Alternatives Rurales(4)
www.alternatives-rurales.org- Octobre 2016

https://doi.org/10.60569/4-a3

Valorisation de l'eau par l'élevage bovin : enseignements tirés de longs suivis d'exploitations dans le plateau du Saïs

Mohamed Taher Sraïri

Département des Productions et Biotechnologies Animales, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.
Contact : mt.srairi@iav.ac.ma

Résumé

La contrainte hydrique constitue un facteur limitant avéré de la production agricole dans un pays aride à semi-aride comme le Maroc. Dans cette étude, la valorisation de l'eau par l'élevage bovin a été étudiée, dans des exploitations du plateau du Saïs irriguant à partir de la nappe et/ou de sources. Le protocole de recherche a caractérisé les termes de la valorisation volumétrique et économique de l'eau par l'élevage bovin, par l'adoption d'une série de visites mensuelles à quatre exploitations au cours de deux années successives : 2014 et 2015. Les objectifs de ces suivis visaient : i) la détermination des volumes d'eau utilisés, en prenant en compte la diversité de leurs origines (précipitations, eau d'irrigation de surface ou souterraine, et eau virtuelle correspondant aux volumes utilisés pour la production des aliments achetés à l'extérieur de l'exploitation), ii) les quantités de biomasse des fourrages fauchés, iii) le suivi des rations distribuées aux vaches et celles destinées à leur descendance ainsi que leurs contenus en nutriments (énergie et azote), et iv) les quantités de lait et de viande produites. Les résultats démontrent que l'élevage bovin est surtout lié à l'eau pluviale et, à un degré moindre, à l'eau virtuelle puisque ces sources hydriques représentent respectivement 52,5 et 31,7 % des besoins totaux pour produire du lait et 37,9 et 57,5 % pour produire de la viande. L'élevage bovin ne mobilise que très peu l'eau souterraine qui représente en moyenne 7,6 et 0,7 % des besoins hydriques pour produire du lait et de la viande. Les empreintes hydriques moyennes pour les productions bovines, définies comme la somme des consommations d'eau de toutes origines, étaient respectivement de 1,33 m^3 par litre de lait et 7,5 m^3 par kg de poids vif. Les valorisations économiques de l'eau d'irrigation par l'élevage bovin étaient de 3,8 et 15,5 DH par m^3 lorsque cette ressource était utilisée respectivement pour la production de lait ou de viande. Ces résultats confirment les besoins en eau conséquents de l'élevage, avec des empreintes hydriques proches des références internationales en la matière. Ces résultats montrent l'intérêt d'intégrer les cultures et l'élevage au sein des exploitations agricoles au vu de l'efficacité de ce dernier pour la valorisation de l'eau pluviale. Ce constat renforce l'élevage comme voie d'instauration de systèmes agraires durables dans des zones de « bour favorable », puisqu'il n'aggrave pas les mobilisations en eau souterraine, alors que cette dernière est déjà surexploitée dans de nombreuses régions du pays par des cultures avec des pics de besoins en été, comme le maraîchage ou l'arboriculture.

Mots clés : durabilité, eau souterraine, eau virtuelle, élevage bovin, précipitations, rations alimentaires, rentabilité.

Introduction

L'eau constitue un facteur de production crucial dans les systèmes agraires arides et semi arides. Les usages de l'eau sont au cœur de la réflexion sur une agriculture durable, surtout dans les régions à stress hydrique avéré, dont fait partie le Maroc, avec des disponibilités inférieures à 750 m^3 par habitant et par an. Pire, les prévisions des scénarios de changement climatique au Maroc tablent sur une augmentation de la température de 2°C et une réduction des précipitations de 10 à 15 %, exacerbant les risques de stress hydrique et leurs conséquences sur l'essor de l'agriculture et ses effets sur la croissance économique, voire le développement humain (Sraïri, 2015).

La valorisation de l'eau par l'agriculture constitue ainsi un point clé de réflexion sur ces thématiques liées aux disponibilités et usages hydriques, d'autant que le secteur agricole constitue près de 85 % des prélèvements annuels. A ce titre, l'élevage bovin mixte (lait et viande simultanément) avec des cultures fourragères en partie irriguées représente un des systèmes les plus complexes à analyser par rapport à ce concept de valorisation de l'eau agricole, du fait de l'obligation de considérer une suite de processus de transformation : de l'eau aux fourrages et des aliments (mélange de fourrages et de concentrés) au lait et à la viande.

Pour déterminer précisément les valorisations volumétriques et économiques de l'eau par l'élevage bovin, il importe de disposer de données fiables de terrain qui mesurent : *i*) les volumes d'eau utilisés à partir d'origines diverses (précipitations, irrigation à partir d'eaux de surface ou souterraine et usages d'eau virtuelle - correspondant aux volumes utilisés pour la production des aliments achetés à l'extérieur de l'exploitation -, *ii*) les quantités de biomasse de fourrages ingérés tout le long de l'année et la reconstitution des rations consommées par les différentes ateliers de bovins (les vaches laitières et leur descendance), ainsi que l'évaluation de leurs contenus en nutriments, *iii*) les volumes de lait produit ainsi que les gains de poids vif, et *iv*) les marges brutes dégagées par les deux activités de production : lait et viande. En outre, l'existence d'une multitude d'exploitations d'élevage avec des productions le plus souvent mixtes (lait et viande simultanément) et où les producteurs ne recueillent pas de données de base sur leurs activités, intime d'établir des suivis d'exploitations de longue durée *in situ* afin d'évaluer la variabilité des résultats de la valorisation de l'eau issue de pratiques culturales et d'élevage diverses.

Au vu de ces éléments, cet article vise à renseigner la variabilité des valorisations volumétriques et économiques de l'eau par l'élevage bovin dans quatre exploitations suivies sur 24 mois, de janvier 2014 à décembre 2015. L'échantillon a délibérément été restreint à cet effectif, au vu du nombre important de variables suivies durant cette longue durée. L'analyse vise ainsi à cerner l'insertion de l'élevage dans ces exploitations à partir d'une analyse centrée sur les ressources hydriques et leur usage durable.

Contexte de l'étude et méthodologie

Le Saïs est un riche plateau fertile, réputé à l'échelle du Maroc pour ses productions agricoles pluviales comme les céréales, les légumineuses, la vigne et l'élevage extensif (principalement ovin). Toutefois, à partir de la décennie 1980, après des épisodes de sécheresse répétitifs, les agriculteurs ont eu

recours à l'eau souterraine, surtout pour le maraichage (notamment l'oignon et la pomme de terre) et, plus récemment, l'arboriculture : 25 000 ha sont aujourd'hui irrigués à cette fin. Par ailleurs, le plateau du Saïs connaît une activité d'élevage intense, avec près de 22 000 bovins (races Holstein et Montbéliarde ou de type croisé Holstein x races locales) produisant environ 30 000 tonnes de lait et 2 500 tonnes de viande par an (DPA d'El Hajeb, 2014).

L'étude de la valorisation de l'eau par l'élevage bovin a été entreprise au cours de deux années successives dans quatre exploitations agricoles représentatives des réalités de la région, avec des superficies variant de 1 à 9,7 ha : 72,5 % des exploitations de la région ont une surface inférieure à 10 ha (DPA El Hajeb, 2014). La surface moyenne par exploitation au sein de l'échantillon étudié était de 5 ha et elles disposaient d'un cheptel de 5 vaches, principalement de type croisé (locale x Holstein) et de 5 veaux. L'assolement était constitué selon les cas de céréales, de fourrages (bersim, maïs, luzerne et avoine), de maraîchage, d'arbres fruitiers et de tabac (Tableau 1). Trois des 4 exploitations avaient accès à de l'eau souterraine et deux d'entre elles étaient irriguées à partir d'un réseau collectif (séguia acheminant l'eau d'une source).

Un protocole strict de visites mensuelles a permis de mesurer *in situ* : *i*) les volumes d'eau pour produire les fourrages, *ii*) la biomasse des fourrages fauchés et les aliments achetés, et *iii*) les productions de lait et de viande.

A l'issue de chacune des visites, un bilan des rations distribuées aux différents ateliers a été dressé dans chaque exploitation. Il faut dire que les exploitations étudiées pratiquaient tous le « zéro-pâturage », vu l'exiguïté des surfaces disponible. Le bilan des matières alimentaires distribuées à chaque catégorie d'animaux a permis d'en caractériser les apports énergétiques (UFL) et azotés (PDIN et PDIE) en recourant à leurs valeurs tabulées[1]. Cela a aussi permis de préciser les volumes d'eau servant à la constitution de ces rations et leurs origines : *i*) eau pluviale retrouvée à partir des données de la station météorologique locale, *ii*) eau d'irrigation (de surface ou souterraine) déterminée par des enquêtes menées au cours des visites mensuelles sur les durées d'irrigation et des mesures de débit à partir des séguias et des puits, et *iii*) eau virtuelle correspondant aux volumes d'eau ayant servi à la production des aliments issus de l'extérieur de l'exploitation : un m^3 d'eau par kg de grains ou de son (Chapagain et Hoekstra, 2004), ceux-ci étant les concentrés les plus utilisés.

Les productions annuelles de lait ont été déterminées par la méthode du contrôle laitier (détermination des volumes mensuels à partir des données de deux contrôles quotidiens espacés d'un mois environ et addition de ces quantités sur une année), tandis que les productions de viande ont été évaluées par des pesées trimestrielles des animaux en croissance, ainsi que le suivi rapproché des prix de vente. Au final, la valorisation volumétrique de l'eau a été calculée comme la totalité des quantités utilisées par kg de lait et de viande, en distinguant leurs origines (pluviale, de surface, souterraine et virtuelle).

[1] UFL : unité fourragère lait ; PDIE : protéines digestibles dans l'intestin lorsque l'énergie est disponible pour les synthèses microbiennes ; PDIN : protéines digestibles dans l'intestin lorsque l'azote est disponible pour les synthèses microbiennes.

Tableau 1. Assolement (ha), structure du troupeau et moyens d'irrigation dans les exploitations

Exploitations	**1**	**2**	**3**	**4**	**Moy.**
Surface arable (ha)	1,00	3,50	9,68	5,75	98
Fourrages	0,75	1,75	2,43	2,00	73
Avoine	0,50	0,50	1,25	1,25	87
Bersim	-	0,50	0,50	0,50	38
Luzerne	0,25	0,50	0,35	-	27
Maïs	-	0,25	0,33	0,25	21
Céréales	0,25	1,25	2,00	3,00	20
Arboriculture	-	0,75	1,25	-	40
Maraîchage	-	-	1,25	-	45
Tabac	-	0,50	-	-	12
Nombre de vaches	3,0	4,4	9,2	5,0	40
Veaux	1,8	3,6	8,2	7,7	30
Chargement(UGB/ha)*	4,7	4,5	8,2	5,2	48
Origines de l'eau**	C,P	C,P,S	P,S	P,S	
Mode d'irrigation***	Grav.	Grav.	G.-à-G.	Grav.	

* Chargement : Nombre d'Unités Gros Bétail (UGB) par ha de fourrage

** C: Réseau d'irrigation collectif, P : Précipitations, S: Eau souterraine.

*** Grav. : Gravitaire, G.-à-G : Goutte-à-goutte.

De même, la valorisation économique de l'eau a été estimée à partir de la marge brute issue des activités lait et viande rapportée au m^3 d'eau utilisée par ces deux produits. Les coûts liés à ces productions ont considéré l'ensemble des charges, notamment celles relatives aux aliments consommés (aussi bien élaborés dans l'exploitation qu'achetés) soit par les vaches laitières ou les jeunes en croissance et engraissement, les frais vétérinaires et la main-d'œuvre salariée. De fait, ces calculs des marges brutes n'ont pas pris en compte les rémunérations de la main-d'œuvre familiale et les amortissements des investissements. Les prix de vente du lait en haute et basse lactation étant connus, les prix de vente de la viande ont été relevés plus soigneusement à partir des déclarations des agriculteurs pour chaque animal commercialisé.

Photos. Séguia d'irrigation, détermination de la biomasse et transfert du bersim dans une exploitation du plateau du Saïs

Résultats

Des volumes d'eau aux rendements des cultures fourragères

Les niveaux de pluviométrie au cours des deux années d'étude ont été assez similaires (455 mm en 2014 et 480 mm en 2015), relativement inférieurs à la moyenne régionale enregistrée sur 30 ans (560 mm), mais avec une distribution plus régulière de l'automne 2014 à l'hiver 2015 (de début novembre à fin mars).

Quatre cultures fourragères différentes étaient pratiquées dans les exploitations étudiées. Le bersim et le maïs étaient les cultures irriguées dominantes, car complémentaires dans le système fourrager : le bersim en hiver et au printemps, substitué, le plus souvent dans les mêmes parcelles, en été et en automne par le maïs. En outre, trois exploitations exploitaient aussi de la luzerne, comme légumineuse fourragère irriguée d'été, car elle permet un apport conséquent d'azote pour les bovins. Par ailleurs, l'avoine était semée dans toutes les exploitations sans exception, du fait de sa nature exclusivement pluviale et des possibilités de la stocker sous forme de foin, pour les périodes de soudure. De même, la paille de céréales était utilisée dans tous les élevages, plus particulièrement dans les rations d'engraissement des veaux.

Les consommations d'eau moyennes par culture et par ha, au cours des deux années d'étude, selon leurs origines (eau pluviale, de surface ou souterraine) sont indiquées dans le Tableau 2.

L'avoine fourragère reçoit en moyenne 4 650 m^3/ha. Ce volume d'eau est adéquat par rapport à ses besoins déterminés en station : 4 500 m^3/ha et par an (cf. El Faiz et al., 1997). Pour le bersim, les apports totaux moyens équivalaient à environ 9 050 m^3/ha, dont plus de la moitié étaient couverts par la pluie ; le reste sous forme d'eau d'irrigation souterraine et de surface (respectivement 35 et 15 % des apports hydriques totaux). Quant à la luzerne, elle a consommé un volume moyen d'eau d'environ 13 550 m^3/ha, dont les deux tiers sont issus de l'irrigation (36,7 % à partir de la nappe et 29,5 % à partir du réseau collectif), du fait de sa nature estivale, et donc des besoins hydriques marqués. Enfin, le maïs a consommé en moyenne près de 5 280 m^3 d'eau par ha, dont environ 80 % provenaient de la nappe, puisque c'est une culture d'été ne profitant pas des précipitations, ce qui signifie qu'il sollicite plus les eaux souterraines par rapport aux cultures pluviales.

Les rendements moyens obtenus par culture étaient très variables. Ils fluctuaient du simple à plus du double pour toutes les cultures : de 3,1 à 8,0 tonnes de matière sèche à l'hectare (TMS/ha) pour l'avoine, de 8,7 à 28,6 TMS/ha pour le bersim et de 8,7 à 17,8 TMS/ha pour la luzerne. Pour le maïs, les plages de variation étaient tout aussi prononcées : de 4,2 à 11,4 TMS/ha (Tableau 3). Les variations du rendement des cultures fourragères entre exploitations ne s'expliquent pas seulement par les volumes d'eau, mais aussi par de nombreux autres facteurs agronomiques que les protocoles adoptés au cours de cette étude n'ont pas pris en compte, tels que les fréquences d'irrigation, les effets des précédents culturaux sur la fertilité des sols ou les incidences des pathologies végétales, ainsi que les longueurs de cycle végétatif. Ainsi, certaines exploitations ont continué à irriguer et à faucher du bersim jusqu'en juillet induisant un rendement accru en biomasse.

Tableau 2. Volumes moyens d'eau (m^3/ha) par ha de culture fourragère selon leurs origines (% du total) au cours des deux années d'étude

Exploitation	**1**	**2**	**3**	**4**	**Moyenne**
Avoine					
Pluie	4800 (100)	4508 (100)	4654 (100)	4654 (100)	4654 (100)
Bersim					
Pluie	-	4654 (48,5)	4654 (54,5)	4474 (49,5)	4594 (50,7)
Eau souterraine	-	993 (10,4)	3881 (45,5)	4561 (51,5)	3145 (34,7)
Eau de surface	-	3 940 (41,1)	-	-	1313 (14,6)
Luzerne					
Pluie	4700 (30,8)	4700 (57,8)	4755 (23,7)	-	4717 (34,8)
Eau souterraine	-	216 (2,6)	15306 (76,3)	-	4968 (36,7)
Eau de surface	10580 (69,2)	3214 (39,6)	-	-	3865 (29,5)
Maïs					
Pluie	-	1297 (55,9)	647 (19,7)	362 (3,5)	704 (13,3)
Eau souterraine	-	-	2633 (80,3)	9899 (96,5)	4346 (82,3)
Eau de surface	-	1023 (44,1)	-	-	232 (4,4)

Entre parenthèses : les pourcentages de l'origine de l'eau par rapport au volume total par fourrage.

En rapportant le niveau de rendement moyen des cultures fourragères à leurs consommations respectives en eau, il apparaît des valeurs moyennes respectives de 0,95 ; 0,59 ; 0,59 et 1,17 m^3 d'eau par kg de MS pour l'avoine, le maïs, le bersim, et la luzerne (Tableau 3). La moindre efficience de la luzerne peut en partie s'expliquer par ses consommations élevées d'eau pour des niveaux de rendement modérés, de 13,6 TMS/ha, sachant cependant que cette culture procure aussi des protéines de haute valeur pour les troupeaux.

Par ailleurs, l'exploitation 3 affiche une efficience de l'usage de l'eau pour le bersim et la luzerne qui est plus faible en comparaison aux autres exploitations. Cela peut s'expliquer d'abord par des rendements en biomasse des cultures qui y sont les plus limités (surtout le bersim et la luzerne), du fait d'itinéraires techniques qui privilégient l'arboriculture et le maraîchage aux fourrages irrigués. En outre, elle est la seule à recourir à un système d'irrigation en goutte-à-goutte à partir d'eau souterraine, ce qui a induit des surconsommations d'eau, puisque l'agriculteur peut irriguer à sa guise. En revanche, elle affiche la meilleure efficience d'usage de l'eau par kg de MS du maïs, du fait de l'intérêt qu'elle accorde à cette culture, principal fourrage durant la longue période de soudure estivale (de juin à décembre).

Tableau 3. Rendement moyen des cultures fourragères (Tonnes de Matière Sèche - TMS - par ha) rapporté aux consommations en eau (m^3/ha)

Exploitation		**1**	**2**	**3**	**4**	**Moyenne**
Avoine						
	Usages d'eau (m^3/ha)	4 800	4 508	4 654	4 654	4 654
	Rendement (TMS/ha)	6,12	6,33	8,04	3,15	5,77
	EUE* (m^3/kg de MS)	0,78	0,71	0,58	1,48	0,95
Bersim						
	Usages d'eau (m^3/ha)	-	9 587	8535	9 035	9052
	Rendement (TMS/ha)	-	20,17	8,69	28,65	19,17
	EUE* (m^3/kg de MS)	-	0,47	0,98	0,32	0,59
Luzerne						
	Usages d'eau	15 280	8130	20 061	-	13 550
	Rendement (TMS/ha)	17,80	15,68	8,66	-	13,93
	EUE* (m^3/kg de MS)	0,86	0,52	2,32	-	1,17
Maïs						
	Usages d'eau	-	2 320	3 280	10 261	5 282
	Rendement (TMS/ha)	-	4,21	8,46	11,39	8,43
	EUE* (m^3/kg de MS)	-	0,55	0,39	0,90	0,59

** EUE : Efficience d'Usage de l'Eau (m^3/kg de MS)*

Les disponibilités alimentaires et leurs effets sur les performances animales

Le suivi des rations alimentaires distribuées aux différents ateliers bovins a confirmé leur ample variation entre les saisons. En effet, la disponibilité de nutriments atteignait un pic au printemps (de mars à mai), puis diminuait progressivement jusqu'à l'hiver (d'octobre à décembre). Ceci était lié au cycle végétatif du bersim et de l'avoine, principales ressources fourragères des exploitations, et dont le pic de production coïncide avec le printemps. Une seconde raison à cet état de fait est liée à l'usage limité des ressources alimentaires achetées, du fait de leurs prix excessifs par rapport au prix du lait. Ainsi, les achats d'aliments concentrés par exploitation n'ont pas excédé une valeur moyenne de 9 200 kg par an, soit une quantité de l'ordre de 770 kg par vache et par an et 590 kg par veau en croissance et par an (Tableau 4), tandis que les achats de fourrages étaient beaucoup plus rares : quelques bottes de paille ou de foin en période de soudure automnale.

Par conséquent, en raison du chargement moyen de 6,5 Unités Gros Bétail (UGB) par ha de fourrage et des rendements en biomasse limités de ces cultures, les quantités de MS ingérées par les bovins tout le long de l'année n'ont pas permis de répondre complètement à leurs besoins potentiels, définis par la génétique du troupeau. Pire, les rations étaient aussi déséquilibrées. Par exemple, lors de la période de disponibilité maximale du bersim (au printemps), les rations distribuées aux vaches se caractérisaient par un excès de protéines dégradables non équilibré par un apport conséquent en énergie nette.

Tableau 4. Usages d'eau virtuelle et performances bovines dans les exploitations étudiées

Exploitation	**1**	**2**	**3**	**4**	**Moyenne**
Concentrés totaux utilisés (kg)	5 620	7 890	15 260	8 020	9 200
Eau virtuelle pour la lactation (m^3/vache)	1 000	730	610	740	770
Eau virtuelle pour le gain de poids (m^3/veau)	850	620	350	550	590
Rendement laitier moyen (kg/vache.an)	1 840	1 030	1 450	2 360	1 670
Gain moyen de poids (kg/veau.an)	130	110	180	200	150
Coûts de production du lait (DH/vache.an)	3 290	1 920	2 210	4 320	3 208
Recettes du lait (DH/vache.an)	5 520	3 090	4 350	7 080	5 298
Marge brute de l'activité lait (DH/vache par an)	2 230	1 170	2 140	2 760	2 090
Marge brute de l'activité lait (DH/kg)	1,21	1,13	1,48	1,17	1,25
Coûts de production de la viande (DH/veau.an)	8 590	5 960	7 210	7 620	7 345
Recettes de la viande (DH/veau.an)	9 870	7 640	8 420	9 950	9 025
Marge brute de l'activité viande (DH/veau par an)	1 280	1 680	1 210	2 330	1 680
Marge brute de l'activité viande (DH/kg)	10,20	15,25	6,80	11,40	10,90

Par conséquent, un décalage persistant a été remarqué entre le potentiel moyen de lactation, estimé à partir de la composition génétique des troupeaux ainsi que des rythmes de vêlage, et les performances réelles affichées. Cet écart s'est maintenu du fait des rations insuffisantes et déséquilibrées, comme le montre l'exemple de l'exploitation n°4 lors de l'année 2014 (Figure 1).

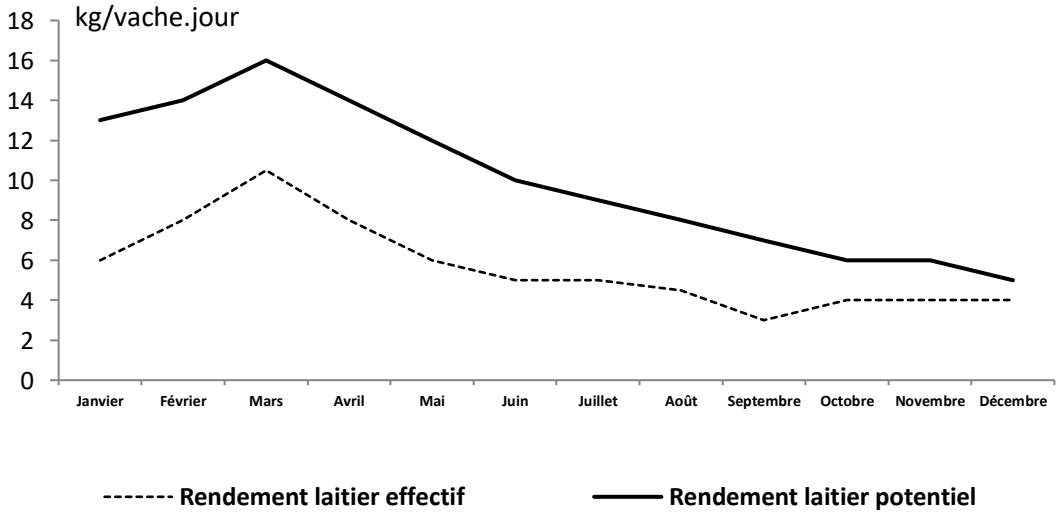

Figure 1. Ecart entre les rendements laitiers potentiel et effectif dans l'exploitation n°4 en 2014

De ce fait, les performances animales ont été plus que limitées. Ainsi, le rendement laitier moyen annuel par vache n'a pas dépassé 1 670 kg de lait livré, alors que le potentiel génétique du cheptel exploité (des vaches de type croisé locale X Holstein) devrait lui permettre d'atteindre aisément des performances d'au moins 3 000 kg de lait par vache et par an. De même, les niveaux moyens de gain de poids vif par veau en croissance étaient limités, de l'ordre de 155 kg par an, valeur assez éloignée du potentiel de ces animaux.

Toutefois, ces valeurs moyennes voilaient d'intenses variations, avec des exploitations qui apparaissaient comme assez performantes, aussi bien en termes de gain de poids que de rendement laitier (cas de l'exploitation n°4, avec 2 357 kg de lait par vache et par an) et d'autres avec des résultats plus décevants (cas de l'exploitation n°2 pour laquelle le rendement laitier moyen n'excède pas 1 030 kg/vache et par an). Il semble d'ailleurs que les exploitations les plus performantes dans la valorisation de l'eau d'irrigation par les productions fourragères sont celles aussi qui aboutissent aux meilleurs résultats zootechniques (cas de l'exploitation n°4) et inversement (cas de l'exploitation n°2).

Valorisations volumétrique et économique de l'eau par l'élevage bovin

Les marges brutes par kg de lait étaient limitées, variant de 1,17 à 1,48 DH. Celles du kg de gain de poids vif étaient en revanche près de neuf fois plus élevées, s'élevant en moyenne à près de 10,90 DH. Rapportées aux volumes d'eau totale consommés, ces marges impliquent des valorisations économiques moyennes de l'eau de l'ordre de 0,61 et 0,62 DH/m^3 pour le lait et la viande, respectivement (Tableau 5).

Tableau 5. Valorisations volumétrique et économique de l'eau par les activités lait et viande dans les exploitations étudiées

Exploitation	**1**	**2**	**3**	**4**	**Moyenne**
Eau utilisée par kg de lait (m^3)	1,21	1,31	1,57	1,24	1,33
Pluies (%)	51,60	36,65	56,00	65,75	52,50
Eau souterraine (%)	-	4,50	16,85	9,15	7,63
Eau du réseau (%)	26,10	6,60	-	-	8,17
Eau virtuelle (%)	22,30	52,25	27,15	25,10	31,70
Valorisation de l'eau totale par le lait (DH/m^3)	0,71	0,08	0,47	1,17	0,61
Valorisation de l'eau d'irrigation par le lait (DH/m^3)	2,72	0,72	2,79	12,79	3,79
Eau utilisée par kg de poids vif (m^3)	6,78	7,46	7,14	8,63	7,50
Pluies (%)	8,50	10,75	66,45	66,10	37,95
Eau souterraine (%)	-	-	0,55	2,40	0,73
Eau du réseau (%)	1,00	15,25	-	-	3,82
Eau virtuelle (%)	90,50	74,00	33,00	31,50	57,50
Valorisation de l'eau totale pour la viande (DH/m^3)	1,01	0,08	0,36	1,06	0,62
Valorisation de l'eau d'irrigation par la viande (DH/m^3)	101	0,5	65,2	44,2	15,5

Toutefois, ces chiffres moyens voilent d'importantes disparités entre exploitations, dues aux différences de pratiques agricoles le long de la chaîne de fonctions de production, de l'eau aux produits bovins. Ainsi, l'empreinte hydrique totale moyenne (c'est-à-dire la quantité d'eau utilisée par une exploitation) pour la production d'un kg de lait se chiffre à 1,33 m^3, variant de 1,21 à 1,57 m^3.

La répartition des volumes d'eau selon leur origine montre que la production de lait repose à près de 52 % sur les précipitations, suivies de l'eau virtuelle (32 %), tandis que l'eau d'irrigation ne représente que 16 % des volumes hydriques mobilisés (environ 8 % d'eau souterraine et 8 % d'eau du réseau). En considérant que l'eau pluviale est « gratuite », ceci implique que la valorisation de l'eau d'irrigation par le lait vaut environ 3,80 DH/m^3.

L'analyse démontre aussi que les exploitations les plus performantes en termes de valorisations volumétrique et économique de l'eau sont soit celles qui ont les meilleurs rendements en lait par vache couplés aux meilleurs rendements des fourrages verts irrigués, ce qui y suppose une autonomie fourragère accrue (cas de l'exploitation n°4) ou celles qui maîtrisent les coûts de production, par un usage raisonné de concentrés (cas de l'exploitation n°1). En revanche, les exploitations les moins performantes ont des usages d'eau d'irrigation élevés non compensés par des rendements en biomasse satisfaisants (cas de l'exploitation n°3) aggravés par des rendements en lait par vache plus que limités (cas de l'exploitation n°2).

Pour le gain de poids vif, l'empreinte hydrique moyenne était de 7,50 m^3/kg, variant de 6,78 à 8,63 m^3/kg. Ceci implique une empreinte hydrique moyenne de près de 13,6 m^3 d'eau par kg de viande, si on retient un rendement de carcasse de 55 % pour les bovins de type croisé (lait x locale), valeur assez proche des références internationales : 15 m^3 d'eau par kg de carcasse bovine. L'eau mobilisée est en grande parte issue des achats d'aliments, à savoir l'eau virtuelle qui représente près de 57,5 % des apports totaux. Le reste est quasi totalement représenté par l'eau de pluie, qui sert à la production des pailles de céréales et du foin d'avoine, sources exclusives de fibres alimentaires dans les rations des jeunes en croissance, puisqu'ils ne consomment jamais de fourrages verts.

La valorisation de l'eau d'irrigation par la fonction gain de poids affiche une valeur de près de 15,5 DH/m^3, car cette activité repose très peu sur l'irrigation (95 % des volumes d'eau mobilisés proviennent de ressources alimentaires pluviales ou achetées à l'extérieur de l'exploitation). Cette valeur est d'ailleurs très variable, avec un minimum de 0,5 DH par m^3 d'eau d'irrigation dans une exploitation ayant connu deux cas de mortalité de jeunes veaux (exploitation n°2) à un maximum de 101 DH par m^3 d'eau d'irrigation, dans une exploitation n'utilisant quasiment pas d'eau d'irrigation pour produire de la viande (rations basées sur de la paille et des concentrés achetés).

Pareille valeur moyenne de 15,5 DH/m^3 d'eau d'irrigation par le poids vif bovin correspond à près du quadruple à celle de la valorisation de l'eau d'irrigation par le lait et démontre la complémentarité des deux fonctions (lait et viande) d'un point de vue de l'économie de l'élevage bovin et des revenus des exploitations. En effet, les deux fonctions mobilisent surtout de l'eau pluviale et virtuelle, et en outre, la viande représente un moyen d'amplifier la valeur du lait, puisque les gains de poids ont été en partie issus du lait tété et qui n'est pas comptabilisé dans les résultats du troupeau des vaches laitières. Toutefois, sans lactation, il ne peut y avoir de gain de poids, puisque la production de viande

repose en majorité sur les produits des vaches ; seuls cinq cas d'achats de veaux maigres ayant été enregistrés durant le suivi.

Cette série de suivis d'élevages, sur un échantillon restreint d'exploitations, démontre l'ampleur des variations dues à la multitude des variables impliquées et suggère des possibilités d'intervention en vue d'améliorer les résultats de la valorisation de l'eau, dans la diversité de ses sources, par l'élevage bovin. En effet, des techniques d'irrigation aux pratiques agricoles de production des fourrages jusqu'aux rations distribuées et à leurs contenus en nutriments, de nombreux dysfonctionnements ont été identifiés et appellent à la mise en œuvre *in situ* de stratégies de conseil individualisé aux agriculteurs pour récupérer des manques à gagner et optimiser la valorisation de l'eau.

Enfin, cette série de suivis d'élevages et des pratiques qui y sont adoptées démontre que pareils protocoles devraient aussi être mis en œuvre dans d'autres régions du pays avec des systèmes fourragers différents, pour disposer de davantage de références quant à la valorisation de l'eau par l'élevage, notamment dans les zones souffrant de stress thermique plus aigu.

Conclusion

La présente étude confirme les besoins significatifs de la production bovine mixte (lait et viande) en eau : 1,33 m^3 par litre de lait et 7,5 m^3 par kg de poids vif. Les résultats moyens obtenus au cours de deux campagnes agricoles successives et leur variabilité entre exploitations soulignent la complexité de l'analyse de la valorisation de l'eau par l'élevage, au vu de la multitude de variables qu'elle considère. Un autre enseignement marquant de cette recherche est la confirmation de la rentabilité limitée des productions bovines dans les conditions de l'élevage familial de taille réduite au Maroc et qui rejoint les conclusions de travaux antérieurs sur le prix de revient du lait (Sraïri et al., 2014).

Toutefois, ces conclusions ne doivent pas voiler un aspect essentiel, à savoir que dans une région d'agriculture « bour favorable » (au moins 500 mm de précipitations en moyenne par an), l'élevage bovin est principalement adossé à de l'eau pluviale et dans une moindre mesure à de l'eau virtuelle, n'amplifiant que très peu les prélèvements d'eau à partir de la nappe souterraine. Néanmoins, ces constats risquent de ne pas être valables dans les régions où les niveaux moyens de précipitations sont nettement moindres et où les réserves d'eau souterraines sont déjà surexploitées, comme les régions intérieures de la Chaouia, du Haouz, du Tadla ou de l'Oriental, ainsi que les zones méridionales des oasis ou le Souss-Massa. Aussi, au vu de ces résultats, des politiques publiques de promotion de l'élevage bovin surtout basé sur de l'eau pluviale sont nécessaires, par le biais de subventions ciblées, pour s'assurer de la rentabilité et de la durabilité de ce dernier et pour ne pas amplifier les prélèvements d'eau souterraine, surtout au cours des années de sécheresse aigüe.

Les résultats obtenus à l'issue de ces suivis démontrent aussi que d'un point de vue méthodologique, dans l'optique de mieux cerner la question de la valorisation de l'eau par l'élevage bovin et l'insertion de ce dernier dans des exploitations localisées dans des régions souffrant d'un stress hydrique, des approches de recherche de type systémique sont nécessaires. Elles permettraient de préciser les volumes et les origines de l'eau mobilisées par les différentes spéculations en vigueur dans ces exploitations, ainsi que les marges auxquelles elles concourent. Pareilles

approches de recherche procureraient davantage de références sur les complémentarités entre élevage et différentes cultures au sein des systèmes de polyculture/élevage, sachant que les exploitations qui y sont engagées demeurent des acteurs incontournables de l'approvisionnement des marchés nationaux en denrées vivrières de base, aussi bien végétales qu'animales.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une activité de recherche financée par l'ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), au sein du projet « CGIAR Research Program on Dry land Agricultural Production Systems » (CRP DS). L'auteur remercie Rabab Benjelloun et Abderrahim Anjar pour leur sérieux lors de la conduite des suivis annuels d'exploitations agricoles et l'analyse des résultats. Une mention spéciale aux chefs d'exploitations agricoles qui ont accepté de collaborer à cette étude, en permettant un accès régulier à leurs parcelles fourragères ainsi qu'à leurs troupeaux durant deux années successives.

Pour en savoir plus

Chapagain AK, Hoekstra AY, 2004. Water Footprints of Nations. *Value of Water Research Report Series* No. 16, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.

Direction Provinciale de l'Agriculture d'El Hajeb. 2014. *Monographie de la province d'El Hajeb.* 6 p.

Al Faïz C, Saïdi S, Jaritz G, 1997. Avoine fourragère (Avena sativa L.). In : Jaritz G, Bounejmate M (éds). *Production et utilisation des cultures fourragères au Maroc.* Edition INRA, Rabat. Maroc. p. 209-224.

Sraïri MT, 2015. Quelles marges de manœuvre pour l'agriculture marocaine face à la contrainte hydrique ? *Libération*, 24 Novembre.

Sraïri MT, Chergui S, Igueld H, Sannito Y, 2014. Performances des exploitations laitières au Maroc : arguments pour l'amélioration du prix du lait à la ferme et de l'appui technique. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux,* 67, 183-191.

Pour davantage de détails quant aux résultats présentés dans ce travail, le lecteur pourra consulter deux projets de fin d'étude réalisés à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Rabat) :

Benjelloun R, 2014. *Etude de la valorisation de l'eau par l'élevage bovin mixte (lait et viande) dans la région du Saïs.* 84 p. et annexes.

Anjar A, 2015. *Valorisation de l'eau par l'élevage bovin : cas de la plaine du Saïs*. 71 p. et annexes.

Quelques références additionnelles sur l'élevage bovin au Maroc et ses relations aux usages en eau, publiées dans des revues internationales :

Sraïri MT, Touzani I, Kuper M, Le Gal PY, 2008. Valorisation de l'eau d'irrigation par la production bovine laitière dans un périmètre de grande hydraulique au Maroc. *Cahiers Agricultures*, 17, 271-279.

Sraïri MT, Rjafallah M, Kuper M, Le Gal PY, 2009. Water productivity through dual purpose (milk and meat) herds, in the Tadla irrigation scheme, Morocco. *Irrigation and Drainage,* 58, S334-S345.

Sraïri MT, Benjelloun R, Karrou M, Ates S, Kuper M, 2016. Biophysical and economic water productivity of dual purpose cattle farming. *Animal*, 10, 283-291.