<i>Fimbristylis sp2</i>	4.81			4.12	4.44		
<i>Fimbristylis sp1</i>	3.85			0.59			
<i>Scleria bulbufera</i>		2.36		2.94	0.74	1.83	1.54
<i>Cyperus sp</i>				2.94	9.63	1.83	1.54
Total graminoides	8.65	2.36		10.59	14.81	3.66	3.08
Sol nu							

ANNEXE 4

Tableau 4 : Contributions spécifiques des herbacées dans les savanes arbustives à *Detarium microcarpum*

	ZASP Torokoro		ZASP Ouara			ZP
	Tdet1	Tdet2	WP1	WP2	WP3	Zpdet
Graminées vivaces						
<i>Andropogon ascinodis</i>		71.17	27.00	1.30		48.13
<i>Andropogon gayanus</i>	5.10			11.04	1.48	
<i>Brachiaria jubata</i>	52.87					
<i>Elionurus pobeguinii</i>				22.08	16.75	
<i>Hyparrhenia sp</i>		14.41				25.63
<i>Monocymbium cerisiiforme</i>			4.33	1.95	0.99	
<i>Panicum phragmitoides</i>				6.49	7.88	
<i>Schizachyrium sanguineum</i>		3.60	0.67		24.14	10.00
<i>Andropogon schirensis</i>						15.63
Total graminées vivaces	57.97	89.19	32.00	42.86	51.23	99.38
Graminées annuelles						
<i>Digitaria horizontalis</i>		1.80	30.00	1.30	0.99	
<i>Digitaria gayana</i>					1.48	
<i>Eragrostis tenella</i>	1.00		0.33	0.65	6.90	
<i>Hackelochloa granularis</i>		1.80	0.67	0.65	0.49	
<i>Microchloa indica</i>			9.33	35.06	10.84	
<i>Pennisetum pedicellatum</i>			1.67	1.30		
<i>Rottboelia exaltata</i>						0.63
<i>Schizachyrium platyphyllum</i>				0.65		
<i>Tripogon minimus</i>			3.33			
Total graminées annuelles	1	3.60	45.33	39.61	20.69	0.63
Herbacées diverses						
<i>Biophytum petersianum</i>					0.99	
<i>Spermacocce radiatia</i>			3.00		0.99	
<i>Spermacocce stachydea</i>	1.27		0.33	1.30	3.94	
<i>Cassia mimosoides</i>			1.67	0.65		
<i>Crotalaria macrocalyx</i>			0.67			
<i>Monechma ciliatum</i>	1.27					
<i>Fadogia agrestis</i>			0.33			
<i>Indigofera sp</i>				0.65		
<i>Kaempheria aethiopica</i>			0.33	1.95		
<i>Monechma ciliatum</i>			1.33	3.90	0.49	
Indéterminé	28.03					
<i>Sida stipulata</i>			0.33			
<i>Spermacocce octodon</i>				0.65		
<i>Tephrosia sp</i>	1.91		9.00	0.65	20.20	
<i>Vernonia pauciflora</i>			0.33	4.55	0.49	
<i>Vigna ambacensis</i>	2.55		4.33			
Total herbacées diverses	2.55	0.00	21.67	14.29	27.09	0.00
Graminoïdes						
<i>Fimbristylis sp</i>			1.00		0.49	
Sol nu	7.01	7.21		3.25	0.49	

ANNEXE 6a

Synthèse des caractéristiques des profils des stations de Ouara

(WP1, WP2, WP3, WP4)

N° de profil	Profondeur (cm)	Couleur en humide	Tâches	Texture ¹	Teneur en éléments grossiers	Structure ²	Remarques
WP1 Et WP4	0-15	Brun à brun foncé (7,5R4/4)	-	SL	15-20% de graviers Fe	m	Activité biologique et enracinement limités à 32cm
	15-32	Rouge jaunâtre (5YR4/6)	-	AS	10% de graviers et conc. Fe	m	
	32-51	Rouge (2,5YR4/8)	-	AS	50%de graviers Fe	m	
WP2	0-12	Brun rougeâtre (5/R4/3)	-	SL	7-10% de graviers Fe	m	Activité biologique bien marquée ; Enracinement très limité à 32cmm
	12-32	Horizon gravillonnaire					
	32-45	Carapace creusée					
WP3	0-19	Brun grisâtre très foncé (10YR3/2)	-	SL	7-10% de graviers Fe	m	Activité biologique bien marquée ; Enracinement très limité à 34cmm
	19-34	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble brune (7,5YR5/4)					
	34-48	Carapace creusée					
¹ . SL : Sable Limon ; AS : Argile Sable ; G : Gravier							
² . m : massive ; 1psgm : faiblement développée (1) en éléments polyédriques sub-angulaires (ps) grossiers et moyens (gm)							

ANNEXE 6b

Synthèse des caractéristiques des profils des stations de Torokoro

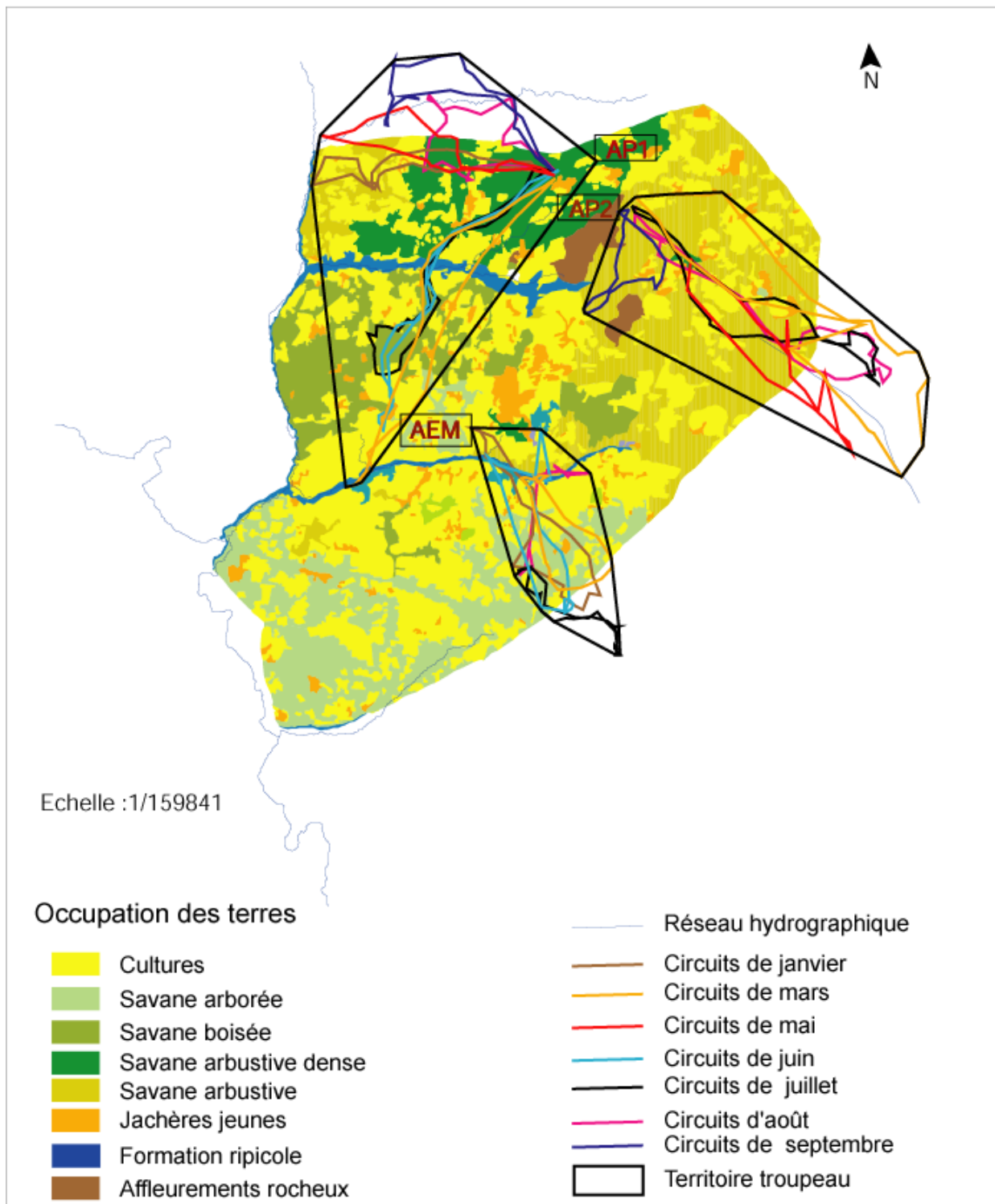
Tableau 1 : Caractéristiques du profils pédologique dans les domaines de O.D

	Profondeur (cm)	Couleur en humide	Tâches	Texture ¹	Teneur en éléments grossiers	Structure ²	Remarques
Sols sous forêt claire	0-10	Brun à brun foncé (10/R4/3)	-	SL	7-10% graviers Fe	m	Enracinement pratiquement limité à 37cm
	10-37	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble rouge jaunâtre (5YR5/6) ; terre fine texture SL ; massif.					
	37-90	Rouge (2,5YR4/8)	-	AS	30%	m à 1psmg	Activité biologique bien marquée
	90-125	Rouge (2,5YR4/8)	7-10% brun très pâle (10YR7/4)	AS	20% graviers et conc. Fe	m à 1psmg	
¹ . SL : Sable Limon ; AS : Argile Sable ; G : Graviers							
² . m : massive ; 1psgm : faiblement développée (1) en éléments polyédriques sub-angulaires (ps) grossiers et moyens (gm)							

Tableau 2 : Caractéristiques des profils pédologiques dans le domaine de O.M

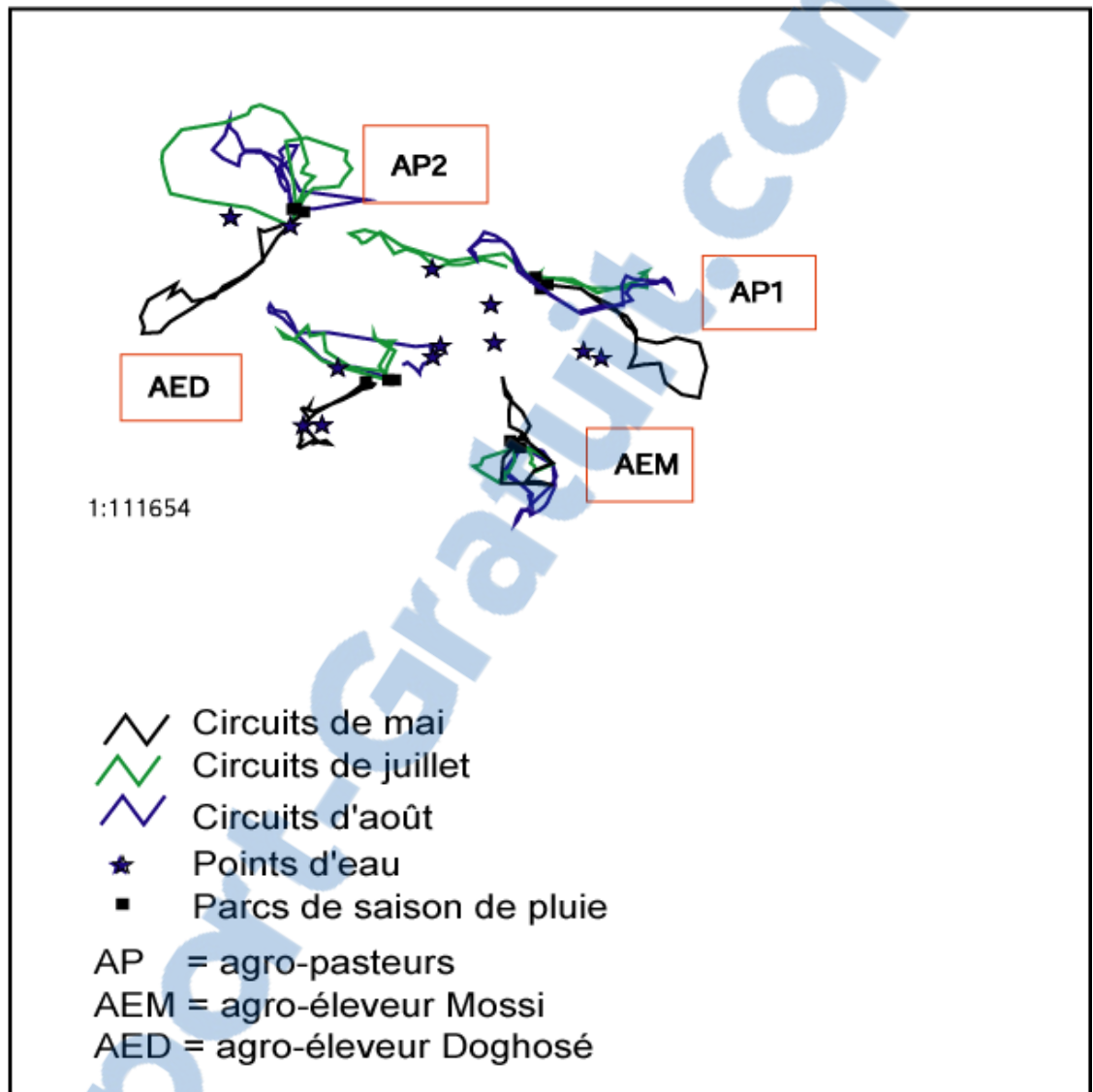
	Profondeur (cm)	Couleur en humide	Tâches	Texture ¹	Teneur en éléments grossiers	Structure ²	Remarques
	0-11	Gris rougeâtre foncé (5Y4/2)	-	SL	5% graviers Fe	m	Activité biologique bien marquée
	11-32	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble rouge jaunâtre, (5YR4/6) ; terre fine AS ; massif					
	32-79	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble rouge jaunâtre (5YR4/6); terre fine AS ; massif					
	79-120	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble rouge(2,5YR4/6), terre fine AS ; 20-30% de tâches brun très pâle (10YR7/4)					Enracinement pratiquement limité à 79cm
	13-31	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble brun rougeâtre (5YR4/4) ; terre fine AS ; massif					
	31-85	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble rouge jaunâtre (5YR4/6), terre fine AS ; 10% de tâches brun clair (7,5YR4/6)					
	85-110	Horizon gravillonnaire de couleur d'ensemble rouge jaunâtre (5YR4/6), terre fine AS ; 20% de tâches brun clair (7,5YR4/6)					
¹ . SL : Sable Limon ; AS : Argile Sable ; G : Graviers							
² . m : massive ; 1psgm : faiblement développée (1) en éléments polyédriques sub-angulaires (ps) grossiers et moyens (gm)							

ANNEXE 7



Circuits de pâturage et territoires pastoraux (Ouara)

Annexe 8 a



Circuits de saison de pluie (Torokoro)