

## **Maîtrise des consommations d'eau en élevage : élaboration d'un référentiel, Identification des moyens de réduction, Construction d'une démarche de diagnostic**

**Massabie P.<sup>1</sup>, Aubert C.<sup>2</sup>, Ménard J.L.<sup>3</sup>, Roy H.<sup>4</sup>, Boulestreau-Boulay A.L.<sup>5</sup>, Dubois A.<sup>5</sup>, Dezat E.<sup>4</sup>,  
Dennerly G.<sup>5</sup>, Roussel P.<sup>3</sup>, Martineau C.<sup>6</sup>, Brunschwig P.<sup>3</sup>, Thomas J.<sup>7</sup>, Quillien J.P.<sup>4</sup>, Briand P.<sup>4</sup>,  
Coutant S.<sup>8</sup>, Fulbert L.<sup>9</sup>, Huneau T.<sup>10</sup>, Lowagie S.<sup>11</sup>, Magnière J.P.<sup>12</sup>, Nicoud M.<sup>13</sup>, Piroux D.<sup>14</sup>,  
Boudon A.<sup>15</sup>**

<sup>1</sup> Ifip, La Motte au Vicomte, BP 35104, 35651 Le Rheu Cedex

<sup>2</sup> Itavi, 41 rue Beaucemaine, 22440 Ploufragan

<sup>3</sup> Institut de l'Élevage, 9 rue André-Brouard, 49105 Angers Cedex 2

<sup>4</sup> Chambre d'agriculture de Bretagne, Rue Maurice Le Lannou, CS 7422, 335042 Rennes Cedex

<sup>5</sup> Chambre d'agriculture des Pays-de-la-Loire, 9 rue André-Brouard, CS70510, 49105 Angers Cedex2

<sup>6</sup> Institut de l'Élevage, Monvoisin BP 85225, 35652 Le Rheu Cedex

<sup>7</sup> Chambre d'agriculture de l'Aveyron – parc d'activité du Bourget – 12400 Vabres L'Abbaye

<sup>8</sup> Chambre d'agriculture du Maine-et-Loire, 14 avenue Joxé, 49006 Angers Cedex 01

<sup>9</sup> Groupement de défense sanitaire de la Mayenne, BP 86113, 53061 Laval Cedex 9

<sup>10</sup> Chambre d'agriculture de Loire-Atlantique, Ferme expérimentale de Derval, La Touche, 44590 Derval

<sup>11</sup> Chambre d'agriculture de la Mayenne, BP 36135, 53061 Laval Cedex 9

<sup>12</sup> Lycée agricole de La-Côte-Saint-André, 57 avenue du général de Gaulle, 38260 La Côte-Saint-André

<sup>13</sup> Groupement de défense sanitaire de l'Isère, BP 2314, 38033 Grenoble Cedex 2

<sup>14</sup> Groupement de défense sanitaire de l'Ain, Les Soudanières, 01250 Ceyzeriat

<sup>15</sup> Inra-Agrocampus Ouest, UMR1348 Pegase, Domaine de la Prise, 35590 Saint-Gilles

**Correspondance :** [patrick.massabie@ifip.asso.fr](mailto:patrick.massabie@ifip.asso.fr)

### **Résumé**

L'eau, en tant que ressource naturelle, devient un enjeu environnemental de plus en plus important, compte-tenu d'un usage croissant et des disparités de disponibilité de la ressource. Les productions agricoles sont souvent mises en avant pour le prélèvement important qu'elles exercent sur cette ressource. Or, jusqu'à présent, peu de données de terrain étaient disponibles concernant les niveaux et les conditions d'utilisation de l'eau dans les élevages. Ce projet a permis d'obtenir les consommations d'eau par type d'élevage et par usage. Pour la filière porcine, l'abreuvement représente 93,6 % du total de l'eau consommée dans un élevage naisseur-engraisseur, soit 1330 l par porc produit (14,5 l par kg de carcasse). En élevage avicole, l'eau d'abreuvement des animaux représente près de 90 % de l'utilisation. Cela représente de 3,1 l à 5,0 l par volaille produite selon l'espèce considérée (du poulet export à la dinde). La quantité d'eau totale pour produire un veau de boucherie dans des conditions standard de production est de 2400 litres (18,4 l par kg de carcasse). La buvée représente 73 % du total utilisé. Pour les bovins et les ovins laitiers, l'abreuvement des adultes représente le poste le plus consommateur (65 % à 76 %). Cela va de 2,5 à 9,6 litres/j/brebis selon le niveau de production et la part de pâturage dans la ration. Pour les vaches laitières, le niveau d'abreuvement varie de 43 à 110 l/j/vache en fonction de la température maximale, du fourrage dominant et du niveau de production.

**Mots-clés :** eau, élevage, abreuvement, diagnostic, porc, aviculture, ruminants.

**Abstract:** Livestock water consumption control: development of a repository, identification of the means of reduction, construction of a diagnostic approach

Water as a natural resource, becomes a more and more important, taking into account environmental issue, growing use and contrasting availability of the resource. Agricultural production is often put forward for important picking on this resource. However, till now, little on farm data were available

concerning levels and conditions of use of the water in animal production farms. This project made it possible to document consumption of water by type of production and use. For the swine industry, watering is 93.6% of the total water consumed in a livestock breeder feeder is 1330 l per pig produced (14.5 litres per carcass kg). In poultry, the drinking water for animals represents almost 90% of the use. That is 3.1 l to 5.0 l per bird produced according to the species (chicken to turkey). The amount of total water to produce a calf for slaughter under standard production conditions is 2400 litres (18.4 l per kg of carcass). The drinking water contributes 73% of the total. For cattle and dairy sheep, adult watering represents the most (65% to 76%). This ranges from 2.5 to 9.6 litres/day/sheep according to the level of production and the share of grazing in the diet. For dairy cows, the watering level varies from 43 to 109 l/d/cow depending on the maximum temperature, the dominant forage and the level of production.

**Keywords:** water, breeding, watering, diagnosis, pig, poultry, ruminants.

## Introduction

Hors irrigation, l'ensemble des prélèvements des exploitations agricoles s'élèverait à un peu moins de 400 millions de m<sup>3</sup> par an (APCA, 2010), soit 7,5 % de l'ensemble des prélèvements agricoles. L'abreuvement des animaux représente la part essentielle et est estimé en général à 80 % de ce total. Le deuxième poste, inférieur à 10 %, concerne le lavage. Mais ces données générales ne distinguent pas les différentes filières animales et ne peuvent permettre de déterminer si des gains sont possibles. Globalement, les volumes utilisés sont peu comptabilisés car souvent d'origine puits ou forage. Même lorsque la consommation totale est connue, la répartition entre les différentes utilisations en élevage ne l'est pas. Or, ces usages sont très divers (eau pour la boisson, pour le lavage des locaux ou, dans certaines productions, refroidissement et/ou désodorisation, ainsi que pour le pré-refroidissement du lait). Il convenait donc, de déterminer, dans un premier temps, le poids de l'élevage dans l'utilisation de cette ressource. Ce premier travail devrait permettre aux éleveurs, dans différentes conditions de production, de disposer d'éléments objectifs sur les quantités d'eau nécessaires à leur activité, ainsi que sur la variabilité de ces quantités entre élevages.

Dans un deuxième temps, pour certaines filières, l'analyse plus fine des postes de consommation a permis l'identification de leviers d'action pour la maîtrise des consommations d'eau. L'utilisation de nouvelles ressources, essentiellement via les eaux pluviales, a aussi fait l'objet d'une évaluation, à la fois sur la faisabilité et sur les usages possibles.

A l'issue du projet, une démarche de diagnostic et/ou de conseil a été élaborée filière par filière pour sensibiliser les éleveurs à la maîtrise de la consommation d'eau. Cette démarche peut aussi s'adresser à différents intervenants comme les techniciens conseil, les acteurs de l'approvisionnement en eau (installateur, traitement...) ou les conseillers spécialisés.

Le projet a reposé sur un partenariat entre instituts techniques (Ifip, Itavi et Institut de l'Élevage), chambres d'agriculture (Bretagne, Pays-de-la-Loire et Aveyron), groupements de Défense Sanitaire (Mayenne, Rhône-Alpes) et lycées agricoles. Il a largement bénéficié du RMT Elevages et Environnement auquel participe la plupart des partenaires du projet. Pour la filière bovin lait, l'UMR Pegase de l'Inra a modélisé la consommation d'eau de la vache laitière et a confronté le modèle aux données obtenues dans des élevages suivis.

Ce projet s'est déroulé en trois phases dont les objectifs étaient les suivants :

- Construction d'un référentiel sur la consommation d'eau en élevage via des enregistrements en élevages commerciaux et en stations expérimentales ;
- Détermination des moyens d'action à développer pour économiser l'eau et pour valoriser de nouvelles ressources;
- Elaboration d'une méthode de diagnostic de l'utilisation des différentes ressources en eau.

## 1. Construction d'un référentiel sur la consommation d'eau en élevage

Il s'agissait d'une part de rassembler des données existantes soit au niveau de la bibliographie, soit au travers d'enregistrements existants mais non exploités. D'autre part, de nouvelles données concernant la consommation d'eau des élevages ont été collectées directement sur des exploitations. Le traitement conjoint de l'ensemble de ces éléments a permis d'obtenir des références en matière de consommation d'eau des élevages à la fois selon le type de production et pour les différents postes (abreuvement, lavage, refroidissement,...).

Le choix des élevages a été réalisé selon les filières, pour tenir compte des systèmes de production, de la répartition géographique, de la taille ou, pour la filière avicole, des espèces les plus importantes en terme de production.

### 1.1 Production porcine

Afin que les consommations d'eau soient représentatives des élevages français à la date de réalisation de l'étude, des critères ont été identifiés comme discriminants pour constituer l'échantillon. Les élevages ont tous été retenus sur le Grand Ouest de la France (Bretagne et Pays-de-la-Loire) qui représente près de 70 % de la production nationale (IFIP, 2008 et 2011). Ce sont prioritairement les élevages naisseurs-engraisseurs qui ont été suivis car ils regroupent plus de 80 % des truies et 60 % des porcs à l'engrais (IFIP, 2008 et 2011). Des élevages uniquement engraisseurs ont aussi complété le dispositif puisque plus de 20 % des porcs sont produits par ce type d'élevage (IFIP, 2008 et 2011). Par ailleurs, seuls les élevages logeant le animaux sur caillebotis intégral ont été retenus (près de 90 % des places tous stades confondus (IFIP, 2008 et 2011)). Enfin, la taille moyenne d'un élevage naisseur engraisseur était, en 2008, de 167 truies présentes. Ainsi, seuls les élevages de plus de 150 truies ont été retenus.

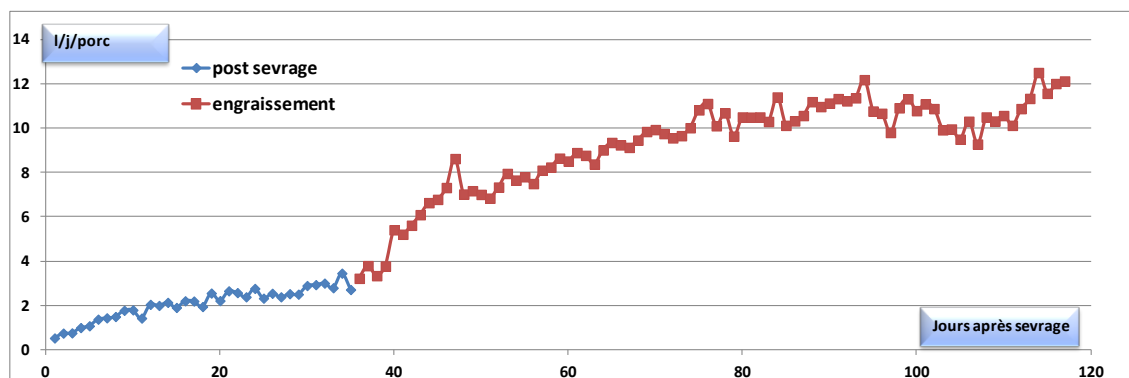
#### 1.1.1 Consommation d'eau d'abreuvement pour les systèmes d'alimentation humide

Pour les truies, en attente saillie ( $n=31$ ) ou en gestation ( $n=29$ ), les taux de dilution appliqués sont quasi identiques (4,64 l/kg d'aliment) mais avec de fortes variations (de 2,4 à 7,0). Avec les repas d'eau, cela correspond en moyenne à 17 l/j/truie. Durant la phase d'allaitement, seuls 10 élevages sont équipés pour une alimentation humide et apportent en moyenne 3,95 l/kg d'aliment avec des repas d'eau soit un total de 36,6 l/j/truie. Pour les porcs à l'engrais, le taux de dilution était en moyenne de 2,66 l/kg d'aliment (2,4 à 2,8). Pour une quantité moyenne d'aliment par porc à l'engrais de 2,28 kg/j (IFIP, 2010), la consommation d'eau est de 6,06 l/j/porc à laquelle s'ajoutent parfois les repas d'eau pour une valeur finale de 6,73 l/j/porc.

#### 1.1.2 Consommation d'eau d'abreuvement pour les systèmes d'alimentation sèche

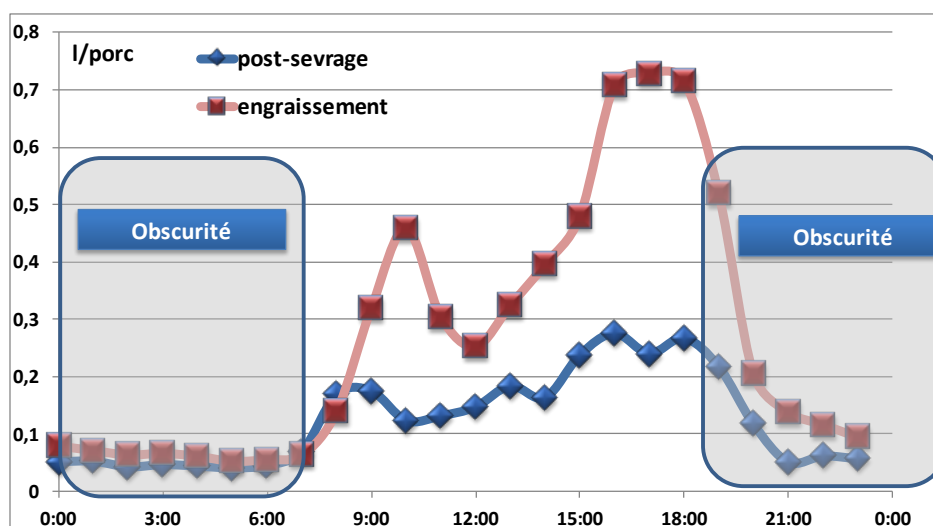
Pendant la gestation, peu de truies disposent réellement d'un libre accès à l'eau. Elles ont cependant de l'eau à disposition dans l'auge, mais ne peuvent pas déclencher l'ouverture du dispositif d'abreuvement, l'apport est programmé par l'éleveur (19,0 l/j/truie). Les données de consommation spontanée, pour ce stade, sont peu nombreuses. La moyenne journalière obtenue est de 23,8 l/j/truie.

Pendant la phase d'allaitement, les données globales montrent des valeurs qui diffèrent intra élevage. Ces variations sont essentiellement liées aux conditions météorologiques qui ont une incidence sur l'abreuvement des truies, de façon plus marquée que pour les porcs en croissance. La quantité d'eau totale consommée par portée avec un sevrage à 28 jours est en moyenne de 1014 l ( $\pm 160$ ) avec une part revenant à la truie qui correspond en moyenne à 84,6 % de ce total (857,8 l). Pour la phase de post-sevrage, la consommation d'eau moyenne est de 3,1 l/j/porc ( $\pm 0,98$ ). Pour les porcs à l'engrais, le niveau moyen observé est de 7,0 l/j/porc avec un accès permanent à l'eau. La consommation d'eau s'accroît en lien avec l'augmentation de la quantité d'aliment ingéré que ce soit en lactation ou en période de croissance (Figure 1).



**Figure 1** : Evolution de la consommation d'eau du porc après sevrage.

Par ailleurs, pour tous les stades, les enregistrements automatiques montrent clairement deux pics d'abreuvement liés à la période diurne (Figure 2). Ces résultats ont aussi été montrés dans d'autres études (Brumm, 2006 ; Mc Kerracher, 2007 ; Dybkjaer *et al.*, 2006).



**Figure 2** : Cinétique journalière de l'abreuvement du porc après sevrage.

### 1.1.3 Consommation d'eau hors abreuvement

Le lavage des locaux représente en moyenne près de 2300 l par truie présente pour un élevage naisseur engraisseur, soit 1 l/kg de carcasse.

Les systèmes de refroidissement utilisent en moyenne 1,5 l/j/porc lorsqu'ils sont en fonction. Les mesures effectuées en station montrent que le refroidissement engendré provoque une diminution de l'abreuvement dans une proportion équivalente à celle utilisée par le système utilisé. Il semble donc que la consommation d'eau liée à la mise en place de refroidissement n'augmente pas la quantité totale d'eau utilisée.

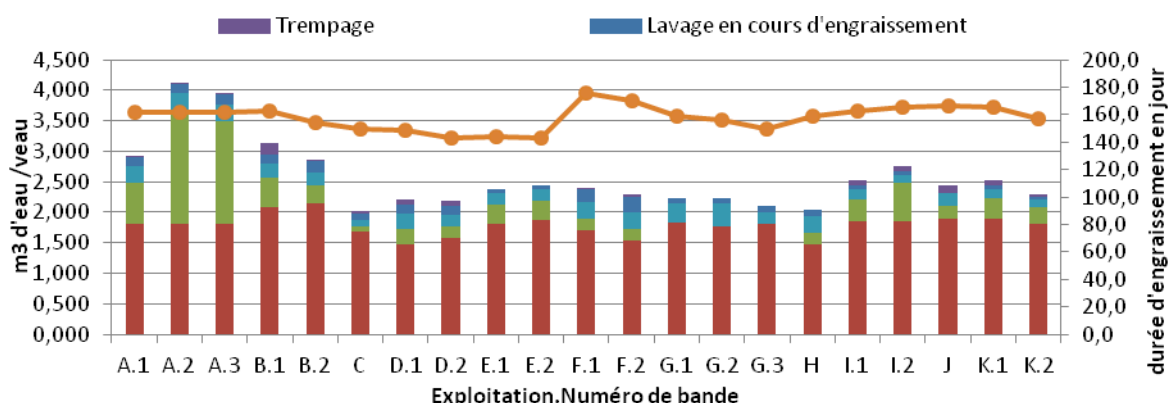
Le lavage de l'air extrait des bâtiments est un usage plus récent en élevage et ne concernerait que 3 % des places de porcs (IFIP, 2011). Ces procédés utilisent en moyenne 1,7 l/j/porc.

## 1.2 Ruminants

### 1.2.1 Veaux de boucherie

Le suivi de la consommation en eau a été réalisé en 2010 dans 13 élevages du réseau de référence du GIE Lait-Viande de Bretagne ainsi qu'à la station expérimentale de l'Institut de l'Élevage du Rheu, sur deux bandes de veaux successives (hiver / été) (Lepesme *et al.*, 2011). Les relevés montrent que la quantité d'eau totale pour produire un veau de boucherie dans des conditions standard de production (veau Prim'holstein élevé en 22 semaines en case collective sur caillebotis et alimenté au seau) est en moyenne de 2400 litres soit l'équivalent de 18,4 litres par kg de carcasse.

La préparation de la buvée pour l'allaitement représente la partie plus importante de la consommation d'eau (73 %). Elle nécessite entre 1400 et 2100 l d'eau par veau sorti. Ces quantités sont fixées par les fabricants d'aliments et répondent aux besoins physiologiques des veaux.



**Figure 3** : Consommation en eau en élevage de veaux de boucherie selon différents postes d'utilisation et durée d'engraissement en jours

Des variations plus importantes existent au niveau de l'apport hydrique avec des pipettes (0 à 680 l). Ce poste représente en moyenne 11% du total utilisé. Deux facteurs principaux influencent cette consommation : la quantité d'aliment solide de la ration (40 à 150 kg/veau) et la durée d'engraissement. Sur la base des données collectées dans les élevages, l'équation suivante peut être proposée pour prédire les consommations d'eau avec les pipettes :

$$CE = 0,01(\pm 0,002) \cdot AL + 0,0135(\pm 0,0098) \cdot NJ - 2,265(\pm 1,497)$$

$R^2 = 75\%$  ;  $N = 15$  (après élimination des bandes avec relevés manquants)

CE = consommation en m³ par veau par bande; AL = kg d'aliment solide totaux distribués par veau ;

NJ = nombre de jours d'engraissement.

Les opérations de nettoyage du matériel en cours d'engraissement et après le départ des veaux lors du vide sanitaire mobilisent en moyenne 398 litres d'eau par veau soit 16 % du total utilisé.

Deux postes sont à distinguer :

- En cours d'engraissement, les éleveurs lavent régulièrement le matériel de préparation et de circulation du lait afin d'éviter les développements microbiens. En règle générale, les canalisations sont rincées après chaque buvée et un nettoyage de l'ensemble du système est réalisé une fois par semaine à l'eau chaude avec une alternance d'utilisation de détergents basiques et acides. La quantité d'eau utilisée pour le lavage en cours d'engraissement est en moyenne de 120 l/veau. Des lavages intermédiaires des couloirs sont peu fréquents mais se révèlent consommateurs d'eau (7,5 m³ par bande en moyenne) lorsqu'ils sont pratiqués. Pour

réaliser ces lavages, certains éleveurs réemploient l'eau provenant du rinçage des canalisations afin de faire des économies d'eau.

- Le nettoyage réalisé après le départ des veaux lors du vide sanitaire mobilise 278 litres d'eau par veau, soit 70% du total d'eau de lavage. L'étude montre que le trempage des caillebotis avant le lavage est une pratique très répandue chez les éleveurs de veaux de boucherie. Son intérêt est reconnu pour faciliter l'étape de lavage qui suit. Cependant, les modalités de réalisation relevées sont très variables. Ceci a pour conséquence de créer des disparités considérables sur les consommations en eau utilisées. Même si les éleveurs sont très réservés sur l'intérêt d'un détergent lors de cette étape, un essai conduit à la station expérimentale du Rheu montre son intérêt pour économiser l'eau lors du lavage (quantité utilisée inférieure de 18% avec le détergent), tout en contribuant à améliorer les conditions de travail.

### 1.2.2 Bovins laitiers

Onze élevages de bovins laitiers situés en Régions Bretagne, Pays-de-la-Loire ou Rhône-Alpes ont été choisis avec des systèmes alimentaires différents (Ménard *et al.*, 2012) (Tableau 1).

Système fourrager		Nombre élevages	Nombre de vaches
Pâturage	Autres périodes		
Absence	Base ensilage maïs	3	195 (60 à 90 / élevage)
15 à 35 ares/VL		5	440 (37 à 170 / élevage)
Plus de 50 ares/VL	Ensilage maïs + herbe	2	105 (57 et 61 / élevage)
	Foin	2	90 (45 / élevage)

**Tableau 1 :** Répartition des élevages en fonction du système fourrager

#### Consommation annuelle

Les consommations annuelles ont été établies globalement et par poste en pourcentage annuel et en litres d'eau par litre de lait produit à partir des données de 6 élevages ayant des résultats complets sur l'ensemble des postes (Tableau 2). La consommation globale moyenne s'élève à 6,85 litres d'eau par litre de lait produit et varie de 5,12 (élevage 53-3) à 9,56 (élevage 01-1) (Tableau 2). L'abreuvement représente le poste le plus important (75,8 %) et varie de 61,4 à 81,6 %. Les opérations de nettoyage représentent 18,5 % des consommations dans ces élevages. Les fuites sont très variables d'un élevage à l'autre : de 0 à 11,3 % (4,8 % en moyenne). La consommation en eau des deux postes dominants (abreuvement et nettoyage du bloc traite) s'établit à 6,44 litres d'eau par litre de lait produit et varie de 5,05 à 8,95.

Postes de consommation	Litres d'eau / litre de lait produit <sup>(2)</sup>	En pourcentage <sup>(2)</sup>
Abreuvement (A) <sup>(2)</sup>	5,18 (4,04–7,46)	75,8 % (61,4–81,6)
Bloc de traite (B)	1,25 (0,88–1,71)	18,5 % (13,1–24,8)
Fuites (C)	0,35 (0,00–0,77)	4,8 % (0,0–11,3)
Autres (D)	0,06 (0,00–0,17)	0,9 % (0,0–2,5)
- lutte contre gel <sup>(3)</sup>	0,02 (0,00–0,09)	0,3 % (0,0–1,4)
- lavages divers	0,04 (0,00–0,17)	0,6 % (0,0–2,5)
Sous-total (A + B)	6,44 (5,05–8,95)	94,3 % (86,2–100)
Total	6,85 (5,12–9,56)	100 %

**Tableau 2 :** Consommation d'eau par poste pour les 6 élevages avec des données complètes <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Elevages 49-1, 35-1, 53-3, 53-4, 01-1 et 01-2 ; <sup>(2)</sup> Moyenne des 6 élevages (minimum – maximum) ; <sup>(2)</sup> Vaches laitières, génisses de renouvellement et veaux ; <sup>(3)</sup> lutte antigel par ouverture d'un robinet à très faible débit en période de gel

### Le référentiel sur l'abreuvement des bovins laitiers

Les données d'abreuvement journalières ou hebdomadaires obtenues dans les onze élevages ont été prises en compte en cas d'absence de fuites identifiées sur le réseau, si le type de ration était constant et si la classe d'animaux était bien identifiée. Ainsi, 2049 observations ont été validées dont 1619 pour les vaches laitières en production, 141 pour les vaches tarées et génisses gestantes, 109 pour les génisses de 1 à 2 ans, 129 pour les génisses de 6 mois à 1 an et 51 pour les veaux après sevrage. Pour chaque observation, trois variables (type de ration, température extérieure et niveau de production laitière) ont été renseignées pour leur prépondérance sur la consommation d'eau (ANSES, 2010) et leur facilité de recueil dans les élevages en prévision d'un usage simple du référentiel. Les données ont été traitées par analyse de variance avec la procédure MIXED de SAS par catégorie animale et par type de ration, ainsi que par le niveau de production pour les vaches laitières. Compte tenu des nombreux facteurs influençant les quantités d'eau bues et du nombre variable de données par site suivi, l'élevage a été intégré dans le modèle en effet aléatoire.

#### Vaches en production

Pour les vaches en lactation, 40 situations typologiques ont été renseignées (Tableau 3) selon les 7 types de rations, le niveau de production laitière et la température maximale moyenne de la période.

Temp max. (°C)	Production laitière (kg/VL/j)	Type de ration = fourrages dominants <sup>(4)</sup>						
		E. maïs	E. herbe	Foin	Pâturage	E. maïs + pâturage	E. herbe + pâturage	Foin + pâturage
< 20	< 10 kg	/ <sup>(2)</sup>	/	74,7 (4,4)	42,9 (6,3)	/	/	/
	10 à 20 kg	62,8 (4,5)	/	79,8 (1,5)	47,1 (5,6)	/	/	55,1 (7,3)
	20 à 30 kg	70,3 (2,3)	71,8 (3,9)	96,5 (2,2)	51,1 (5,1)	61,9 (2,8)	67,6 (10,9)	65,4 (13,6)
	30 à 35 kg	78,3 (2,4)	72,3 (3,9)	/	/	67,7 (3,0)	/	/
	≥ 35 kg	83,9 (2,5)	/	/	/	/	/	/
20 à 25	< 10 kg	/	/	/	55,9 (8,0)	/	/	/
	10 à 20 kg	/	/	/	59,7 (5,4)	62,6 (6,0)	/	60,6 (7,8)
	20 à 30 kg	80,3 (2,5)	93,3 (4,0)	/	56,4 (6,3)	73,2 (3,1)	76,2 (11,2)	75,8 (8,3)
	30 à 35 kg	82,5 (2,6)	/	/	/	75,2 (3,8)	/	/
	≥ 35 kg	94,0 (3,2)	/	/	/	/	/	/
≥ 25	< 10 kg	/	/	/	73,5 (6,6)	/	/	/
	10 à 20 kg	/	/	/	80,1 (6,0)	/	/	80,2 (7,5)
	20 à 30 kg	87,5 (2,5)	110,0 (5,2)	/	81,7 (9,1)	82,3 (3,2)	/	84,5 (8,0)
	30 à 35 kg	89,9 (3,1)	/	/	/	/	/	/
	≥ 35 kg	96,7 (3,9)	/	/	/	/	/	/
Nb données [élevage]		981 [8]	151 [5]	14 [2]	126 [7]	249 [6]	25 [3]	73 [3]
Test stat. <sup>(5)</sup>	• Temp.e	F=85,9 ***	F=85,9 ***	/	F=33,3 ***	F=45,9 ***	F=7,2 *	F=8,5 ***
	• Production	F=25,7 ***	F=0,1 ns	F=22,5 ***	F=0,3 ns	F=3,5 *	/	F=4,2 *
	• Interaction	F=4,4 **	/	/	F=0,4 ns	F=1,2 ns	/	F=0,84 ns

**Tableau 3 :** Référentiel pour l'abreuvement des vaches laitières en lactation (en litres/vache/jour) <sup>(1)</sup> par type de ration (fourrage dominant) selon les classes de niveau de production et de température maximale (temp. max.)

(1) Moyennes ajustées (écart-type) ; (2) / = situations non rencontrées ; (4) cellules en grisé = valeurs avec effectifs faibles (n ≤ 5), (5) ns = non significatif (P > 0,05), \* significatif (S) (0,05 ≤ P < 0,01), \*\* très S (0,01 ≤ P < 0,001), \*\*\* hautement S (P ≤ 0,001)

L'effet de la température maximale extérieure est très significatif pour tous les types de ration. L'effet du niveau de production laitière est aussi mis en évidence mais avec un niveau de significativité plus faible et variable selon le type de ration. Pour les rations avec pâturage seul, l'effet du niveau de production est même non significatif. La consommation moyenne ajustée du modèle d'analyse de variance varie de 42,9 litres par vache par jour (pâturage, température maximale inférieure à 20°C et niveau de production inférieur à 10 kg de lait par jour) à 110,0 litres par vache par jour (ensilage d'herbe dominant,

température maximale supérieure à 25°C et niveau de production de 20 à 30 kg). Les données obtenues sur le site expérimental des Trinottières (chambre d'agriculture 49) ont permis de valider le modèle prédictif de l'eau bue en le corrigeant de l'effet du type d'abreuvoir (bols vs. bac) (Boudon *et al.*, 2012).

### Le référentiel de l'abreuvement des vaches taries et des génisses laitières

Pour les vaches taries, les génisses et les veaux, 29 situations typologiques ont été renseignées (Tableau 4) selon 6 types de ration et les 3 classes de température précédemment décrites. L'effet de la température maximale extérieure est aussi très significatif dans toutes les situations. L'effet du type de ration est variable selon les catégories animales. Comme les vaches taries et génisses de plus de 2 ans étaient souvent regroupées dans les élevages suivis, le référentiel ne peut pas les distinguer. Leur consommation moyenne varie de 21,7 à 62,5 litres d'eau par animal par jour. La consommation moyenne des jeunes animaux varie dans les mêmes proportions :

- Génisses de 1 à 2 ans : 14,8 à 47,6 litres par jour,
- Génisses de 6 mois à 1 an : 19,0 à 32,0 litres par jour,
- Veaux après sevrage : 10,4 à 21,2 litres par jour.

Classes animales	Temp. max. (°C)	Type de ration = fourrages dominants <sup>(3)</sup>					Nombre Données [élevage]	Test statistique <sup>(4)</sup>		
		E. maïs	Foin / paille	Pâturage	E. maïs + pâturage	Foin + pâturage		Temp. max.	Type ration	Interaction
VL taries, génisses > 2 ans	< 20	41,4 (2,2)	54,8 (9,0)	21,7 (2,6)	/	31,9 (3,3)	141 [7]	F =	F =	F =
	20-25	/ <sup>(2)</sup>	62,5 (9,0)	34,5 (2,4)	/	51,4 (3,8)		22,3	23,9	3,58
	≥ 25	/	/	45,2 (2,6)	/	/		***	***	*
Génisses 1 à 2 ans	< 20	27,2 (3,3)	29,5 (2,8)	14,8 (3,0)	20,3 (4,1)	21,7 (3,0)	109 [7]	F =	F = 5,7	F =
	20-25	/	33,2 (3,0)	27,3 (2,7)	/	35,2 (4,3)		14,4	***	1,6
	≥ 25	/	/	34,4 (3,5)	/	47,6 (6,5)		***	ns	ns
Génisses 6 mois à 1 an	< 20	19,0 (2,3)	19,5 (2,2)	/	18,6 (3,9)	/	129 [3]	F =	F = 2,2	F =
	20-25	22,5 (2,7)	25,2 (3,4)	/	22,6 (3,1)	/		24,1	ns	0,48
	≥ 25	/	32,0 (5,4)	/	31,0 (4,8)	/		***	ns	ns
Veaux après sevrage	< 20	/	10,4 (2,4)	/	/	/	51 [2]	F =	/	/
	20-25	/	16,7 (3,2)	/	/	/		15,1	/	/
	≥ 25	/	21,2 (5,4)	/	/	/		***	/	/

**Tableau 4 :** Référentiel pour l'abreuvement des génisses et des vaches taries (en litres/vache/jour) <sup>(1)</sup> selon le type de ration (fourrage dominant) et la classe de température maximale

(1) Moyennes ajustées et écart-type entre parenthèses ; (2) / = situations non rencontrées ; (3) cellules en grisé = valeurs avec effectif faible ( $\leq 5$ ), (4) ns = non significatif ( $P > 0,05$ ), \* significatif ( $0,05 \leq P < 0,01$ ), \*\*\* hautement significatif ( $P \leq 0,001$ )

### 1.2.3. Ovins laitiers

A partir de septembre 2009, des compteurs d'eau ont été installés dans dix élevages de brebis laitières de race Lacaune du sud Aveyron et du Lévezou. En parallèle des consommations d'eau constatées, des informations sur des données météorologiques (températures et pluviométrie), de production laitière au contrôle de performance et des types de rations ont été collectées (Roussel *et al.*, 2012). Ce travail a été mené sur une année afin de quantifier chacun des postes de consommation : abreuvement des différents animaux et nettoyage des locaux et du matériel de traite et de stockage du lait.



### Consommation globale des élevages

La répartition de la consommation globale entre les différents postes a montré que, quel que soit l'élevage, l'abreuvement des brebis adultes représentait le poste le plus consommateur (65 %  $\pm$  7 %). Venaient ensuite le nettoyage du bloc traite (23 %  $\pm$  3,5 %) et l'abreuvement des agnelles de renouvellement (12 %  $\pm$  4,6 %).

### Abreuvement des brebis

En hiver, les besoins en eau sont les plus élevés dans les élevages présentant de forts niveaux de production (début et milieu de lactation). L'alimentation plus humide se traduit par une diminution de l'abreuvement de 0,5 l/j à 2,9 l/j selon la production laitière

Production laitière (litres/jour)	Ration sèche	Ration humide
Brebis gestantes	4,06 (0,32) <sup>(1)</sup>	2,77 (0,28)
0,45 à 1,5	6,28 (0,72)	5,81 (0,79)
1,5 à 2	7,05 (0,75)	5,95 (0,79)
2 à 3,1	9,59 (1,23)	6,74 (0,72)

**Tableau 5 :** Consommation d'eau (l/j) des brebis en hiver selon le type de ration et le niveau de production (PL).

(1) Moyenne (écart-type)

En été, la consommation d'eau croît avec la production laitière, la teneur en MS de la ration et la température extérieure. On observe une augmentation de 1,3 l/j entre des températures inférieures à 20°C et supérieures à 30°C pour une production laitière moyenne de 1 l/j.

Production laitière (litres/jour)	T. max. (°C)	Ration sèche	Ration humide
brebis gestantes	< 20	2,22 (0,32) <sup>(1)</sup>	1,78 (0,32)
	20-25	2,43 (0,31)	1,99 (0,31)
	25-30	2,96 (0,31)	2,52 (0,31)
	>30	3,69 (0,32)	3,25 (0,32)
0,45 à 1,5	< 20	2,49 (0,42)	3,72 (1,11)
	20-25	3,01 (0,42)	
	25-30	3,35 (0,43)	Effectif trop faible
	>30	3,79 (0,47)	
1,5 à 2	< 20	4,76 (0,46)	5,45 (1,11)
	20-25	5,27 (0,52)	
2 à 3,1	< 20	Effectif trop faible	4,85 (1,20)
	20-25		

**Tableau 6 :** Consommation d'eau (l/j) des brebis en été selon le type de ration, du niveau de production (PL) et de la température maximale extérieure (T.max.). (1) Moyenne (écart-type)

### Abreuvement des agnelles de renouvellement

La consommation en eau des agnelles est liée significativement à leur âge. Jusqu'à 100 jours, la consommation des agnelles est de 1,5 l/jour avant d'évoluer et de se stabiliser à 2,5 l/jour jusqu'à la mise bas.

### 1.3 Filière avicole

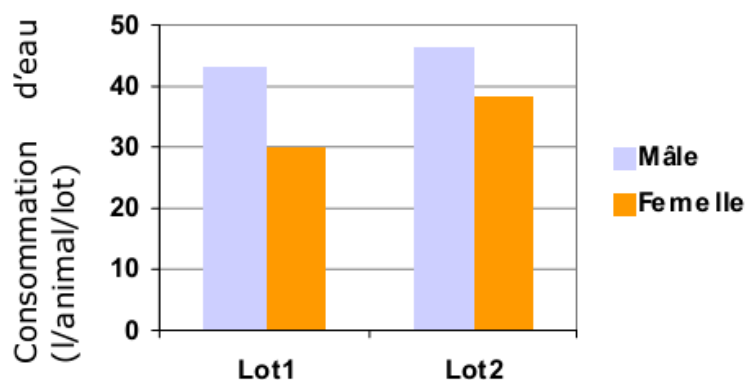
Pour la filière avicole, la situation de départ est différente dans la mesure où la consommation d'eau liée à l'abreuvement est un élément de pilotage de l'élevage. En effet, cette mesure permet de déterminer le bon déroulement de la phase d'élevage ou de production pour les couvoirs ou les poules pondeuses. Ainsi, en routine, il existe dans la plupart des élevages des enregistrements de la consommation d'eau. Les données collectées représentent donc un large échantillon des élevages français.

Les principales espèces concernées ont fait l'objet d'une exploitation des enregistrements collectés via les organismes de production.

Espèces	Quantité d'eau moyenne pour l'abreuvement	Unité
Poulet Export	120 ± 20%	m <sup>3</sup> /bande (base 28 000 animaux)
Poulet Standard	140 ± 20%	m <sup>3</sup> /bande (base 22 000 animaux)
Poules reproductrices	190-230	ml/poule/jour
Poules pondeuses	190 ± 1%	ml/poule/jour
Dinde	330-460	m <sup>3</sup> /bande (base 8 000 animaux)
Pintade	140-180	m <sup>3</sup> /bande (base 7 000 animaux)
Canards chair	25-40	L/canard
Canards PAG	30-45	L/canard
Canards gavage	25-40	L canard
Oies gavage	50-110	L/oie

**Tableau 7** : Consommations moyennes d'abreuvement estimées par espèce

La consommation journalière par poulet varie de 60 ml à 7 j à 380 ml à 56 j. Ces valeurs varient en fonction du type de production (export, standard et lourd) et de la durée d'élevage. La consommation des femelles est inférieure à celle des mâles de 9% environ. Les consommations dépendent également de la souche et du matériel utilisé. Pour la production de dindes, la consommation journalière varie de 40 ml à 7 j à 1 l à 20 semaines. Là encore, des variations sont observées selon le type de production (médium, lourd) et le matériel utilisé. La consommation journalière des pintades varie de 20 ml à 7 j à 150 ml à 12 semaines.



**Figure 4** : Consommations d'eau de canards de barbarie en fonction du sexe

Enfin, pour les canards, la consommation journalière varie de 100 ml à 7 j à 600 ml à 12 semaines. La consommation est de 25 à 40 l par canard et par lot. Comme pour les autres espèces, les femelles consomment moins d'eau que les mâles (Figure 4). Le comportement des canards est celui d'un animal aquatique, ce qui entraîne souvent du gaspillage. Une enquête réalisée en 2010 en élevage de poules pondeuses a permis de recueillir des références en termes de consommation d'eau. La consommation moyenne est de 192 ml/jour, avec peu de variation d'un élevage à l'autre. Cette valeur est à rapprocher de celle que l'on trouve dans le guide ISA (ISA, 2010) : environ 200 ml/jour à 20 °C. Le ratio eau/aliment est habituellement cité comme étant proche de 2.

Dans la réalité, ce ratio dépend beaucoup de la température : plus il fait chaud, plus la poule va boire et moins elle va consommer d'aliment, entraînant de ce fait une augmentation de ce ratio. En production de canard pour le foie gras, le poste le plus consommateur en eau est l'abreuvement, devant le lavage et le nettoyage. Les quantités d'eau utilisées pour la préparation du maïs (aliment utilisé pour le gavage) sont assez stables. En production d'oies, l'abreuvement représente les trois quarts de la consommation d'eau. Les palmipèdes consomment beaucoup d'eau, 57 litres par canard et 96 litres par oie.

Espèces	Quantité d'eau moyenne pour le nettoyage des bâtiments	Unité
Poulet	4-10	L/m <sup>2</sup>
Poules pondeuses	60-65	L/m <sup>2</sup>
Dinde	8-11	L/m <sup>2</sup>
Canards chair	60-65	L/m <sup>2</sup>
Canards PAG	18-20	L/m <sup>2</sup>

**Tableau 8** : Consommations moyennes pour le lavage par espèce

## 2. Détermination des moyens d'action pour économiser l'eau et valoriser de nouvelles ressources

### 2.1 Moyens d'action pour économiser l'eau

#### 2.1.1 Filière porcine

En élevage porcin, l'abreuvement représente la part la plus importante (93,6 %) de la consommation d'eau. C'est donc sur ce poste qu'ont été évaluées les marges de progrès, tout en maintenant les performances techniques. Des essais ont donc été conduits pour déterminer l'incidence du réglage sur la consommation d'eau des porcs à la fois en post-sevrage et en engraissement. Ces tests ont concerné à la fois le type d'abreuvoir et le débit. Un système de récupération a été mis en place pour déterminer la part de l'eau consommée non ingérée par les porcs. Pour la phase de post-sevrage, le type d'abreuvoir (forme du bol) a permis de réduire la consommation totale de 39 %. La part liée au gaspillage est du même ordre. Pour l'abreuvoir le plus économe, l'incidence du réglage du débit a aussi été déterminée en appliquant une valeur courante en élevage (2 l/min) qui correspond au double de la recommandation (1 l/min). Dans ce cas, l'eau totale utilisée par les porcelets est accrue dans une proportion qui va de 60 à 73 %. Il est à noter que la part relative du gaspillage reste presque constante et correspond à 18 à 20 % de l'eau totale. Mais la surconsommation des porcelets peut aussi être considérée comme de l'eau utilisée sans justification physiologique et donc gaspillée. Le même constat a été fait en élevage, où le changement d'abreuvoir et le réglage au débit préconisé ont amené une réduction de la consommation d'eau de 50 %.

Pour les porcs à l'engrais, les essais ont consisté à mesurer l'incidence du réglage du débit à l'abreuvoir sur la consommation d'eau et le gaspillage. Tout comme en post-sevrage, le doublement du débit s'accompagne d'un accroissement de la quantité d'eau consommée, sans effet positif sur les performances. L'augmentation est moins importante qu'en post sevrage et atteint 25 % en moyenne.

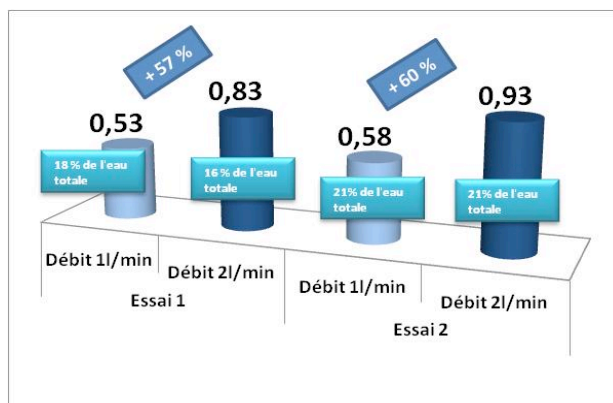


Figure 5: Evolution de la consommation d'eau en post sevrage en fonction du débit à l'abreuvoir

### 2.1.2 Ruminants

#### ***Veaux de boucherie***

Les moyens de maîtrise étudiés concernent le remplacement des pipettes par des buvettes et les techniques de nettoyage du matériel et du bâtiment en cours d'engraissement et lors du vide sanitaire (Martineau et Rosat, 2011 ; Martineau et al., 2013). En comparaison aux pipettes, les buvettes permettent de réduire de moitié le gaspillage de l'eau (1,4 vs 0,7 l/j/veau). Des essais ont été réalisés à la station du Rheu pour tester l'intérêt d'utiliser un détergent ajouté à l'eau de trempage lors du vide sanitaire. Avec le détergent, la quantité d'eau de lavage a été réduite de 18 %. Enfin, en termes de perspectives, l'origine de l'eau utilisée peut évoluer avec la possibilité de récupération des eaux de toiture actuellement non réalisée dans les élevages suivis. Cette solution peut être envisagée pour le lavage de salles lorsque l'éleveur n'a pas d'autre choix que d'utiliser l'eau du réseau public pour le lavage.

#### ***Bovins laitiers***

Les opérations de nettoyage au niveau de la traite (matériel de traite et sols du bloc traite) ont été analysées pour déterminer les gains potentiels en terme de consommation d'eau. Le recyclage des eaux de rinçage, moins chargées en lait et en produits lessiviels, permet d'économiser jusqu'à 50 % des volumes d'eaux blanches. Un nouveau concept de produits sans prélavage permet une économie en eau de 30 %. Le système de nettoyage en place utilisée dans l'industrie agro-alimentaire a été transposé au lavage du matériel et permet d'économiser 60 à 70 % d'eau. Pour ce qui concerne les sols, il est possible de presque diviser par deux la quantité d'eau (2,5 vs 4 l/m²) en mouillant préalablement à la traite les sols et les murs et en raclant les bouses avant lavage.

#### ***Bovins et ovins laitiers***

Le repérage et la gestion des fuites sont des éléments importants pour diminuer la consommation d'eau. La première condition est d'avoir un compteur d'eau pour détecter les fuites. La détection de fuites est possible avec un compteur général si le réseau de distribution est compartimenté (il peut alors être fermé par secteur) et si sa conception est bien connue (nature des canalisations, date de réalisation, zones à risque, localisation des canalisations enterrées). Les fuites peuvent être liées à une rupture de canalisation ou à un élément défectueux (vannes, colliers, joints,...).

### 2.1.3 Filière avicole

Une liste des points de contrôle pour maîtriser la consommation d'eau en élevage avicole a été constituée. Utilisable comme une aide au travail, ou un outil de formation pédagogique, ce document est destiné aux éleveurs et aux techniciens. Les leviers d'action principaux sont le réglage du matériel et l'entretien du système d'abreuvement. Des indicateurs ont été identifiés, comme la pose d'un compteur, l'état de la litière, ou encore l'analyse de la qualité d'eau. Chaque jour, il est conseillé de vérifier l'état de la litière, noter les consommations d'eau, ajuster la hauteur des pipettes, vérifier la pression de l'eau. Chaque semaine, les filtres doivent être vérifiés et la consommation d'eau hebdomadaire de la bande est calculée. Lors du vide sanitaire, il y a vérification du bon fonctionnement du matériel d'abreuvement.

### 2.2 Récupération des eaux pluviales

La réglementation semble autoriser l'utilisation des eaux de toitures pour des usages autres qu'alimentaires. Le lavage des salles ou du matériel quelle que soit la production peut donc tout à fait s'inscrire dans les usages autorisés. Mais le niveau sanitaire imposé en élevage avicole est tel qu'il n'est pas envisageable de réutiliser ces eaux pour le nettoyage des bâtiments ou le refroidissement. En production porcine, l'utilisation pour le lavage des salles est possible. Les analyses effectuées sur les eaux récupérées montrent que les germes observés diminuent en nombre avec la durée du stockage. Il apparaît indispensable de filtrer l'eau, afin d'enlever les particules. En élevage de ruminants, à partir de l'expérience des élevages visités et d'après la qualité des eaux de toiture, si elles sont correctement récoltées et stockées avec une installation bien entretenue, elles peuvent facilement être utilisées soit pour des réserves incendie, soit pour les opérations de nettoyage des sols ou d'engins de l'élevage. Elles peuvent aussi être utilisées pour l'abreuvement des ruminants à condition d'en surveiller la qualité chimique et bactériologique et de compléter par des traitements comme la désinfection si les résultats sont considérés comme médiocres. Il n'est pas recommandé de les utiliser pour le matériel en contact avec les produits, comme le lait pour l'installation de traite ou le tank.

## 3. Elaboration d'une méthode de diagnostic

### 3.1 Production porcine

Il est rapidement apparu que peu d'élevages disposaient de compteurs spécifiques à la production porcine. Par ailleurs, comme le montre l'enquête SCEES de 2008, plus de 60 % des élevages n'utilisent que l'eau de forage et 11 % le réseau d'eau potable qu'en cas de nécessité. Ils n'ont donc pas de facture, ou de relevé, indiquant leur consommation d'eau totale. Cette situation a conduit à utiliser une approche indirecte via le volume d'effluents liquides générés par l'élevage. Cette démarche ne peut s'envisager que dans le cas où tous les porcs sont sur caillebotis intégral. Mais cela couvre 87 % des places de truies et plus de 90 % des places de porcs sevrés (Enquête SCEES, 2008) et permet d'avoir un potentiel important d'élevages où la méthode peut s'appliquer. Pour chaque stade physiologique, des valeurs d'abreuvement considérées comme normales ont été définies d'après les relevés effectués durant la phase 1 du projet, confortées par les données de la bibliographie. De la même façon, une valeur a été affectée au lavage des salles par stade ou par porc produit suivant l'orientation de l'élevage. D'après les données collectées dans la bibliographie, et les volumes moyens de lisier produit par stade, un ratio a été affecté pour chaque valeur d'abreuvement. Ainsi, pour une consommation moyenne de 8 l/j pour un porc à l'engrais, 60 % de l'eau se retrouve dans le lisier. Toute l'eau consommée au-delà de 8 l/j est considérée comme produisant du lisier à 100 %. Pour le lavage, la totalité de l'eau utilisée est comptée dans la production de lisier. Pour les élevages ayant une alimentation liquide, les taux de dilution, les repas d'eau apportés sont renseignés et remplacent les valeurs par défaut.

Ainsi, en renseignant le nombre d'animaux par catégorie, le nombre de places par stade, une production théorique de lisier est calculée et comparée à la valeur donnée par l'éleveur. En cas de

différence supérieure à 15 %, en faveur de la donnée élevage, un diagnostic plus approfondi de la consommation d'eau au niveau de l'élevage est recommandé.

### 3.2 Ruminants

La démarche en élevage comprend plusieurs étapes. Premièrement, il faut définir un réseau contrôlable (avec un ou plusieurs compteurs). Deuxièmement, une évaluation des consommations « normales » est faite en utilisant les données du référentiel des ovins ou des bovins laitiers construits selon la même méthodologie. Troisièmement, un repérage des fuites est réalisé. Il faut ensuite disposer d'un relevé périodique des compteurs. L'eau utilisée pour les opérations de nettoyage est estimée sur descriptif des différentes opérations. Les autres utilisations ponctuelles sont aussi recensées. Le bilan global est alors fait en pourcentage.

$[\text{Volume relevé} - (\text{volume abreuvement} + \text{volume nettoyage} + \text{volume usage ponctuel})] / \text{Volume réel}$

Si < 0 % : bilan équilibré

Si + 0 à 5 % : bilan correct compte-tenu des incertitudes.

Si > 5 % : suspicion de fuites non détectées

1 - Abreuvement								
1.1 - vaches laitières								
périodes alimentaires		nb de jours	effectif moyen	fourrage(s) dominant(s)	lait à 4% kg/VL	moyenne des températures maximales	abreuvement (réf.) litres/animal/jour	besoins en eau (m <sup>3</sup> )
début	fin							
15/10/10	15/03/11	151	100,0	E. maïs	28,0	12,0°C	70,3	1061,530
15/03/11	15/04/11	31	90,0	E. maïs + pâturage	26,0	16,0°C	61,9	172,701
15/04/11	15/06/11	61	92,0	pâturage	24,0	21,0°C	56,4	316,517
15/06/11	15/07/11	30	84,0	E. maïs + pâturage	22,0	24,0°C	73,2	184,464
15/07/11	15/09/11	62	90,0	E. maïs	24,0	26,0°C	87,5	488,250
15/09/11	15/10/11	30	95,0	E. maïs + pâturage	29,0	19,0°C	70,3	200,355
		0						0,000
Total (ou moyenne)		365	91,8					2423,817

Figure 6: Extrait de la feuille de calcul pour les vaches en production

### 3.3 Filière avicole

La plupart des élevages avicoles sont équipés d'un compteur d'eau. La consommation d'eau quotidienne est reportée sur la fiche d'élevage. Le rapport eau / aliment est un indicateur de performance au même titre que l'indice de consommation d'aliment, ou le gain moyen quotidien. Les éleveurs avicoles sont donc déjà très alertés sur les questions de consommation d'eau. Néanmoins, des marges de progrès existent, qui sont plus ou moins importantes selon les types de production. Une grille de diagnostic global de l'eau en élevage avicole a été réalisé, reprenant les travaux déjà réalisés sur la qualité de l'eau, et les leviers d'actions pour une maîtrise de la consommation d'eau optimisée, ainsi que les références de consommations obtenues dans le cadre de ce projet. Ce diagnostic est à destination des éleveurs, et a pour objectif de leur faire entamer une réflexion sur la gestion de leur installation d'eau. Des conseils succincts y sont prodigués, et un guide organisé par grands thèmes techniques en relation avec l'eau (alimentation, matériel, refroidissement, abreuvement, nettoyage).

## Conclusion

Ce programme de travail a permis une sensibilisation des éleveurs à la problématique consommation d'eau en élevage. Il a aussi permis de mettre en commun les expériences des différentes filières d'élevage. Ainsi, la production ovine, en avance sur la récupération des eaux de toiture au niveau des élevages a fait profiter les autres partenaires de son expérience. Une réflexion commune a aussi été engagée sur la thématique du comptage de l'eau pour fournir aux éleveurs les éléments clés pour s'équiper et installer correctement les appareils du marché.

Concernant la consommation d'eau dans les élevages, il s'agit majoritairement de répondre aux besoins physiologiques d'abreuvement des animaux et peu de gains peuvent être attendus pour cette utilisation. Les autres usages comme le lavage des locaux peuvent être optimisés, mais l'économie totale en eau est très limitée. Ainsi, en élevage bovin laitier, le gain maximum serait de 0,5 l/l de lait produit.

### Références bibliographiques

ANSES, 2010. État des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage. ANSES Maisons-Alfort, 124 pages, ISBN978-2-11-128212-4.

APCA, 2010, L'agriculture au cœur de la gestion durable de l'eau, Document de synthèse, 26 pp.

Boudon A., Khelil-Arfa H., Thomas-Morel M., Banville M., Pam T.H.V., Ménard J.L., Brunschwig P., Huneau T., Coutant S., Lamy J.M., Faverdin P., 2012 Construction et validation d'un modèle de prédiction des besoins en eau des vaches laitières incluant l'effet de la température ambiante. Renc. Rech. Ruminants 19, 177-180.

Brumm M.C., 2006, Patterns of Drinking Water Use in Pork Production Facilities, Nebraska Swine Report, pp 10-13.

Dybkjær L.A., Jacobsen P.F., Tøgersen A., Poulsen H.D., 2006, Eating and drinking activity of newly weaned piglets: Effects of individual characteristics, social mixing, and addition of extra zinc to the feed, Journal of Animal Science 84, 702-711.

IFIP, 2008. Quels modèles d'élevage d'avenir pour la production porcine française, Rapport d'étude, 90 pp.

IFIP, 2010. Le porc par les chiffres, 46 pp.

IFIP, 2011. Bâtiments d'élevage porcin et environnement, Rapport d'étude, 70pp.

ISA, 2010. Guide d'élevage général des pondeuses, 42 pp.

Kerracher Mc D., 2007. Increasing Drinking Water Use Efficiency in a Commercial Alberta Pork Production Facility. Advances in Pork Production 18, 83-90.

Lepesme M., Martineau C., Quillien J.P., Briand P., Ménard J.L., 2011. Consommations d'eau en production de « veau de boucherie. Renc. Rech. Ruminants 18, 122.

Loobuyck M., Prévost M.C., Corbet V., Ménard J.L., Rosat O., 2010. Réduire la consommation électrique du tank grâce au pré-refroidissement du lait. GIE Lait-Viande de Bretagne, Institut de l'Elevage, 8 pages, ISBN 978-2-84148-947-3.

Martineau C., Rosat O., 2011. Réseau veau de boucherie 2008-2010 : des références pour avancer. Plaquette de diffusion GIE Elevages de Bretagne, 8 pages, ISBN 978-2-36343-114-1

Martineau C., Briand P., Rosat O., 2013. Economiser l'eau en élevage de veaux de boucherie. Plaquette de diffusion GIE Elevages de Bretagne. A paraître.

Ménard J.-L. Lepesme M., Brunschwig P., Coutant S., Fulbert L., Huneau T., Libeau J., Lowagie S., Magnière J.P., Nicoud M., Piroux D., Boudon A., 2012. Evaluation de la consommation en eau en élevage bovins laitiers et mise au point d'un référentiel simplifié de l'abreuvement des vaches, génisses et veaux après sevrage. Renc. Rech. Ruminants, 19, 173-176.

Prévost M.C., Ménard J.L., Leclerc M.C., 2010. La maîtrise de la consommation en eau en élevage bovin laitier : un enjeu sociétal environnemental, et économique. Institut de l'Elevage, 4 pages, ISBN 978-2-84648-688-5.

Roussel P., Wucher A., Thomas J., Lagriffoul G., Ménard J.L, Hassoun P., 2012. La consommation d'eau des élevages ovins laitiers en Aveyron. Renc. Rech. Ruminants 19, 215.