



CLCA-II Project
Traveling Workshop: Integrating Livestock in CLCA Project
July 1st to July 4th, 2019 – Tunisia

INTÉGRATION DE L'ÉLEVAGE EN AGRICULTURE DE CONSERVATION

Optimizing cereal stubble grazing by sheep

PR. NIZAR MOUJAHED ET HAGER GUESMI

Institut National Agronomique de Tunisie



SOMMAIRE

Introduction

Agriculture de conservation: Définitions et problématiques

Principes de l'agriculture de conservation

Intégration Elevage-agriculture de conservation

Optimisation des résidus de culture et du pâturage sur chaume dans le contexte de l'AC

Maitrise des différents paramètres d'optimisation (conditions CA**)**

Outils de gestion de chaume dans le contexte CA

Autres alternatives d'appuis

Conclusions

INTRODUCTION



Conservation Agriculture

**Développement de
l'agriculture**

**Exploitation
intensive des sols**

**Dans le but de
conserver le sol et
les ressources en
eau pour assurer la
durabilité de
l'agriculture**

**Meilleure gestion des
ressources naturelles et
de la production
agricole durable**

**Nécessiter de mettre
en place une
agriculture efficace,
rentable et durable**

**Altération de la
qualité des sols à
cause du labour**

AGRICULTURE DE CONSERVATION: DÉFINITION ET PROBLÉMATIQUE



Un travail minimal du sols

**Une couverture permanente
des sols**



Rotations/ associations culturales

Définitions et Problématiques

- L'agriculture de conservation est définie comme un système de production agricole qui vise à maintenir l'agro-écosystème, à préserver les ressources naturelles et à réduire les problèmes environnementaux (Hobbs et al., 2008; Kassam et al., 2009).

- Cette alternative repose sur trois principes: (i) une perturbation minimale du sol par le semi direct, (ii) une couverture permanente du sol (mulsh) et (iii) des rotations culturales et/ou des intégrations de légumineuses (FAO, 2012).

-- L'introduction des fourrages dans les rotations pour les systèmes culturaux devrait assurer des ressources diversifiées qui contribuent à la couverture des besoins alimentaires du cheptel, surtout les ruminants.

- Outre les intérêts agronomiques des légumineuses, cela peut constituer une façon d'intégration et de synergie avec l'élevage puisque les légumineuses fourragères contribuent à l'alimentation du cheptel aussi bien par la biomasse que par les graines que par leurs chaumes (**Travaux de Salah**).

- Et en général, l'intégration de l'élevage dans l'AC peut représenter plusieurs bénéfices comme la diversification des revenus, le recyclage des nutriments, des intérêts agronomiques liés aux rotations, l'épargne d'énergie et la protection de l'environnement causé par le l'élevage intensif et concentré (FAO, 2006).

INTÉGRATION ELEVAGE-AC



Le conflit ???



Intégration de l'élevage dans CA



Le conflit réside dans le fait que cette intégration semble incompatible avec l'objectif de maintenir un minimum ou un niveau suffisant de couvert végétal pour couvrir le sol :

La MO pour nourrir les animaux ou pour couvrir le sol??



Conflit et défi de l'intégration culture-élevage sous AC

Le conflit

En AC (SD), il est recommandé de conserver les résidus de récoltes (couverture du sol, matière organique)

Dans les systèmes d'élevage basés sur le pâturage: besoin des résidus comme ressources alimentaire aliments

Le défi

-Intégrer les cultures et l'élevage dans le système de CA tout en garantissant l'alimentation du bétail et une couverture du sol.

- Nécessité d'estimer la «quantité optimale de mulch» pouvant nourrir les animaux et couvrir la surface du sol en même temps, afin de garantir une productivité élevée (environnementale et socio-économique.)

Intégration culture-élevage en CA

Concurrence pour les résidus de récolte

Elevage_Culture

A. De conservation

-L'élevage: Composante essentielle, notamment régions arides et semi-arides et source de revenus importante

- L'intégration culture-élevage: diversification des revenus, permet le recyclage des éléments nutritifs et améliore la rotation des cultures (intérêt agronomique)

- Le mouvement des animaux permet le transfert de minéraux et de matière organique sur et entre les parcelles.

- L'intégration de l'élevage: amélioration de la stabilité économique des exploitations et pourrait les rendre moins dépendants de l'environnement socio-économique.

-L'adoption de l'AC et la nécessité de conserver les résidus de culture sur le sol constituent une contrainte pour le bétail

- La concurrence entre la CA et l'élevage doit être gérée de manière appropriée pour être compatible avec la pratique de l'agriculture de conservation **moyennant une optimisation.**

- Si le système de production privilégie une composante, les effets bénéfiques de la synergie sont perdus, ce qui peut nuire au système d'exploitation.

Possibilités d'Assurer la complémentarité

Alternatives de Conciliation!!!

- Intégration des cultures de couverture pouvant être utilisées pour protéger le sol et nourrir les animaux dans le cadre du plan de rotation culturale

Utilisation des produits dans des formules alimentaires pour les périodes de soudure et préserver la biomasse



- La réduction de la taille du troupeau ??? (calcul économique !!!),

- Concurrence sur les résidus de culture entre semis sous couvert végétal et élevage pose un problème majeur dans tous les systèmes d'exploitation, même pour les agriculteurs ne disposant pas de troupeaux

- Evaluation de la biomasse et détermination des parts respectifs du pâturage et de protection du sol

- La réservation, si possible, de parcelles fourragères permanentes pour le pâturage direct,
- La conservation du surplus de fourrage et la transhumance temporaire des animaux vers d'autres parcelles

**OPTIMISATION DES RÉSIDUS DE
CULTURE ET DU PÂTURAGE SUR
CHAUME DANS LE CONTEXTE DE L'AC**



Optimisation du pâturage sur chaumes et les résidus de culture dans le contexte de l'AC

Estimation Apports: biomasse introduite et biomasse restante, selon le sol, le climat et le système de culture sans endommager la culture suivante ni créer de déséquilibre biologique et chimique

Optimisation

Estimation des Prélèvements: : Résidus de récolte pouvant rester sur le sol dans des conditions AC tout en préservant le système culture-élevage, (zones à traditions de pâturage sur chaumes)

Le défi

- En rapprochant les exigences des conditions AC et l'équilibre du système Culture_élevage, il est souvent possible d'intégrer l'élevage à l'AC sans nuire aux performances des animaux (**objectifs de la période estivale: entretien des animaux et/ou performances modérés**).

EXEMPLES de dispositifs d'Optimisation

Région	Dispositif	Auteur
Kenya (Ouest)	Adoption du dispositif: 72% de résidus de maïs consommé par les animaux et 22% sur le sol, 5% mélangé avec le fumier pour produire du composte	Castellanos-Navarrete et al. (2015)
Mexique (hautes terres centrales)	70 à 90% des résidus de récolte consommé par les animaux et 10 à 30% de résidus conservés sur sol comme Mulch	Beuchelt et al. (2015)
zones méditerranéennes semi-arides et sèches	Maintien de 30% de la couverture végétale sur sol, ce qui correspond à 0,5t/ha)	Dicky et al., 1985; British Columbia Ministère de l'Agriculture,



L'optimisation repose sur la mesure et l'estimation des biomasses en se plaçant à un niveau optimum entre le besoin en mulch et les besoins des animaux

Cas d'intégration culture-élevage sous l'AC (Système)

Régions	Culture	Animaux	Pratiques agricoles	Auteurs
Coteaux de Gascogne (Sud-ouest de la France dans le Piémont pyrénéen)	Herbe	Bovins de boucherie	Système mixte cultures-élevage dans lequel plus de 10% de la matière sèche fournie aux animaux provient de sous-produits de culture ou de chaume, ou plus de 10% de la valeur totale de la production provient d'activités autres que d'élevage.	Ryschawy et al., 2012
Tunisie	Orge	Agneaux	Pâturage des animaux sur chaumes de céréales (orge, blé..)	Moujahed et al., (2015)
Kenya occidental	Mais	Bovins	<ul style="list-style-type: none"> - Pâturage des animaux sur chaume de maïs - Adoption d'une stratégie basée sur l'utilisation de résidus de maïs pour nourrir les bovins, 22% restant sur le sol et 5% utilisés comme compost avec du fumier. 	Castellanos -Navarrete et al., (2015)

Cas d'intégration culture-élevage sous l'AC (Système)

Régions	Culture	Animaux	Pratiques agricoles	Auteurs
Hautes terres centrales du Mexique	Mais et orge	Bovin, ovin, caprin	<ul style="list-style-type: none"> - Pâturage sur chaume de maïs et orge - Adoption d'une stratégie basée sur l'utilisation de 70 à 95% de résidus de culture pour nourrir le bétail et seulement 10 à 30% de chaume maintenu sur le sol sous forme de mulch 	Beuchelt et al., (2015)
Syrie	<ul style="list-style-type: none"> - Orge intercalé avec Atriplex et salsola - Ervilia intercalé avec atriplex et salsola 	-----	<p>Optimisation de l'intégration culture-élevage dans le système CA</p> <p>Rotation orge et vesce intercalée entre atriplex et salsola</p>	Baqir et al., (2018)
Algérie (Sétif)	Blé tendre	Brebis Bovins	<ul style="list-style-type: none"> - Pâturage sous AC à différentes charges animales 	Masmodi, 2012
Brazil	Brachiaria spp	Beef cattle	<ul style="list-style-type: none"> - Pâturage sous AC 	Landers

Aspect quantitatifs: Maitrise des différents paramètres d'optimisation (conditions CA)



-Dynamique de la biomasse (quantité, composition chimique et botanique)
- Charge à l'ha, variation du poids



Durée de pâturage



Quelle charge, pour quelle durée pour une quantité de biomasse résiduelle ??



Les chaumes de céréales

-Tiges de céréales sur pieds qui restent après la coupe et moisson avec au début des proportions variable de feuille et d'épis

-Biomasse et composition botanique dépend de plusieurs facteurs: l'espèce, le rendement, la hauteur de coupe etc...

-Ressources alimentaires importantes, surtout pour les petits ruminants pour une durée moyenne de 2 mois- (considérations de conduite, mais aussi considérations sociales, relations entres membres de famille, voisins alliés etc..).

Composition chimique	Valeurs (%MS)
MS	93,3
MAT	3,4
NDF	78,5
ADF	51,7
ADL	8,7

Composition chimique de chaume d'orge pâturé par des brebis : valeur moyenne...
Avondo (2000)



Evolution de la composition botanique des chaumes

Etude 1: Moujahed et al.2015

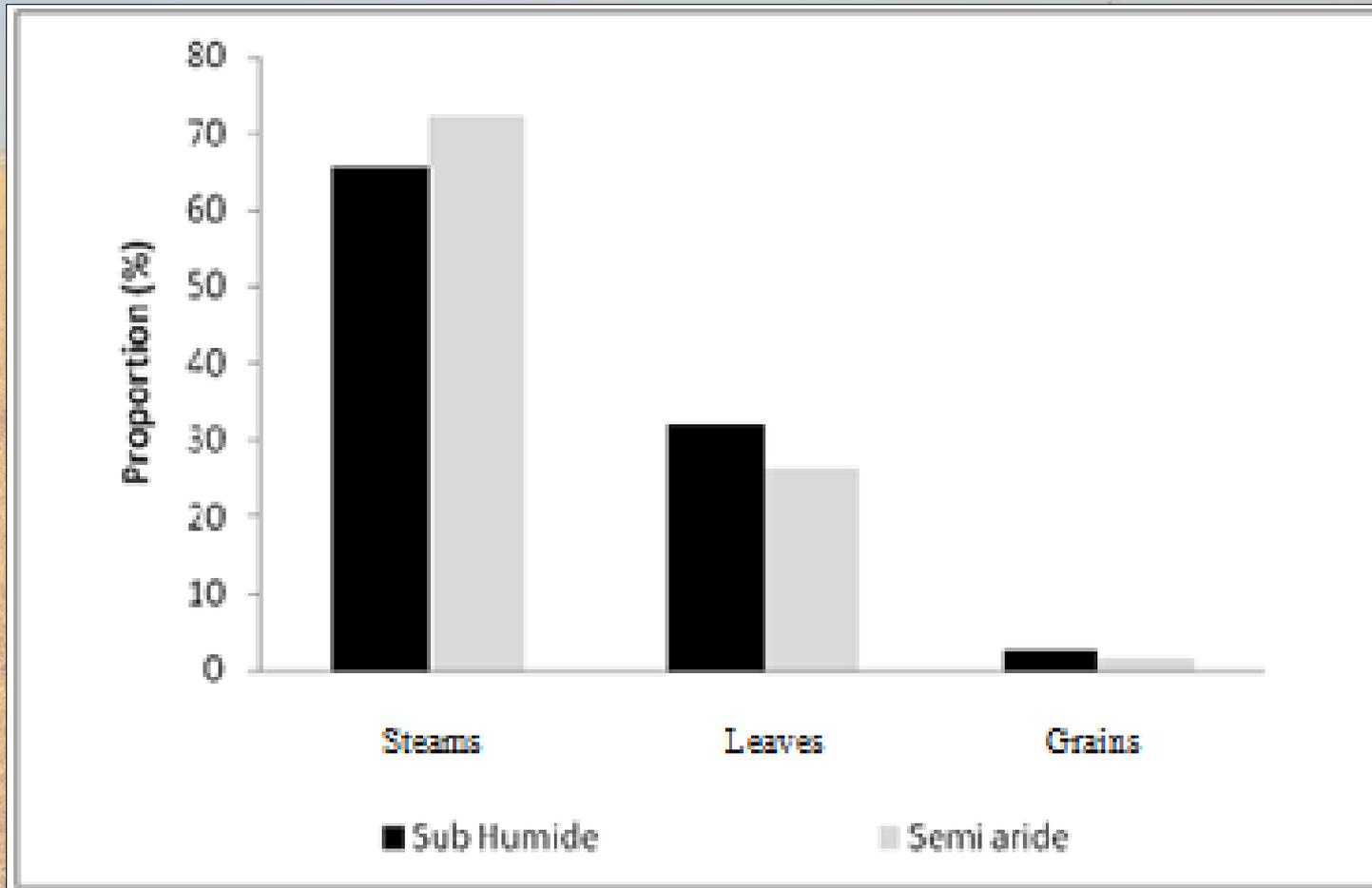
Variation	Composition botanique	S0	S14	SEM	Signification
SR15	Biomasse (kgMS/ha)	2204aA	2067bB	128.12	*
	Végétation (%)	6.7 aA	3.6 bA	0.9	NS
	Epis (%)	33.6 aA	35.2 aA	1.84	NS
	Tige(%)	33.3 aA	36.1 bA	1.32	NS
	Feuille(%)	26.8 aA	25.1 bA	1	
SR30	Biomasse (kgMS/ha)	2404 aA	1826.5 aA	132.7	*
	Végétation (%)	5.7 aA	8.4 aA	0.99	NS
	Epis (%)	34.2 aA	26.6 aB	2.26	*
	Tige(%)	31.9 aB	39.7 abA	1.71	*
	Feuille(%)	28.1 aA	25.2 bA	0.92	NS

-En général, depuis le début du pâturage, les animaux exercent une sorte de tri en fonction de la valeur alimentaire et la digestibilité des composantes botaniques, donc on note une diminution des proportions des épis et des feuilles, parallèlement avec une augmentation de celle des tiges.

-Pour la végétation, c'est variable avec les espèces botaniques.

Composition botanique des chaumes

Etude 2: Ben Said et al. 2011 (en condition CA)



Dynamique de la valeur alimentaire des chaumes

- Ressource à valeur alimentaire variable...en régression en fonction de la période de pâturage...

(Chaumes du blé en sub-humide et de l'orge en semi-aride, en semi directe, Ben Said et al. 2011)

Zone d'étude	Composition chimique	Période de pâturage			
		Juin	Juillet	Août	Septembre
Sub-humide	MS	90,27	90,86	90,79	89,59
	MM	16,28	13,17	11,65	9,75
	CB	43,54	45,02	47,01	50,77
	MAT	7,87	5,00	4,02	2,87
Semi-aride	MS	91,36	90,65	90,92	90,34
	MM	14,80	11,24	9,16	7,75
	CB	47,62	48,89	50,62	53,19
	MAT	5,83	4,02	2,83	2,17

Dynamique de la valeur alimentaire des chaumes

Variation	Composition chimique	S0	S14	ESM	Signification
SR15	MS (%)	91.4 Aa	92.1 aA	1.9	NS
	MM (%)	7.7 aA	7.4 aA	0.16	NS
	MAT (%)	4.6 aA	4.5 aA	0.12	NS
	ADF (%)	45.3 aA	47.9 aB	0.81	*
SR30	MS (%)	92.7 aA	93.6 aA	2.1	NS
	MM (%)	8.1 bA	7.5 aA	0.27	NS
	MAT (%)	5.3 bA	4.3 aB	0.17	*
	ADF (%)	46.6 bA	48.7 aB	0.97	*

(Moujahed et al,2015)

- Tendance à la régression pas très nette car ce sont les deux premières semaines, la biomasse est encore riche en épis (grains) et en feuilles.

Différences entre espèces de céréales

Types de ressources	Composition chimique (% MS)		
	MM	MAT	CB
Chaume d'orge	5,89±1,54	4,59±0,56	37,52±4,68
Chaume de blé	4,94±0,54	3,48±0,79	41,01±3,53

Tedjari et al. 2008

- Ils existent des différences entre espèces de céréales, en général Avoine>Orge>blé..ces différences ne sont pas aussi évidentes au début de pâturage à cause de la présence des épis.

Evolution de la composition chimique des chaumes

- Pâturage sur chaume de blé dur

- 30 brebis/ha, de race locale "Ouled Djellal", analyse tous les 8 jours

Composition chimique	Mesures tous les 8 jours						
	0	1	2	3	4	5	6
MS	92,2±0,5 ^a	91,9±1,4 ^a	91,2±0,8 ^a	91,6±0,4 ^a	91,2±1,0 ^a	92,2±0,6 ^a	91,1±1,1 ^a
MO	91,1±1,2 ^a	91,9±1,5 ^a	92,0±0,6 ^a	90,7±0,7 ^a	91,3±1,1 ^a	91,2±1,3 ^a	89,4±1,2 ^a
CB	44,5±1,2 ^a	45,7±0,8 ^a	46,5±1,6 ^a	46,7±1,4 ^a	46,7±1,3 ^a	46,5±0,6 ^a	47,9±1,0 ^a
MAT	4,7±0,3 ^a	4,3±0,5 ^a	3,4±0,3 ^b	3,0±0,4 ^b	2,6±0,4 ^c	2,4±0,2 ^d	2,2±0,2 ^d

Tableau IV : Digestibilité des chaumes en fonction du passage des brebis

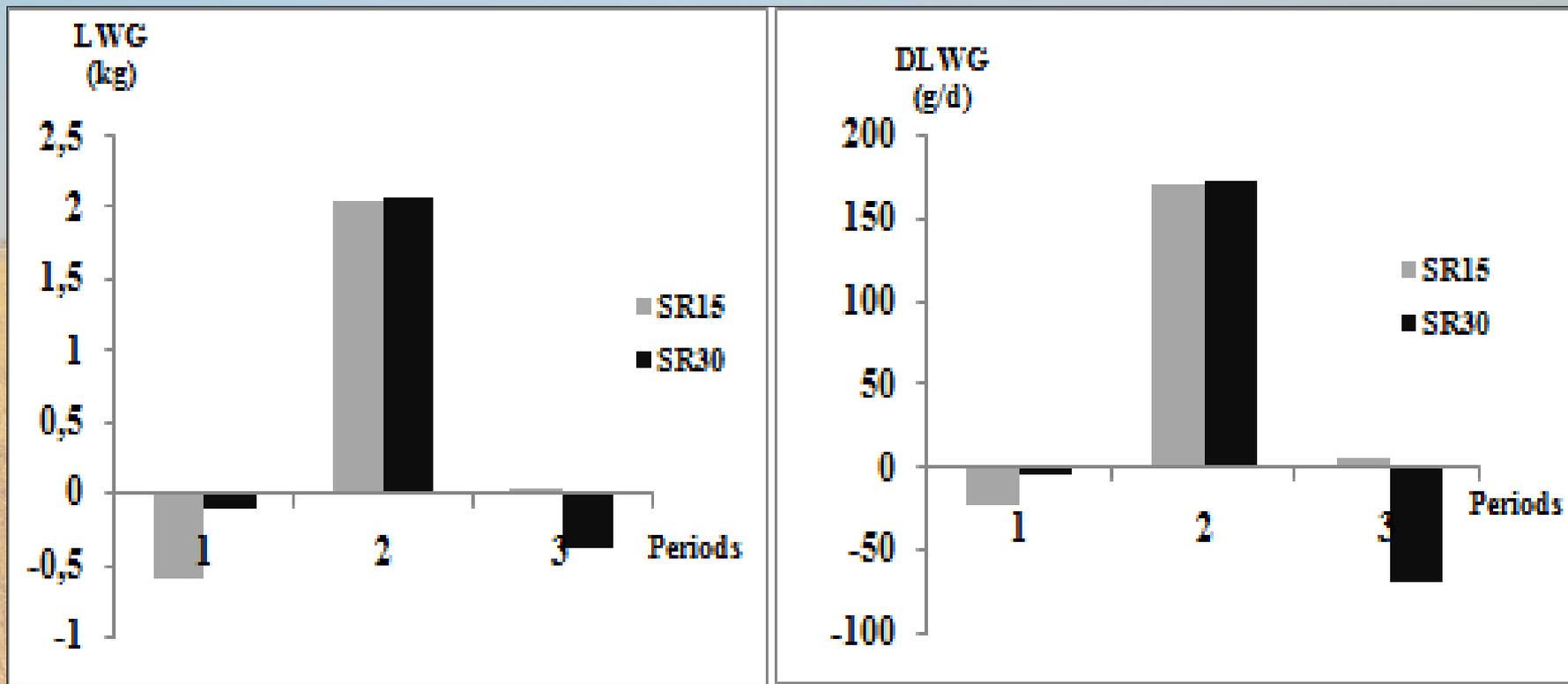
	Numéro de passage des brebis sur chaumes						
	0	1	2	3	4	5	6
- DIVMO	53,4 ± 3,3 ^a	50,2 ± 2,9 ^{ac}	46,1 ± 3,1 ^{bc}	46,2 ± 2,8 ^{bc}	45,1 ± 3,0 ^{bc}	43,4 ± 2,0 ^b	43,6 ± 2,9 ^b
- DIVCB	56,6 ± 1,9 ^a	54,4 ± 0,7 ^{ab}	51,4 ± 0,7 ^{bc}	49,8 ± 1,1 ^{cd}	48,5 ± 1,2 ^{cd}	46,8 ± 1,2 ^d	46,2 ± 1,1 ^d

DIVMO : digestibilité de la matière organique

DIVCB : digestibilité de la cellulose brute

Houmani (2002)

Effet de la charge animale et de la période sur les performances des agneaux



Moujahed et al. 2015

- En court période ou début du pâturage: Impact peu visible...
- Mais globalement plus la charge est élevée, plus les performances sont affaiblies, surtout en absence de complémentation

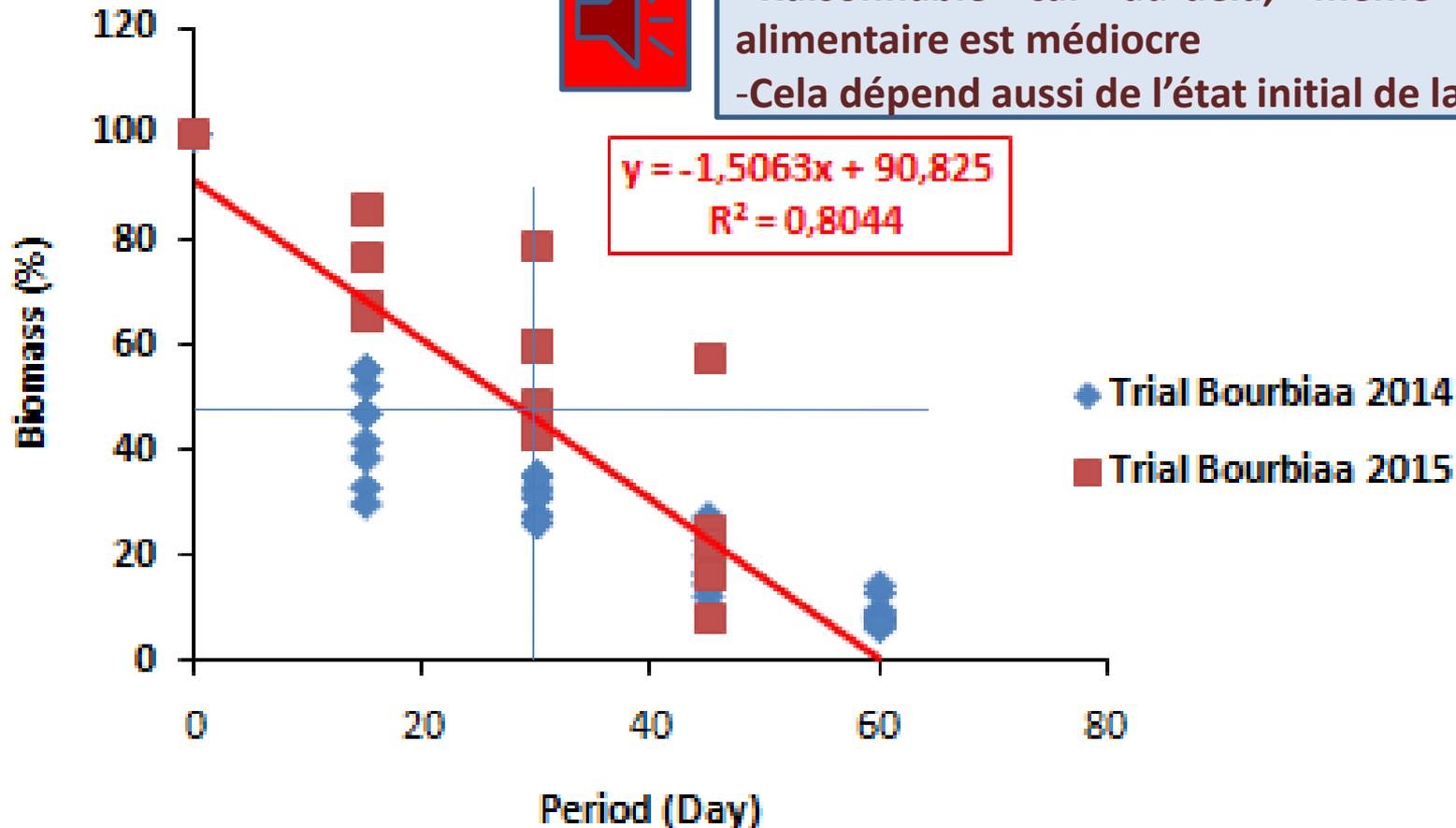
Outils de gestion de chaume



Outils de gestion des chaumes

Cas de la Tunisie (semi-aride)

- Environ 30 jours pour maintenir environ 45% de la biomasse, charge 30/ha
- Raisonnable car au-delà, même la valeur alimentaire est médiocre
- Cela dépend aussi de l'état initial de la biomasse

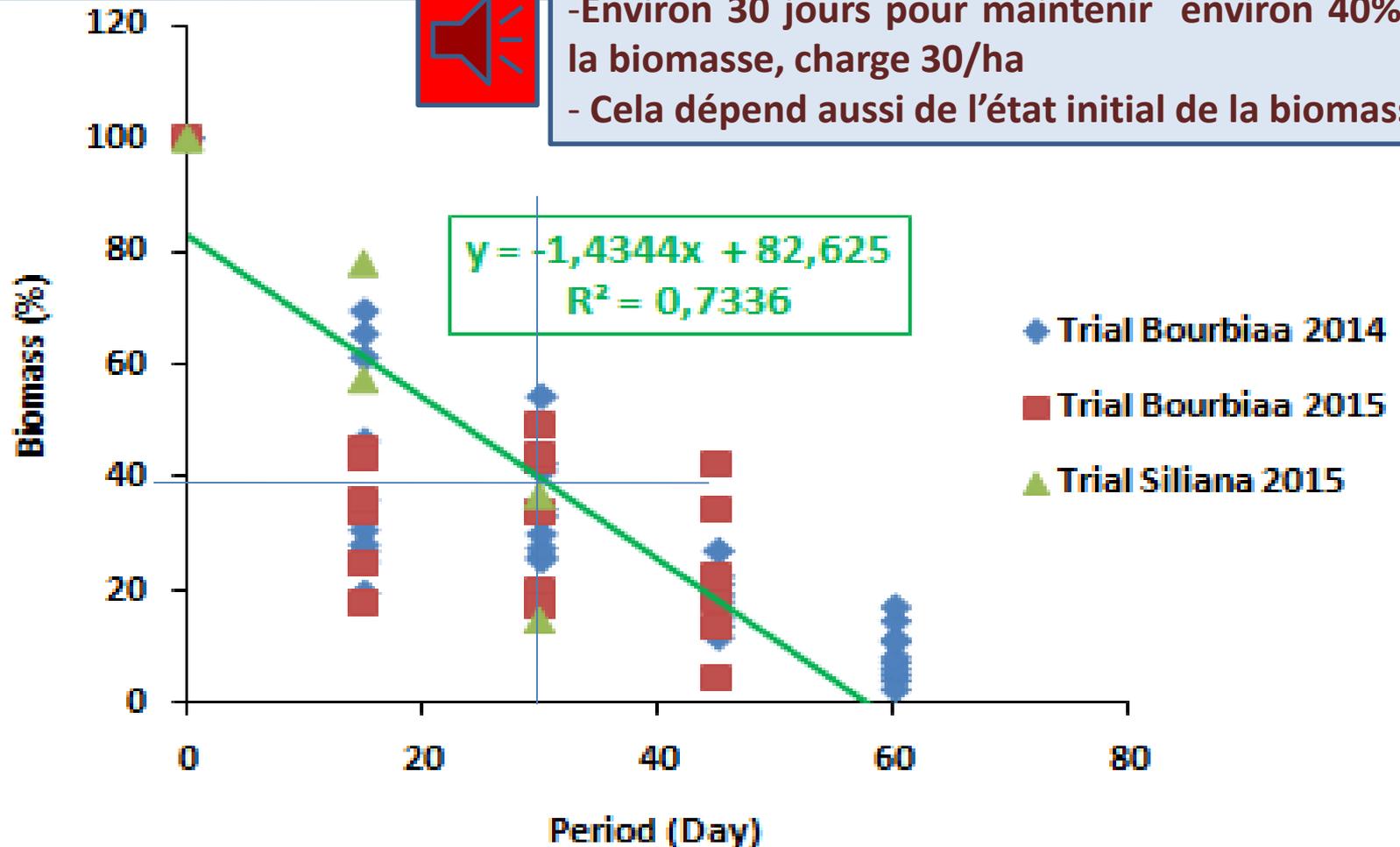


Outils de gestion de chaume

Cas de la Tunisie

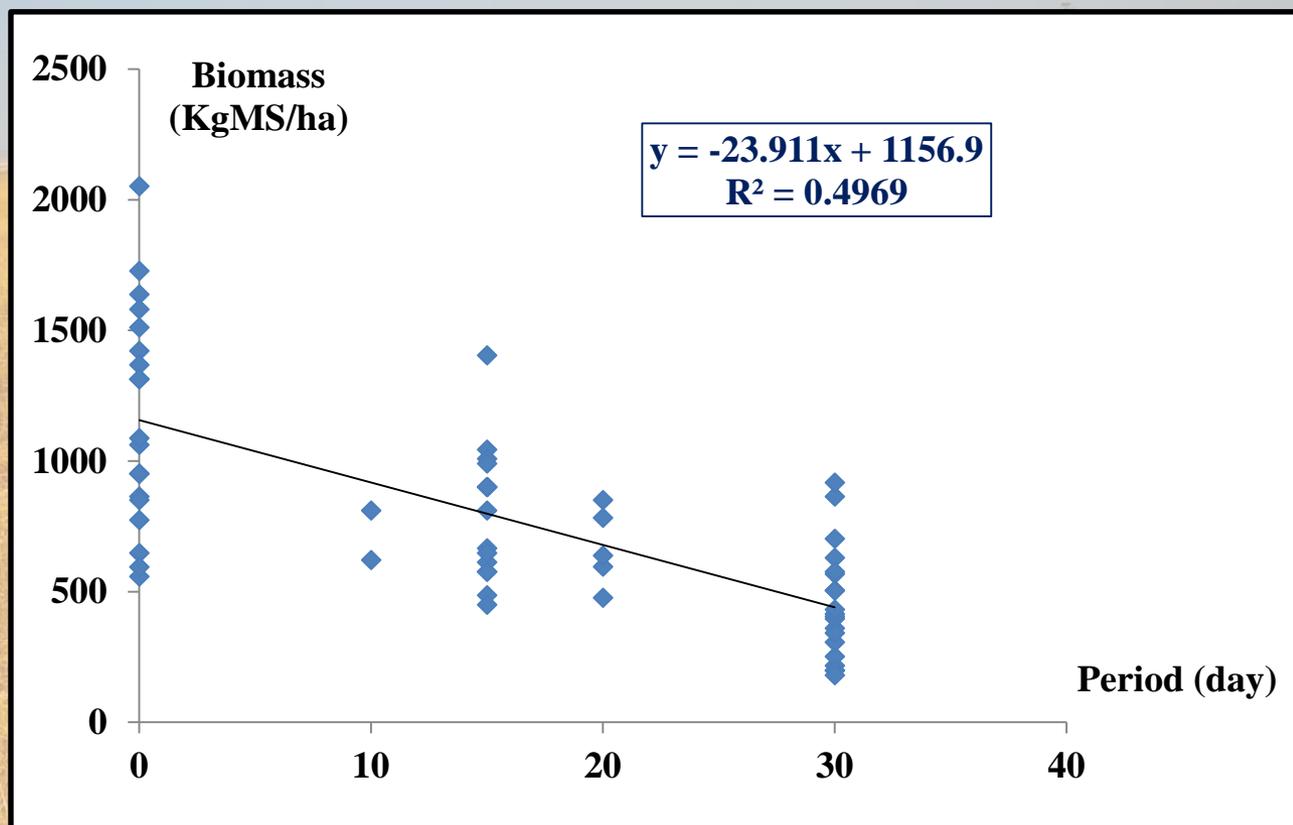


- Intégration d'un essai à dimensions réelles
- Environ 30 jours pour maintenir environ 40% de la biomasse, charge 30/ha
- Cela dépend aussi de l'état initial de la biomasse



Relation entre la biomasse et la période de pâturage dans des conditions d'agriculture de conservation

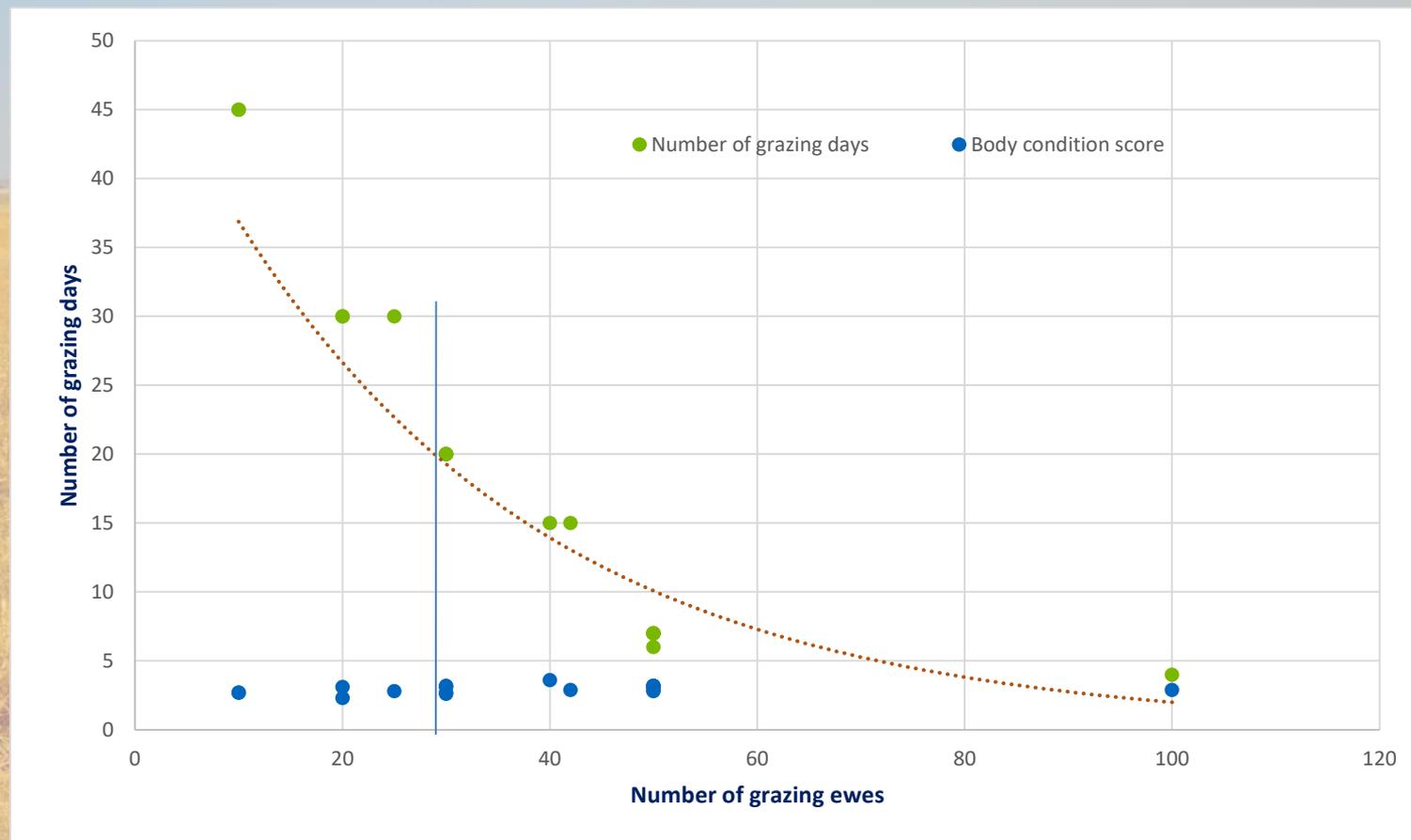
Essai in farm, Krib et Laaroussa 2018: Prédiction de la biomasse résiduelle en terme de quantité (Kg MS/ ha) en fonction de la durée de pâturage en ferme (Laaroussa et Krib) sous les conditions de l'agriculture de conservation



Pour 30 jours de pâturage, la biomasse résiduelles est de l'ordre de 0.4 Tonnes

Outils de gestion de chaume

Cas de l'Algérie



Outil de pâturage sur chaume à la ferme dans le cadre d'une agriculture de conservation (M'Sila-Algérie)

Emerging recommendations

- Lambs in post-weaning stage (growing at 30-70 g/day) or ewes during mating or mid pregnancy (slightly increasing weight, maintaining constant body condition score),
- Daily grazing time: 6-8 hours,
- Stocking rate up to 30 heads/ha,
- Number of grazing days 30-45 days, if beyond 45 days, moderate supplementation from 250 to 300 g cc/head/day
- Pull out animals if residual stubble biomass is near 0.6 t ha^{-1}

Bien gérer la première période de pâturage (2 semaines) en assurant une adaptation progressive, en jouant sur la durée quotidienne de pâturage (risque diarrhée et acidoses)

Autres alternatives d'appuis



Juin	Juillet	Aout	Septembre



Alley Cropping

SAI-RR
Traités ou
industrialisés

En rapport avec
l'importance de la
biomasse

- **“Alley cropping” pour les zones à fortes érosion: réduction de la pression sur les chaumes et aide les animaux à atteindre la couverture de leur besoins nutritionnels**

Installation d'arbustes en lignes, entre lesquelles les céréales sont semés.
Couverture des besoins des animaux tout en protégeant le sol contre l'érosion
(Sous CA)

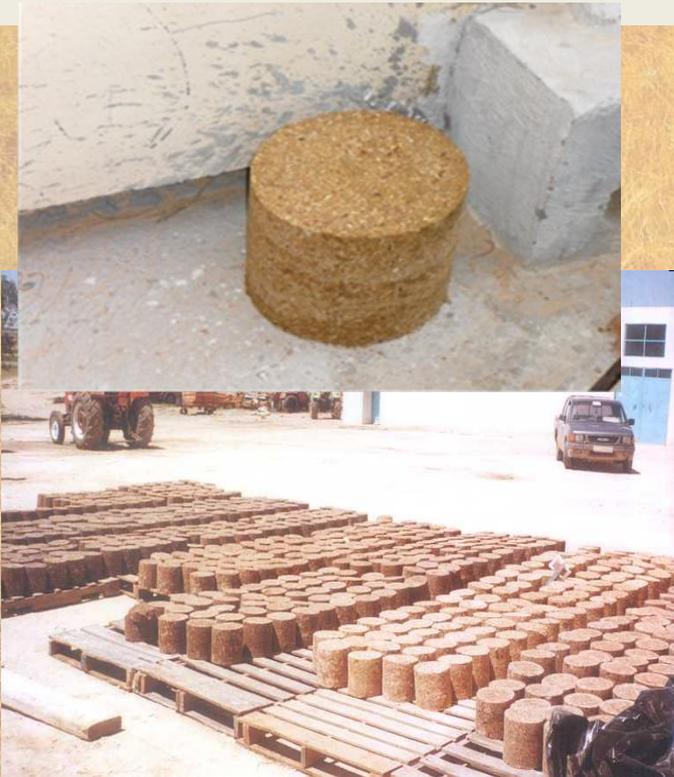
- *Atriplex halimus* et en moindre importance *Atriplex nummularia* ont les meilleures taux de survie (> 70% in North Africa),
- Cactus ; dans les zones favorables (froids),
- Ex. Gains de poids moyen pour les mouton de 1.68 ± 0.81 kg avec pâturage durant 15 jours sur chaume de blé et atriplex installée en alley cropping,
- Une irrigation supplémentaire est nécessaire durant le premier été d'installation.



Blocs alimentaires: *Formules disponible et diversifiées*

Fabrication artisanale

1. Préparation des ingrédients (Urée, liants, CMV, aliment fibreux, mélasse...)
2. Mélange des constituants
3. Moulage
4. Séchage



Bouchons alimentaire: *Formule disponibles et diversifiées* ***Machine conçue localement.***



- Intégration de sous-produits et aussi possibilité d'inclure des fourrages grossiers ou arbustes hachés



CONCLUSIONS

- L'élevage peut être parfaitement bien intégré dans une agriculture de conservation, grâce à son rôle dans le recyclage des éléments nutritifs.
- Les cultures fourragères introduites dans les rotations des cultures peuvent constituer un élément de cette intégration et les récoltes fourragères peuvent souvent avoir un double emploi, pour le fourrage et pour la couverture du sol.
- Il faudra toutefois résoudre les conflits relatifs à l'utilisation de la matière organique: alimentation des animaux ou couverture du sol, en particulier dans les zones arides ayant une faible production de biomasse."
- L'adoption de l'agriculture de conservation dans les régions caractérisées par le changement climatique et l'intégration de l'élevage est considérée comme un défi stratégique afin de trouver un compromis entre l'utilisation de la matière organique pour nourrir les animaux ou couvrir le sol.
- À cet égard, il a été montré que des solutions sont possibles, en optimisant le pâturage sur chaume et/ou en offrant aux éleveurs d'autres alternatives d'apais ou d'appoint ou d'accompagnement, ces nouvelles orientations pourraient être envisagées dans les actions de dissémination futures.

