



Production de viande et ressource en eau

Analyse des modes de calcul de la consommation d'eau en élevage bovin et production de viande

Mots-clés : Production de viande, Besoin en eau, Environnement

Auteurs : Michel Doreau¹, Michael S. Corson²

¹ INRA, UMR 1213 Herbivores, F-63122 Saint-Genès Champanelle, France ; ² INRA, UMR 1069 Sol Agro & hydro systèmes Spatialisation, F-35042 Rennes, France.

* E-mail de l'auteur correspondant : michael.corson@inra.fr

Depuis quelques années, la production de viande est accusée de nécessiter d'énormes quantités d'eau. Cet article fait le point sur ce sujet en montrant la réalité des chiffres.

Résumé :

La consommation d'eau très élevée pour la production de viande, surtout bovine, est régulièrement soulignée par les médias. En fait, les chiffres annoncés, le plus souvent 15 000 L par kg de viande bovine, incluent entre autres l'eau de pluie nécessaire pour la croissance des plantes consommées par les animaux, dite eau verte, et une quantité virtuelle d'eau proportionnelle au degré de pollution des eaux, dite eau grise. Le calcul de l'eau de surface ou souterraine réellement consommée par les élevages, dite eau bleue, indique des consommations beaucoup plus faibles (en moyenne de 550 L par kg de viande bovine selon la méthode du Water Footprint Network, de l'ordre de 600 à 700 L par kg de viande bovine par analyse du cycle de vie), et encore moins en termes d'impact. Ce texte montre également le découplage géographique entre les activités d'élevage et la pénurie d'eau, et discute quelques pistes de réduction de consommation d'eau par l'élevage.

Abstract: Water requirements for meat production

According to the media, livestock farming consumes large amounts of water, especially beef production; a value of 15,000 L per kg of beef is often cited. This amount includes the rainwater required to produce the plants the animals eat ("green water"). It also includes an estimate of the virtual water necessary to dilute water pollution ("grey water"). Estimates of the surface or ground water directly consumed by livestock farming ("blue water") are lower (on average 550 L per kg of beef by the Water Footprint Network method, or around 600-700 L per kg of beef via life cycle assessment), or even less in terms of impact. This article also demonstrates geographic decoupling between livestock farming activities and water scarcity, and discusses a few ways to reduce water consumption by livestock farming.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, de très nombreux médias affirment qu'il faut 15 000 litres d'eau pour produire un kg de viande, suggérant donc qu'à ce titre la consommation de viande est un danger pour la planète, car face au réchauffement climatique il y a un risque de pénurie d'eau. Ce chiffre est même repris, quoique parfois au conditionnel, par des acteurs des filières de l'élevage. Il est repris parce qu'il est inchangé, donc facile à mémoriser, presque considéré comme une constante, alors que l'on sait qu'il existe de très nombreuses manières de produire de la viande. Il a une base scientifique : le calcul de l'« empreinte eau » des produits agricoles par le « Water Footprint Network » (WFN) (désormais « empreinte eau WFN »). En 2007, ce calcul a permis d'évaluer à 15 497 L la quantité d'eau nécessaire pour produire 1 kg de viande bovine (Hoekstra et Chapagain, 2007), valeur confirmée ultérieurement : 15 415 L selon Mekonnen et Hoekstra (2010) avec une gamme moyenne de 10 244 à 21 829 L (Mekonnen et Hoekstra, 2012). Le détail qui n'est pas mentionné dans les médias, c'est que la valeur de 15 415 L se décompose en 550 L d'eau bleue, 451 L d'eau grise et 14 414 L d'eau verte. L'eau bleue est l'eau de surface ou souterraine consommée, tandis que l'eau grise est une eau virtuelle, provenant d'une estimation de l'eau qu'il faudrait ajouter à l'eau issue des élevages pour la dépolluer. Quant à l'eau verte, responsable de 93% du total, c'est l'eau de pluie évapotranspirée par les surfaces agricoles utilisées par les animaux. On voit donc que l'empreinte eau WFN additionne trois types d'eau de natures différentes, et le WFN qualifie lui-même son empreinte eau de « flux d'eau virtuelle ».

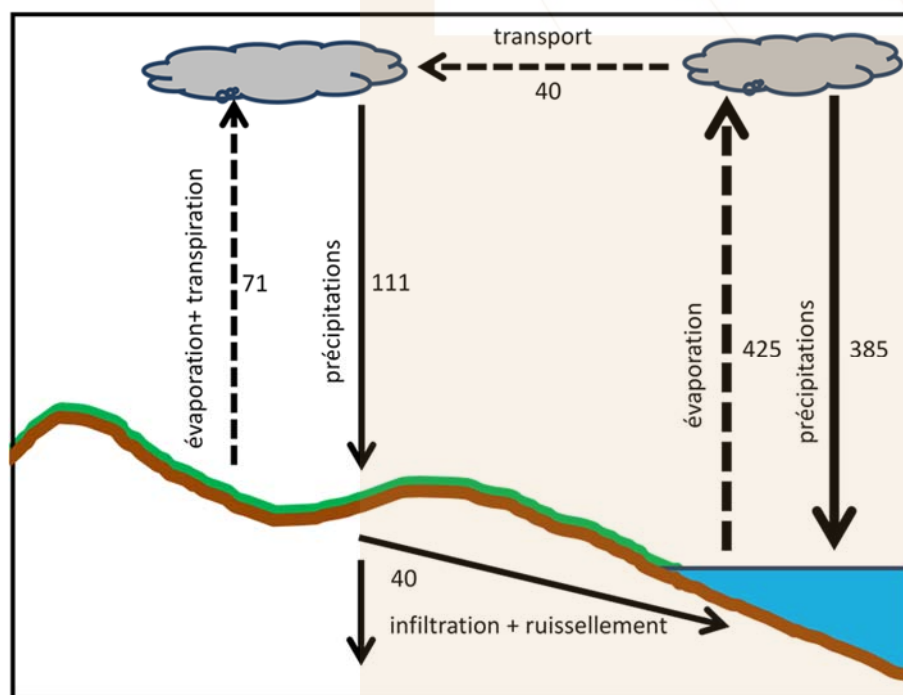
Or, c'est la consommation réelle d'eau par des activités humaines qui peut augmenter les risques de déficit hydrique et la pénurie d'eau. L'eau disponible pour ces activités se trouve dans les rivières, les eaux dormantes et les nappes phréatiques peu profondes. Ces eaux participent au cycle de l'eau au niveau de la planète, qui est un cycle clos. Les précipitations, à leur arrivée au sol, s'infiltrent dans le sol ou ruissellent ; une partie rejoint les nappes d'eau, mais les

échanges entre les couches des nappes phréatiques superficielles et des nappes profondes sont limités et lents. La majeure partie de l'eau est évaporée par le sol ou les océans et rejoint l'atmosphère (Figure 1) ; une partie de la vapeur d'eau est transportée des océans en direction des terres, mais la pluie ne tombe pas précisément à l'endroit où l'eau a été évaporée. Ceci explique en partie pourquoi, bien que le cycle de l'eau soit clos, certaines zones deviennent de plus en plus arides, dont certaines subissent la pénurie d'eau.

La notion de pénurie d'eau fait référence à une disponibilité en eau inférieure à 1000 m³ par individu et par an. Ce chiffre moyen n'a qu'une valeur limitée, car les besoins sont variables d'un pays à l'autre, mais il permet d'évaluer le déficit hydrique, en le combinant aux stocks d'eau disponible, dite aussi eau renouvelable. Ce déficit hydrique est le plus élevé dans les pays d'Afrique du Nord et du Proche-Orient, mais commence à être significatif dans des pays européens voisins de la France mais à climat plus sec comme l'Espagne (Figure 2 ; FAO, 2015). Dans un futur proche, le nombre de pays susceptibles d'être atteints par la pénurie d'eau sera plus élevé, du fait du changement climatique et de l'augmentation de la consommation d'eau pour les activités humaines. Celle-ci sera due à l'accroissement de population et du niveau de vie dans les pays émergents, qui créent des besoins supplémentaires.

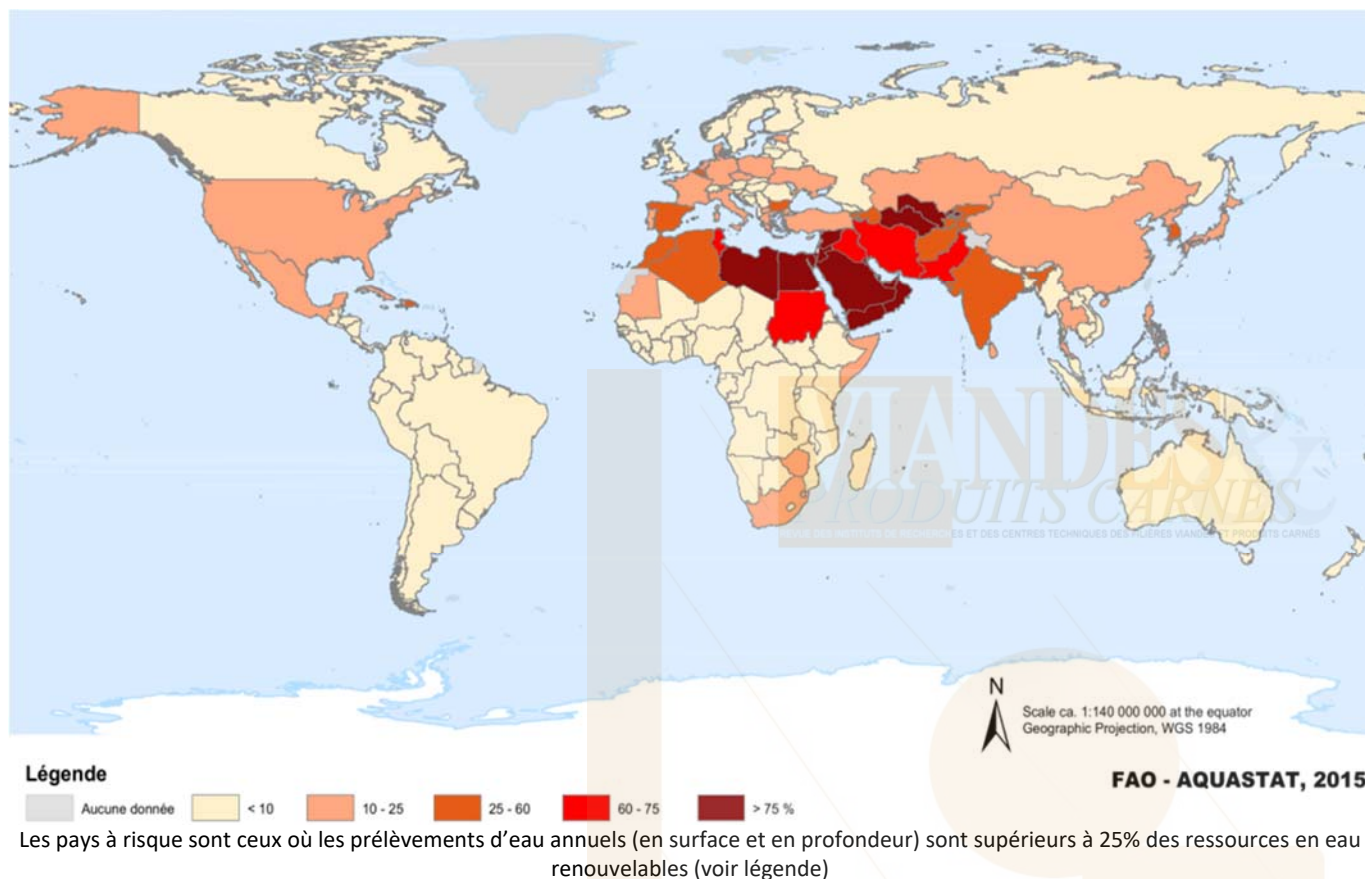
En conséquence, il faut considérer les estimations de l'eau consommée par l'élevage avec recul, et savoir ce qu'elles veulent dire. Cet article évaluera dans un premier temps la signification de l'« empreinte eau », puis discutera des modes de calcul alternatifs ; enfin il donnera des éléments liés à la consommation réelle d'eau par les élevages et donnera des pistes d'économies d'eau. Il reprend des concepts formulés dans une revue internationale d'opinion (Doreau *et al.*, 2012) et des éléments factuels détaillés dans une revue française (Corson et Doreau, 2013), et intègre des concepts et résultats plus récents.

Figure 1 : Le cycle de l'eau au niveau de la planète - D'après <http://www.globalchange.umich.edu>



Les valeurs de flux d'eau sont en 10³ km³ par an. Les traits pleins représentent l'eau sous forme liquide, les traits tiretés sous forme de vapeur.

Figure 2 : Evaluation du risque de pénurie d'eau en l'absence de mesures de restriction – Source : Aquastat, FAO 2015)



I. MODES DE CALCUL DE LA CONSOMMATION D'EAU

L'estimation de la consommation d'eau pour produire des produits agricoles a beaucoup évolué depuis 2010. Aujourd'hui, la méthode préconisée par le WFN (Hoekstra et al., 2011) est concurrencée par deux approches peu différentes entre elles : l'analyse du cycle de vie (ACV) et l'« empreinte eau » définie par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO 14046, 2014) (désormais « empreinte eau ISO »), qui, elle aussi, est basée sur les principes de

l'ACV. La communauté scientifique a intégré dans sa majorité ces nouvelles approches, mais elles ne sont pas souvent relayées par les médias. Le principe de l'ACV, qui intègre tous les processus en amont de l'exploitation agricole, repose sur l'inventaire des émissions de polluants ou d'utilisation des ressources, et sur leur conversion en termes d'impact potentiel environnemental.

I.1. Eau verte, eau grise, eau bleue

L'eau verte, égale à l'eau de pluie évapotranspirée sous forme de vapeur d'eau, est la somme de la transpiration des plantes et de l'évaporation du sol. L'évapotranspiration est proportionnelle à la biomasse végétale produite et est fortement liée à l'eau reçue par la parcelle et donc, sauf en cas d'irrigation, à l'eau de pluie. Sa principale composante, la transpiration des plantes, se fait au niveau des stomates qui lors de leur ouverture permettent l'entrée de gaz carbonique et la sortie de vapeur d'eau ; celle-ci provient essentiellement de la captation de l'eau du sol d'origine pluviale par les racines. L'évapotranspiration dépend principalement du climat et, à un degré moindre, du type de végétation et du type de sol, ces différents facteurs conditionnant la production de biomasse.

Le concept d'eau grise a été initialement développé pour évaluer la dégradation de la qualité des eaux par les processus industriels au niveau d'une usine. L'eau grise est l'eau qu'il faudrait ajouter à l'eau polluée pour retrouver une eau répondant aux standards environnementaux de l'« eau ambiante » (Hoekstra et al., 2011) permettant une utilisation ultérieure. Le calcul est simple pour l'industrie lorsqu'on

connait le flux et la concentration en polluants de l'eau sortant de l'usine, et de l'eau du milieu récepteur. Toutefois le calcul de l'eau grise dépend des standards environnementaux, qui fluctuent au cours du temps, et surtout du polluant considéré : 33 polluants de l'eau font l'objet de normes européennes, et certains n'ont pas de normes. Dans le cas de l'agriculture, le calcul de l'eau grise est beaucoup plus aléatoire, car les flux d'eau sont diffus. En pratique, il a été réalisé par le WFN uniquement pour la pollution par les nitrates.

L'eau bleue provient des rivières, des eaux dormantes, et des nappes phréatiques. Dans le cas des élevages, il s'agit pour l'essentiel de l'eau de boisson fournie aux animaux, de nettoyage des bâtiments ou des installations de traite. On peut y ajouter, bien que ce soit souvent marginal, l'eau bue par les animaux dans les rivières ou les mares et, dans certains climats chauds, l'eau d'aspersion des animaux en bâtiment. En outre, quelle que soit l'approche, l'eau bleue comprend l'eau d'irrigation des cultures destinées aux animaux et, pour les approches basées sur l'ACV, l'eau consommée dans les différents processus industriels en amont de la ferme (usines d'aliments et d'engrais en particulier).

I.2. Signification de l’empreinte eau WFN

L’empreinte eau WFN additionne les trois types d’eau de natures différentes (bleue, verte et grise) depuis la croissance des aliments à la sortie de la ferme, et n’inclut donc pas l’eau consommée dans les processus d’amont (industrie agro-alimentaires, transports), et les processus industriels d’aval, comme ceux des laiteries, des abattoirs, des ateliers de transformation de la viande, et des tanneries. La consommation d’eau verte, très majoritaire, est globalement proportionnelle à la surface agricole nécessaire pour l’élevage, et dépend de manière plus limitée de la nature du couvert. Ceci se traduit par le fait que l’élevage à l’herbe nécessite beaucoup plus d’eau verte que l’élevage avec des rations riches en concentrés, et que l’élevage à l’herbe nécessite beaucoup plus d’eau verte lorsqu’il est extensif que lorsque l’herbe est exploitée intensivement. C’est ainsi que Pimentel et Pimentel (2003) ont estimé l’empreinte eau d’un kg de bœuf élevé sur parcours à plus de 200 000 L, une des raisons qui les conduit à prôner un régime végétarien pour l’alimentation humaine. Plus un système serait extensif, plus la consommation d’eau par kg de viande serait élevée. En poussant ce raisonnement à l’extrême, si on place un seul bovin sur une centaine d’hectares de broussailles, sa croissance sera lente alors que la pousse des broussailles nécessitera une grande quantité d’eau verte, et l’empreinte eau WFN d’un kg de viande de ce bovin se chiffrerait probablement à des dizaines de millions de litres d’eau. On notera que l’eau nécessaire à la pousse de ces broussailles serait identique en l’absence d’animaux.

I.3. L’analyse du cycle de vie et l’empreinte eau ISO

L’ACV est un cadre méthodologique de quantification de plusieurs impacts environnementaux d’un service ou d’un produit (la viande dans notre cas). Elle estime le plus souvent des impacts environnementaux potentiels, générés tout au long du cycle de production d’un produit, depuis l’extraction des matières premières (donc plus en amont que le WFN). Pour les produits agricoles, elle s’arrête souvent, comme l’empreinte eau WFN, à la sortie de la ferme, mais va plus en aval pour les produits transformés (produits laitiers, charcuterie, cuir, ...) et peut englober la commercialisation, la consommation et la mise en déchet du produit. Dans le cas de l’élevage, elle calcule et intègre les impacts liés à tous les processus en amont de l’exploitation : extraction des matières premières ; production d’aliments, d’engrais et autres intrants ; impacts indirects liés à la déforestation... L’ACV s’est fortement répandue dans la dernière décennie. En France, les premières ACV menées sur la viande ont porté sur le porc (Van der Werf et al., 2005) et se portent actuellement sur tout type de production animale. Plus récemment, le programme AgriBalyse de l’ADEME a établi des « inventaires » du cycle de vie, des données d’entrée nécessaires pour faire des ACV, pour 18 groupes de produits animaux français, décliné en 44 systèmes de production différents (Koch et al., 2015).

Parmi les catégories d’impact, l’ACV a évalué depuis ses origines le potentiel de pollution des eaux (douce et/ou marine) par les nitrates et les phosphates (potentiel d’eutrophisation) ou par les produits chimiques (potentiel d’écotoxicité). Les calculs de ces catégories d’impact différent fortement du calcul virtuel de l’eau grise en quantifiant et différenciant les polluants, et en les associant à des impacts sur la qualité de l’eau et non à la ressource en eau, ce qui est moins contestable. L’évaluation de l’utilisation d’eau douce en ACV s’est développée plus récemment et

C’est également la prise en compte de l’eau verte qui a permis à Tuomisto et Teixeira de Mattos (2011) de conclure que la production d’un kg de viande *in vitro* dans une usine virtuelle (puisque’il n’en existe pas actuellement) par cultures de cellules nécessitait 30 fois moins d’eau qu’un kg de viande de bœuf calculé par l’empreinte eau WFN. Ce chiffre a été diffusé aux médias par les promoteurs de la viande *in vitro*. Depuis, ces auteurs ont publié des calculs portant uniquement sur l’eau bleue (Tuomisto et al., 2014), dont ils situent la consommation entre 261 et 773 l par kg de viande *in vitro* selon le mode de production, de l’ordre de 2 fois moins que la viande produite en élevage selon l’empreinte eau WFN (Mekonnen et Hoekstra, 2010).

Notre propos n’est pas de dire que l’empreinte eau WFN est une approche à rejeter ; il faut l’utiliser à bon escient. Le concept a été initialement développé pour analyser les échanges d’eau virtuelle lors du commerce international, afin de trouver des moyens de limiter les déficits hydriques dans certains pays. Ainsi, dans des pays arides, il peut être justifié, pour la préservation de la ressource hydrique, d’utiliser les surfaces agricoles pour produire des céréales plutôt que de la viande, car la production de viande demande beaucoup de surfaces, et donc d’eau verte. L’intérêt de l’eau verte est de savoir quelle partie d’une production agricole dépend de l’eau de pluie, ce qui aide en zone de déficit hydrique à raisonner l’utilisation du sol et de l’irrigation.

distingue nettement cette dégradation de la qualité d’eau de la consommation d’eau (par évaporation, transpiration, intégration dans un produit, ou rejet dans autres bassins versants ou dans la mer) (Bayart et al., 2010). De plus, l’ACV distingue nettement les flux de l’utilisation d’eau douce (dans son inventaire) des impacts de cette utilisation, par exemple en calculant un indice du stress hydrique (L-équivalent), qui pondère chaque flux d’eau par la disponibilité en eau du bassin versant dans lequel le flux a eu lieu (Ridoutt et Pfister, 2013). L’évaluation de l’utilisation d’eau douce en ACV se focalise sur l’eau bleue ; récemment il a été proposé d’inclure le changement de disponibilité en eau verte lié aux changements d’utilisation des terres qui influencent l’infiltration et le ruissellement de l’eau (par exemple de la forêt au pâturage) (De Boer et al., 2013). Un groupe de travail international (WULCA) continue le développement de l’évaluation d’eau douce par ACV (Pfister et al., 2017).

Les premières ACV réalisées pour quantifier l’impact de la production de viande sur la ressource eau étaient essentiellement australiennes et ont concerné la viande de bœuf (Ridoutt et al., 2012a) et de mouton (Ridoutt et al., 2012b). A notre connaissance il n’y en a pas eu le même focus sur l’eau dans une ACV pour la viande de porc ou de volaille. Les Australiens ont appliqué l’indice de stress hydrique à l’élevage, car leur pays comprend des zones très humides et des zones extrêmement arides, et il est évident que la même consommation d’eau a des effets différents entre les premières et les secondes.

Récemment, une autre approche, l’empreinte eau ISO, a été standardisée par la norme ISO 14046, en reprenant les principes de l’ACV, avec toutefois un certain nombre de différences par rapport aux différentes variantes répondant aux normes de l’ACV (ISO, 2014). Elle comprend une évaluation exhaustive des impacts environnementaux relatifs

à l'eau, mais est limitée à certaines catégories d'impact, telles que « l'empreinte de la rareté en eau » ou « empreinte de l'eutrophisation de l'eau ». À cause de son apparition récente et de la popularité de l'ACV « classique » par des praticiens, nous ne connaissons pas d'étude qui calcule une empreinte eau ISO pour un produit animal.

En comparant les différents modes de calcul, l'ACV et l'empreinte eau ISO, qui sont proches, sont liées aux produits (la viande dans ce cas) et aux impacts environnementaux, tandis que l'empreinte eau WFN est plus liée à l'usage

optimal et à la gestion de l'eau dans un territoire. Aussi, l'ACV et l'empreinte eau ISO englobent l'utilisation d'eau douce de davantage de processus en amont de l'exploitation que l'empreinte eau WFN, comme la production des engrais chimiques et de l'électricité, et les transports. Ces modes de calcul apparaissent donc complémentaires (Boulay *et al.*, 2013), malgré des incompréhensions et différences d'opinion qui perdurent entre tenants de l'empreinte eau WFN et tenants de l'ACV (Pfister et Ridoutt, 2013 ; Hoekstra, 2016 ; Pfister *et al.*, 2017).

II. EVALUATION DU BESOIN EN EAU POUR LA PRODUCTION DE VIANDE

II.1. Consommations effectives d'eau pour différentes viandes

Le Tableau 1 présente des résultats de calculs de l'empreinte de l'eau bleue du WFN et d'utilisation d'eau en l'ACV pour des viandes réalisés dans le monde, soit à partir de données globales dans différents pays (WFN), soit à partir de données précises dans différents systèmes de production ou différentes régions d'un pays (essentiellement l'ACV, par Ridoutt en Australie et Gac en France). Les résultats sont hétérogènes, mais il y a peu de différences pour une même viande entre les résultats obtenus par empreinte eau WFN (en moyenne 550 L/kg de viande, estimation pour différents pays et différents systèmes de production) et par ACV (de l'ordre de 600 à 700 L/kg de viande produite dans les conditions françaises, si on prend un facteur de conversion du kg de poids vif au kg de viande égal à 2,353), alors que ces dernières, qui intègrent en particulier l'eau nécessaire pour les processus industriels liés à l'élevage, devraient conduire à des valeurs plus élevées. Il y a des différences élevées d'un pays à l'autre, liées tant au système de production (niveau d'intensification, productivité animale, irrigation) qu'au climat : dans une étude portant sur 7 pays et 3 systèmes par pays (pâturage, industriel et mixte), Mekonnen et Hoekstra (2010) ont montré des variations d'eau bleue (L/kg viande) importantes allant en moyenne de 178 au Brésil à 722 en Inde pour le bœuf, et de 268 aux Pays-Bas à 1226 en Australie pour le porc. Les différences entre systèmes ne sont pas toujours cohérentes : selon ces mêmes auteurs, la consommation d'eau bleue pour la viande bovine est deux fois plus forte dans un système pâturé que dans un système industriel en Australie, alors que c'est l'inverse en Russie. Cette différence, qui ne

prend probablement pas en compte la diversité de pratiques dans un même pays, peut s'expliquer en partie par les spécificités de ces systèmes en termes de type d'alimentation ou de gestion du pâturage. Les auteurs obtiennent même des résultats difficilement compréhensibles de consommation d'eau bleue : 3721 L/kg pour le porc dans des systèmes décrits comme « pâturés » en Australie, 0 pour l'agneau industriel aux États-Unis.

La transformation des flux d'eau bleue en impacts (indices de stress hydrique) aboutit à des valeurs souvent beaucoup plus faibles (Tableau 1), traduisant le fait qu'une consommation élevée d'eau bleue peut n'avoir qu'un impact limité sur la disponibilité en eau dans certaines régions. Inversement, les impacts sont plus grands dans des régions à faibles réserves hydriques (Ridoutt *et al.*, 2012a).

Gac et Béchu (2014) ont étudié l'utilisation d'eau pour la production de viande en France. Ils ont montré que l'utilisation d'eau bleue, en flux ou en impact, était plus élevée par kg de poids vif pour les agneaux que pour les bovins, et pour les agneaux de bergerie que pour les agneaux en système herbager. Selon ces auteurs, l'abreuvement par les animaux représente environ 20% de la consommation, la contribution principale étant celle des aliments achetés, qui représente dans la majorité des systèmes plus de 50% de la consommation. L'irrigation, tant pour le maïs que pour le soja, est un facteur explicatif essentiel. Ces premiers résultats seront complétés par une étude plus vaste qui apportera un éclairage informatif sur les impacts réels de la production de viande sur la ressource en eau en France.

Tableau 1 : Estimation par kg de viande ou de poids vif de l'empreinte d'eau bleue du World Food Network (WFN), ou des flux (L) ou des impacts (indice du stress hydrique en L-équivalent) de l'utilisation de l'eau bleue calculés par l'analyse du cycle de vie (ACV) en production de viande selon différentes études

Viande	Approche/Type de valeur ¹			Unité	Référence
	Eau bleue WFN	ACV - flux	ACV - impact		
Bœuf	155			kg de viande	Hoekstra et Chapagain (2007)
Bœuf	550 (0 à 1 471)			kg de viande	Mekonnen et Hoekstra (2010)
Bœuf		25 à 234	2 à 133	kg de poids vif	Ridoutt <i>et al.</i> (2012a)
Bœuf			0,22	kg de poids vif	Zonderland-Thomassen <i>et al.</i> (2014)
Bœuf		240 à 330 ²	20 à 50	kg de poids vif	Gac et Béchu (2014)
Veau		260 ²		kg de poids vif	Gac et Béchu (2014)
Agneau	522 (0 à 593)			kg de viande	Mekonnen et Hoekstra (2010)
Agneau		34,5	6,7	kg de poids vif	Ridoutt <i>et al.</i> (2012b)
Agneau			0,10	kg de poids vif	Zonderland-Thomassen <i>et al.</i> (2014)
Agneau		420 à 550 ²	65	kg de poids vif	Gac et Béchu (2014)
Chevreau	330 (0 à 453)			kg de viande	Mekonnen et Hoekstra (2010)
Porc	459 (205 à 3721)			kg de viande	Mekonnen et Hoekstra (2010)
Poulet	313 (35 à 1536)			kg de viande	Mekonnen et Hoekstra (2010)

¹ Un seul chiffre correspond à la valeur unique fournie, ou à une moyenne de valeurs correspondant à un même système d'élevage et une même localisation. Les plages de variation correspondent aux extrêmes pour différents systèmes ou différentes localisations.

² estimation d'après graphique

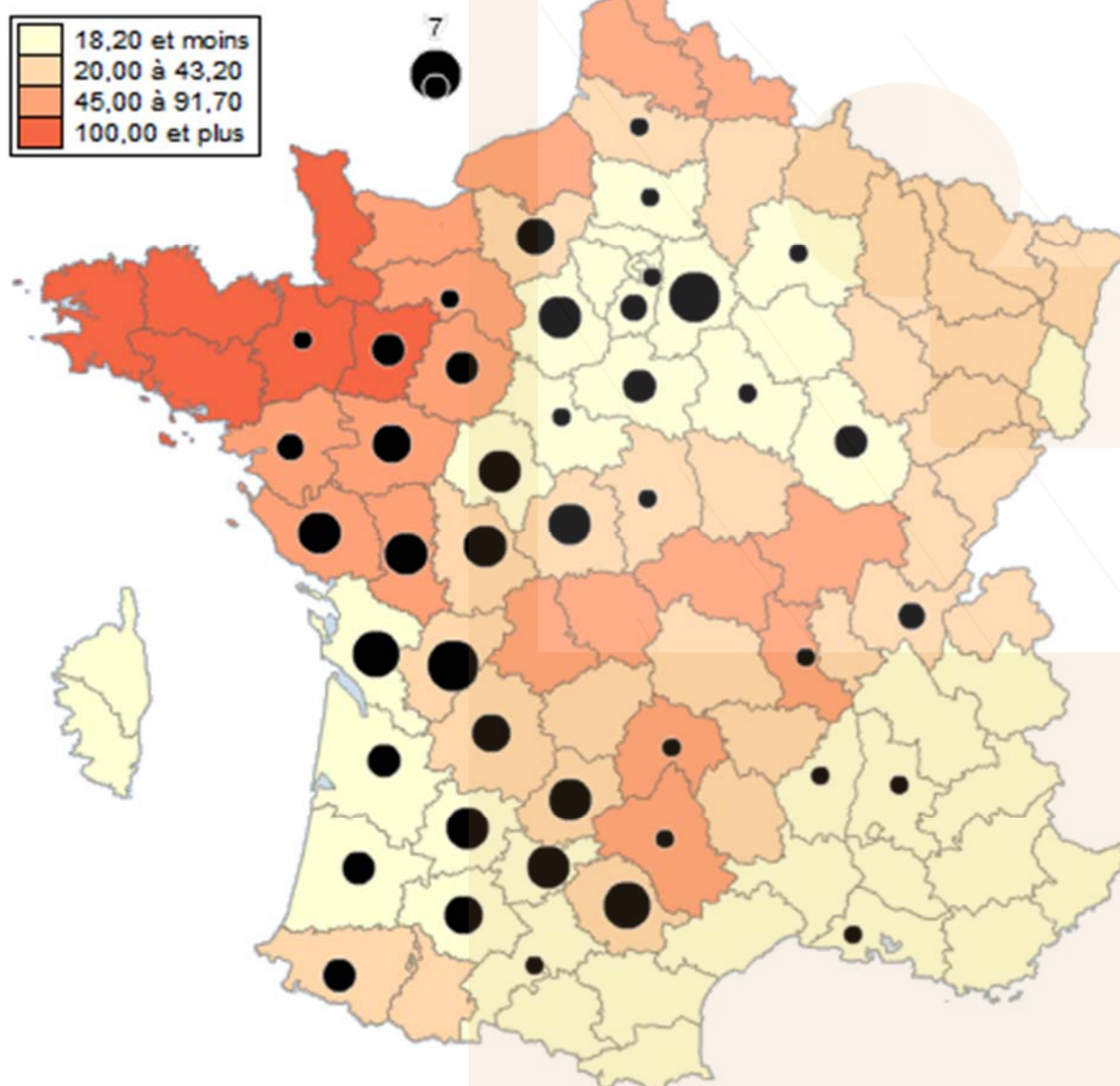
II.2. Lien entre élevage et déficit hydrique

Quelle que soit l'approche utilisée, l'élevage peut être un contributeur significatif à la consommation totale d'eau par l'humanité. Mais cela ne signifie pas que l'élevage est la principale cause de pénurie d'eau. Un indice indirect de cette absence de lien causal est que les zones d'élevage ne coïncident pas avec les zones de déficit hydrique en France (Figure 3). Les zones touchées par la pénurie d'eau sont souvent des zones de cultures en partie destinées aux animaux, et parfois irriguées, mais les flux d'aliments du bétail n'expliquent qu'en partie cette déconnexion. Dans les zones où la pénurie d'eau existe, un changement d'utilisation des terres aurait peu d'effet sur la pénurie d'eau : en Australie, Peters *et al.* (2010) ont observé que l'évapotranspiration

variait peu entre des zones pastorales et des zones utilisées plus intensivement et produisant plus de biomasse.

En revanche, la question de l'importance de l'élevage dans des régions à déficit hydrique se posera dans le futur, en cas de périodes de sécheresse accrue. Mais c'est au niveau des échanges internationaux que la question se posera avec le plus d'acuité, et que la consommation d'eau sera un élément à prendre en compte pour réfléchir la délocalisation des productions animales. L'empreinte eau WFN, tout au moins ses composantes verte et bleue, aura sa place en tant qu'élément de réflexion pour la gestion des ressources hydriques d'un pays ou d'un territoire.

Figure 3 : Relation entre densité d'animaux d'élevage et risque de pénurie d'eau en France - Source : Corson et Doreau, INRA Productions Animales, 2013



Les couleurs représentent la densité de l'ensemble des animaux d'élevage par département, exprimée en UGB (unité de gros bétail)/km². La taille des cercles est proportionnelle au nombre d'années de prise de mesures de restriction d'eau entre 2006 et 2012 dans les départements.

III. LES PISTES DE REDUCTION DE LA CONSOMMATION D'EAU

Il est difficile de réduire l'abreuvement des animaux. Dans le cas des ruminants, la consommation totale d'eau est de l'ordre de 5 L par kg de matière sèche ingérée, incluant l'eau contenue dans les aliments (Boudon *et al.*, 2013). Cela correspond par exemple à environ 50 L par jour pour une vache allaitante. L'abreuvement est donc fortement réduit quand l'animal consomme de l'herbe, cette dernière étant riche en eau, jusqu'à être quasiment nul avec l'herbe jeune au printemps, mais ce n'est pas un facteur que l'éleveur peut maîtriser, car la part d'herbe fraîche dans la ration dépend de la saison et du système d'élevage. En climat chaud, la consommation d'eau est accrue pour faire face à la déperdition d'eau par transpiration et évaporation, mécanisme physiologique pour évacuer la chaleur. Dans ces cas, des bâtiments bien ventilés ou des abris dans les pâturages contre le rayonnement solaire peuvent limiter ce supplément de besoin en eau (Morand-Fehr et Doreau, 2001).

Lorsqu'on calcule la consommation d'eau par kg de viande produite, en particulier en réalisant des ACV, il est clair que celle-ci diminue lorsque la quantité totale d'aliments nécessaire pour la produire diminue, d'une part en raison du lien entre consommation d'eau et consommation d'aliments par l'animal, d'autre part parce que la production d'aliments nécessite souvent de l'eau bleue. Ainsi, même en l'absence d'études dédiées à cette question, on peut avancer que la consommation d'eau par kg de viande, comme les autres impacts environnementaux, décroît chez le poulet lorsqu'on diminue l'âge d'abattage, puisqu'il y a une plus faible consommation totale d'aliments durant la vie de l'animal. Dans le cas de la viande bovine, il est de même probable, quand on raisonne au niveau d'un système de production, que la consommation d'eau par kg de viande est plus faible pour la viande issue du troupeau laitier que pour celle issue du

troupeau allaitant : pour ce dernier la consommation d'eau est allouée à la production de viande seule, alors que pour le troupeau laitier, la consommation d'eau est aussi allouée à la production de lait. Mais ce calcul ne doit pas occulter le fait que la consommation d'eau n'est qu'un critère parmi tant d'autres de la durabilité d'un élevage, ou même des seuls impacts environnementaux.

Un autre moyen pour réduire la consommation d'eau des élevages est de limiter l'irrigation des cultures destinées à l'alimentation animale. L'irrigation accroît la sécurité alimentaire dans des zones sèches en augmentant la production agricole, mais peut, entre autres, assécher les nappes phréatiques. Différentes techniques simples sont préconisées pour optimiser l'efficacité de l'irrigation, en agissant sur la quantité d'eau et la période d'irrigation (FAO, 2003) ; elles pourraient être mises en œuvre dans la perspective de pénurie d'eau. Le maïs est souvent mis en cause en raison de son besoin en eau élevé nécessitant l'irrigation. La sélection génétique produit des variétés moins consommatrices d'eau d'irrigation : des variétés précoces permettent une meilleure correspondance entre disponibilité en eau et croissance maximale de la plante (Epinat-Le Signor *et al.*, 2001) ; toutefois leur rendement est inférieur à celui des variétés classiques. Les sociétés semencières et les instituts de recherche poursuivent leur effort dans cette voie. Le remplacement du maïs par le sorgho est souvent évoqué car ce dernier produit plus de biomasse en l'absence d'irrigation (Lemaire *et al.*, 1996), et pousse dans les mêmes zones géographiques. Il faut toutefois noter que, selon l'empreinte eau WFN, le sorgho utilise plus d'eau verte que le maïs (Hoekstra et Chapagain, 2007), compensant donc sa plus faible consommation d'eau bleue.

CONCLUSION

Dans le domaine de l'environnement comme dans d'autres domaines, les chiffres sont souvent acceptés sans regard critique, faute d'éléments de jugement de la part de celui qui les reçoit et parfois, malheureusement, de celui qui les transmet. Cet article a cherché à expliquer la signification des chiffres avancés pour la consommation d'eau par les

élevages. Il montre aussi la complexité des calculs de la consommation d'eau. En tout état de cause, les récents progrès des connaissances devraient conduire à des économies de consommation, même si celles-ci semblent d'ampleur limitée.

Références :

- Bayart J-B., Bulle C., Deschênes L., Margni M., Pfister S., Vince F., Koehler A. (2010). A framework for assessing off-stream freshwater use in LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, 439-453.
- Boudon A., Khelil-Arfa H., Ménard J.L., Brunschwig P., Faverdin P. (2013). Les besoins en eau d'abreuvement des bovins laitier : déterminismes physiologiques et quantification. *INRA Productions Animales*, 26, 249-262.
- Boulay A.M., Hoekstra A.Y., Vionnet S. (2013). Complementarity of water-focused life cycle assessment and water footprint assessment. *Environmental Science & Technology*, 47, 11926-11927.
- Corson M.S., Doreau M. (2013). Evaluation de l'utilisation de l'eau en élevage. *INRA Productions Animales*, 26, 239-248.
- De Boer I.J.M., Hoving I.E., Vellinga T.V., van de Ven G.W.J., Leffelaar P.A., Gerber P.J. (2013). Assessing environmental impacts associated with freshwater consumption along the life cycle of animal products: the case of Dutch milk production in Noord-Brabant. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, 193-203.
- Doreau M., Corson M.S., Wiedemann S.G. (2012). Water use by livestock: a global perspective for a regional issue? *Animal Frontiers*, 2 (2), 9-16.
- Epinat-Le Signor C., Dousse S., Lorgeou J., Denis J.B., Bonhomme R., Carolo P., Charcosset A. (2001). Interpretation of genotype × environment interactions for early maize hybrids over 12 years. *Crop Science*, 41, 663-669.
- FAO (2003). *Agriculture, food and water*. FAO, Rome, Italie.
- FAO (2015). *Aquastat*. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/MDG_fra.pdf

- Gac A., Béchu T. (2014). L'empreinte eau consommative du lait et de la viande bovine et ovine: premiers repères sur des systèmes français. *Rencontres Recherches Ruminants*, 21, 39-42.
- Hoekstra A.Y., Chapagain A.K. (2007). Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21, 35-48.
- Hoekstra A.Y., Chapagain A.K., Aldaya M.M., Mekonnen M.M. (2011). *The water footprint assessment manual: setting the global standard*. Earthscan Publishing, Londres, Royaume-Uni.
- Hoekstra A.Y. (2016). A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA. *Ecological Indicators*, 66, 564-573.
- ISO (Organisation Internationale de Normalisation) 14046 (2014). *Management environnemental -Empreinte eau - Principes, exigences et lignes directrices*. <https://www.iso.org/fr/standard/43263.html>
- Koch P., Salou T., Colomb V., Payen S., Perret S., Tailleur A., Willmann S. (2015). *AgriBalyse: Methodology Version 1.2*. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 385 pp.
- Lemaire G., Charrier X., Hébert Y. (1996). Nitrogen uptake capacities of maize and sorghum crops in different nitrogen and water supply conditions. *Agronomie*, 16, 231-246.
- Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y. (2010). The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Volume 1: main report. *Value of Water – Research report series No 48*. Unesco-IHE Institute of Water Education, Delft, Pays-Bas.
- Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15, 401-415.
- Morand-Fehr P., Doreau M. (2001). Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. *INRA Productions Animales*, 14, 15-27.
- Pfister S., Ridoutt B.G. (2013). Water footprint: pitfalls on common ground. *Environmental Science & Technology*, 48, 6531-6532.
- Pfister S., Boulay A.-M., Berger M., Hadjikakou M., Motoshita M., Hess T., Ridoutt B., Weinzettel J., Scherer L., Döll P., Manzano A., Núñez M., Verones F., Humbert S., Buxmann K., Harding K., Benini L., Oki T., Finkbeiner M., Henderson A. (2017). Understanding the LCA and ISO water footprint: a response to Hoekstra (2016) "A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA". *Ecological Indicators* 72, 352-359.
- Peters G.M., Wiedemann S.G., Rowley H.V., Tucker R.W. (2010). Accounting for water use in Australian red meat production. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, 311-320.
- Pimentel D., Pimentel M. (2003). Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *American Journal of Clinical Nutrition* 78, 660S-663S.
- Ridoutt B.G., Pfister S. (2013). A new water footprint calculation method integrating consumptive and degradative water use into a single stand-alone weighted indicator. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, 204-207.
- Ridoutt B.G., Sanguansri P., Freer M., Harper G. (2012a). Water footprint of livestock: comparison of six geographically-defined beef production systems. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17, 165-175.
- Ridoutt B.G., Sanguansri P., Nolan M., Marks N. (2012b). Meat consumption and water scarcity: beware of generalizations. *Journal of Cleaner Production*, 28, 127-133.
- Tuomisto H.L., Teixeira de Mattos M.J. (2011). Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental Science & Technology*, 45, 6117-6123.
- Tuomisto H.L., Ellis M.J., Hastrup P. (2014). Environmental impacts of cultured meat: alternative production scenarios. *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector*, 8-10 octobre 2014, San Francisco, 1360-1366.
- Van der Werf H.M.G., Petit J., Sanders J. (2005). The environmental impacts of the production of concentrated feed: the case of pig feed in Bretagne. *Agricultural Systems*, 83, 153-177.
- Zonderland-Thomassen M.A., Lieffring M., Ledgard S.F. (2014). Water footprint of beef cattle and sheep produced in New Zealand: water scarcity and eutrophication impacts. *Journal of Cleaner Production*, 73, 253-262.