

## HYDRATATION DES ANIMAUX DE COMPAGNIE

Stratégies de gestion de l'équilibre  
hydrique chez le chat et le chien



L'eau est un nutriment essentiel, considéré comme l'élément le plus indispensable à la survie. Une perte d'eau corporelle de seulement 10 à 15 % peut entraîner la mort, alors même que les animaux sont capables de tolérer des pertes de graisses ou de protéines beaucoup plus élevées.<sup>1</sup>

Il existe plusieurs méthodes pour estimer les besoins en eau des chats et des chiens. En règle générale, les animaux en bonne santé ont une capacité d'autorégulation de leur apport hydrique pour compenser les pertes et satisfaire à leurs besoins.<sup>1</sup> Toutefois, il n'est pas clairement établi s'il s'agit d'un « apport hydrique optimal » ou si ces animaux sont « hydratés de manière optimale ». Des études chez l'homme suggèrent qu'une déshydratation même légère (< 3 % du poids corporel) peut avoir une incidence sur les performances et la cognition.<sup>2-5</sup> On ne sait pas encore si c'est le cas chez les animaux de compagnie.<sup>6</sup>

Il existe un certain nombre d'indications reconnues, comme par exemple une lithiase urinaire, où les animaux de compagnie peuvent bénéficier d'une augmentation de l'apport hydrique via une augmentation de la quantité d'eau ingérée, mais il peut également exister des indications supplémentaires.<sup>6</sup> Certaines études ont évalué les effets d'une augmentation de l'apport hydrique sur les indices d'hydratation ainsi que l'efficacité des méthodes permettant d'augmenter cet apport. Toutefois, il serait souhaitable d'avoir une meilleure compréhension de l'hydratation et de la manière dont l'état d'hydratation a une incidence sur la santé globale et le bien-être des chats et des chiens.<sup>6,7</sup>

## TABLE DES MATIÈRES

<b>2</b>	L'eau en tant qu'élément indispensable en termes de nutriment et de bien-être
<b>2</b>	Eau corporelle totale
<b>2</b>	Apport hydrique chez les animaux de compagnie
<b>3</b>	Facteurs ayant une incidence sur la consommation d'eau en libre accès chez les chats et les chiens
<b>3</b>	Déperdition hydrique chez les animaux de compagnie
<b>4</b>	Régulation de l'équilibre hydrique
<b>5</b>	Évaluation de l'hydratation chez le chat et le chien
<b>6</b>	Indications d'une augmentation de l'apport hydrique chez les animaux de compagnie
<b>6</b>	Méthodes permettant d'augmenter l'apport hydrique total chez les animaux de compagnie
<b>7</b>	Utilisation d'une nouvelle eau enrichie en nutriments pour inciter les animaux à boire davantage



## L'EAU EN TANT QU'ÉLÉMENT INDISPENSABLE EN TERMES DE NUTRIMENT ET DE BIEN-ÊTRE

L'eau a de nombreuses fonctions essentielles dans l'organisme. L'eau est le solvant dans lequel se produisent de nombreuses réactions chimiques de l'organisme et constitue la partie fluide du sang, qui véhicule les nutriments, y compris l'oxygène et les déchets métaboliques. L'eau contribue à réguler la température corporelle et favorise la digestion des aliments ainsi que l'élimination des déchets via l'urine et les fèces.<sup>1,8</sup>

Un certain nombre d'instances réglementaires nationales, par ex. au Royaume-Uni, aux États-Unis, en Nouvelle-Zélande et en Australie, considèrent également que l'eau est une « exigence de bien-être ».<sup>9,12</sup> L'association WSAVA (World Small Animal Veterinary Association) recommande d'adhérer aux « Cinq besoins fondamentaux du bien-être animal », un cadre de définition du bien-être animal qui, dans la disposition portant sur le « Besoin d'une alimentation correcte » intègre l'accès à de l'eau fraîche et propre.<sup>13</sup> Les cinq besoins fondamentaux du bien-être animal ont été élaborés dans le cadre de la Loi sur le bien-être des animaux (Animal Welfare Act) de 2006 au Royaume-Uni.<sup>9</sup> Aux États-Unis, l'USDA a récemment publié une nouvelle décision (mai 2020) mettant à jour une exigence selon laquelle les chiens doivent avoir accès à de l'eau potable 24 heures sur 24.<sup>10</sup>

## EAU CORPORELLE TOTALE

Les valeurs rapportées pour l'eau corporelle totale chez les chiens et les chats, exprimées en pourcentage du poids corporel, varient d'une surprenante valeur de 37 % chez un Husky à environ 80 % chez des chatons nouveau-nés. Les valeurs varient en fonction de l'âge, de la race, des méthodes utilisées et de la quantité de graisse corporelle (l'eau en pourcentage du poids corporel diminue avec l'augmentation de la graisse corporelle).<sup>14,23</sup> Étant donné que l'eau intracellulaire est contenue presque exclusivement dans la masse maigre plutôt que dans la graisse, une augmentation relative de la graisse corporelle entraîne une diminution de l'eau en pourcentage du poids corporel.<sup>17,18,24,25</sup> Plusieurs études Purina ont montré que l'eau corporelle totale constitue en moyenne environ 60 % de la masse corporelle chez les chats et les chiens adultes maigres.<sup>17,18</sup> Environ les deux tiers de l'eau corporelle totale se trouvent au niveau intracellulaire et un tiers au niveau extracellulaire, mais l'eau est en fluctuation permanente. Le liquide extracellulaire comprend le plasma sanguin et

le liquide interstitiel.<sup>24</sup> L'eau corporelle totale est maintenue sous forme d'équilibre entre les apports en eau et les pertes d'eau.

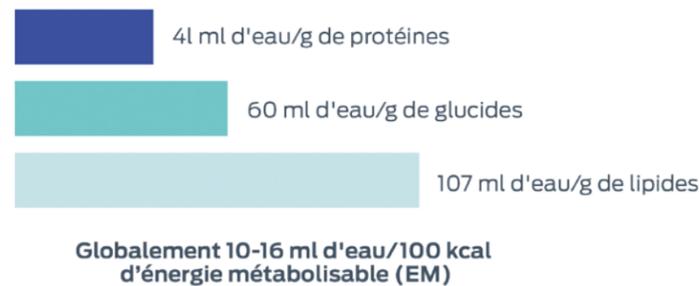
## APPORT HYDRIQUE CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

L'apport hydrique se décompose comme suit :

- Eau en libre accès c'est-à-dire l'eau que boit l'animal ; les animaux en bonne santé autorégulent généralement l'eau absorbée pour maintenir une homéostasie.<sup>1</sup>
- Eau contenue dans les aliments, également appelée « teneur en humidité ».

*La teneur en humidité des aliments en conserve commercialisés peut atteindre 80 à 85 % tandis que les aliments secs commercialisés contiennent généralement moins de 10 % d'eau.<sup>8</sup>*

- Eau métabolique, produite dans l'organisme via l'oxydation des nutriments énergétiques.<sup>1</sup>



**Figure 1 :** Quantité d'eau produite via l'oxydation des nutriments énergétiques<sup>1</sup>

L'apport hydrique indispensable à chaque animal peut être estimé d'après les critères suivants<sup>1</sup> :

- Poids corporel – 50-60 ml/kg/jour.
- Apport alimentaire sur une base de matière sèche 2-3 ml/g d'aliment (matière sèche)/jour.
- Apport alimentaire sur une base énergétique – rapport d'environ 1 ml d'eau pour 1 kcal d'énergie métabolisable (EM) consommée.

## FACTEURS AYANT UNE INCIDENCE SUR LA CONSOMMATION D'EAU EN LIBRE ACCÈS CHEZ LES CHATS ET LES CHIENS

Plusieurs facteurs, dont le régime alimentaire, l'environnement et le niveau d'activité sont susceptibles d'avoir une incidence sur la consommation d'eau spontanée d'un animal. Manger incite à boire, que ce soit par le nombre de repas ou la quantité de nourriture, mais aussi par la teneur de l'alimentation en nutriments spécifiques ayant une incidence sur la consommation d'eau en libre accès.<sup>1, 26-29</sup>

Une étude a mis en évidence que des chats nourris avec une alimentation de même valeur calorique mais fractionnée en 2 ou 3 repas par jour buvaient davantage que lorsqu'ils ingéraient les mêmes calories dans un seul repas.<sup>29</sup> Une autre étude a montré que des chats nourris *ad libitum* ingéraient davantage de nourriture et d'eau que s'ils étaient nourris une fois par jour.<sup>26</sup> Des études chez le chien ont montré que la consommation postprandiale d'eau en libre accès augmente lorsqu'ils sont nourris avec une plus grande quantité de nourriture ou avec des aliments à plus forte teneur en glucides.<sup>27,28</sup> Chez le chat, une augmentation de l'apport protéique alimentaire se traduit par une augmentation de la consommation d'eau<sup>30</sup>, tandis que des études ont montré qu'une augmentation du sodium alimentaire (sous forme de sodium ou de chlorure de sodium) entraîne une augmentation de la consommation d'eau en libre accès chez le chat et le chien (voir l'exposé plus approfondi au paragraphe *Méthodes permettant d'augmenter l'apport hydrique total chez les animaux de compagnie*).<sup>31-35</sup>

Les chats et les chiens ajustent leur consommation d'eau en libre accès en fonction de la teneur en humidité de leur nourriture, et boivent moins d'eau en libre accès lorsque la teneur en humidité de leur nourriture augmente. Il semble exister une limite supérieure au-dessus de laquelle ils ne peuvent plus réduire leur consommation d'eau en libre accès. Il n'a pas été clairement établi s'il existe une différence propre à l'espèce dans la façon dont les chats et les chiens s'adaptent en fonction de la teneur en eau de leur nourriture (voir l'exposé plus approfondi au paragraphe *Méthodes permettant d'augmenter l'apport hydrique total chez les animaux de compagnie*).<sup>8, 35-39</sup> Un animal de compagnie peut également augmenter sa consommation spontanée d'eau pour compenser une déperdition hydrique accrue consécutive à une élévation de la température ambiante ou à une activité physique intense, par exemple chez les chiens de travail.<sup>1</sup>

Bien que la plupart des chats maintiennent une hydratation normale, plusieurs facteurs uniques peuvent contribuer à une faible consommation d'eau chez les chats :

- Les chats ont évolué en tant que carnivores exclusifs, qui se nourrissent de proies sauvages, telles que des oiseaux et des souris. En règle générale, la teneur en humidité des proies est élevée (environ 70 %)<sup>40</sup> et les proies ont généralement meilleur goût que l'eau. Grâce à la teneur en humidité apportée par la proie, peu voire aucune consommation d'eau en libre accès est nécessaire pour satisfaire les besoins quotidiens en eau d'un chat.<sup>41</sup>
- Les chats ressentent moins la sensation de soif que les chiens.<sup>8, 35, 42</sup> Ils sont capables de produire une urine beaucoup plus concentrée que les chiens, ce qui leur permet de préserver leur eau corporelle.<sup>8, 35</sup> Les chiens commencent à boire et à compenser un déficit hydrique beaucoup rapidement que les chats.<sup>35</sup>
- Dans les foyers hébergeant plusieurs animaux, les chats peuvent, lorsqu'ils partagent un même bol d'eau, avoir le sentiment qu'ils risquent d'être attaqués par un congénère et être moins enclins à boire. Dans ce cas, les vétérinaires recommandent d'utiliser plusieurs bols d'eau et d'éviter de les placer dans les coins d'une pièce.
- Compte tenu de sa faible capacité à faire la mise au point sur un objet à moins de 25 cm de distance, un chat peut avoir du mal à discerner la surface immobile de l'eau d'un bol.<sup>43</sup>

Une diminution de l'apport hydrique peut constituer un risque pour les chiens et les chats âgés<sup>6, 44, 45</sup> mais aussi pour les chats qui se remettent d'une chirurgie ou d'une maladie et peuvent être moins enclins à boire. Les besoins en eau des chiens de travail très actifs ou des chiens qui se dépensent beaucoup, risquent de ne pas être satisfaits s'ils ne sont pas spécifiquement encouragés à boire par leur maître ou leur propriétaire.<sup>46</sup> Il existe aussi un risque d'apport hydrique insuffisant si les animaux n'ont pas accès à de l'eau potable ou sont à l'extérieur dans des climats froids où leur eau de boisson risque de geler.

## DÉPERDITION HYDRIQUE CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

L'eau est éliminée par l'organisme via plusieurs voies :

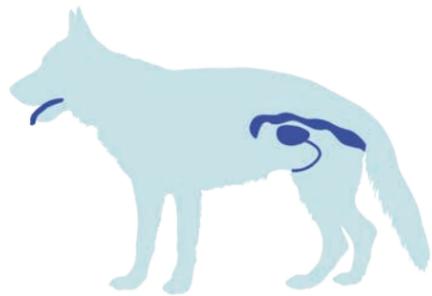
- L'urine est la principale voie d'élimination de l'eau avec : **Une perte d'eau obligatoire (pour l'excrétion de la charge en solutés) – en fonction de la quantité d'aliments ingérés et des nutriments contenus dans les aliments, par ex. protéines et minéraux**

**Une perte d'eau libre (facultative) – régulée par l'arginine vasopressine en réponse à l'osmolalité plasmatique (voir l'exposé sur l'équilibre hydrique dans la section suivante).<sup>1,8</sup>**

■ **Fèces.<sup>1,8</sup>**

Des recherches ont montré que les quantités relatives d'eau excrétées dans l'urine et les fèces sont fonction de la teneur énergétique, de la teneur en lipides et de la digestibilité du régime alimentaire chez les chats. Un régime alimentaire à forte densité énergétique, à forte teneur lipidique ou extrêmement digeste entraîne un moindre apport de matières sèches, une moindre quantité d'eau dans les fèces et une plus forte proportion d'eau dans l'urine.<sup>8</sup>

■ **Pertes d'eau insensibles, c'est-à-dire évaporation respiratoire, en particulier halètement du chien ou toilettage du chat, qui sont leurs principaux mécanismes de refroidissement.<sup>1,8</sup>**



**Figure 2 :** Voies de la déperdition hydrique chez le chien – urine, fèces et halètement

Des pertes d'eau élevées peuvent être associées à des problèmes de santé ou à des conditions environnementales spécifiques :

- Vomissements ou diarrhée.<sup>24</sup>
- Maladie rénale chronique – une déshydratation peut être problématique chez les animaux de compagnie atteints d'une maladie rénale chronique mais aussi un facteur de risque d'apparition de ce type de maladie.<sup>47,48</sup>
- Diabète – une glycosurie entraîne une augmentation des pertes d'eau urinaires obligatoires.<sup>49</sup>
- Perte de sang ou de plasma.<sup>24</sup>
- Températures ambiantes élevées en raison de l'augmentation des pertes respiratoires.<sup>35</sup>
- Augmentation du halètement chez les chiens de travail ou de sport.<sup>8</sup>

## RÉGULATION DE L'ÉQUILIBRE HYDRIQUE

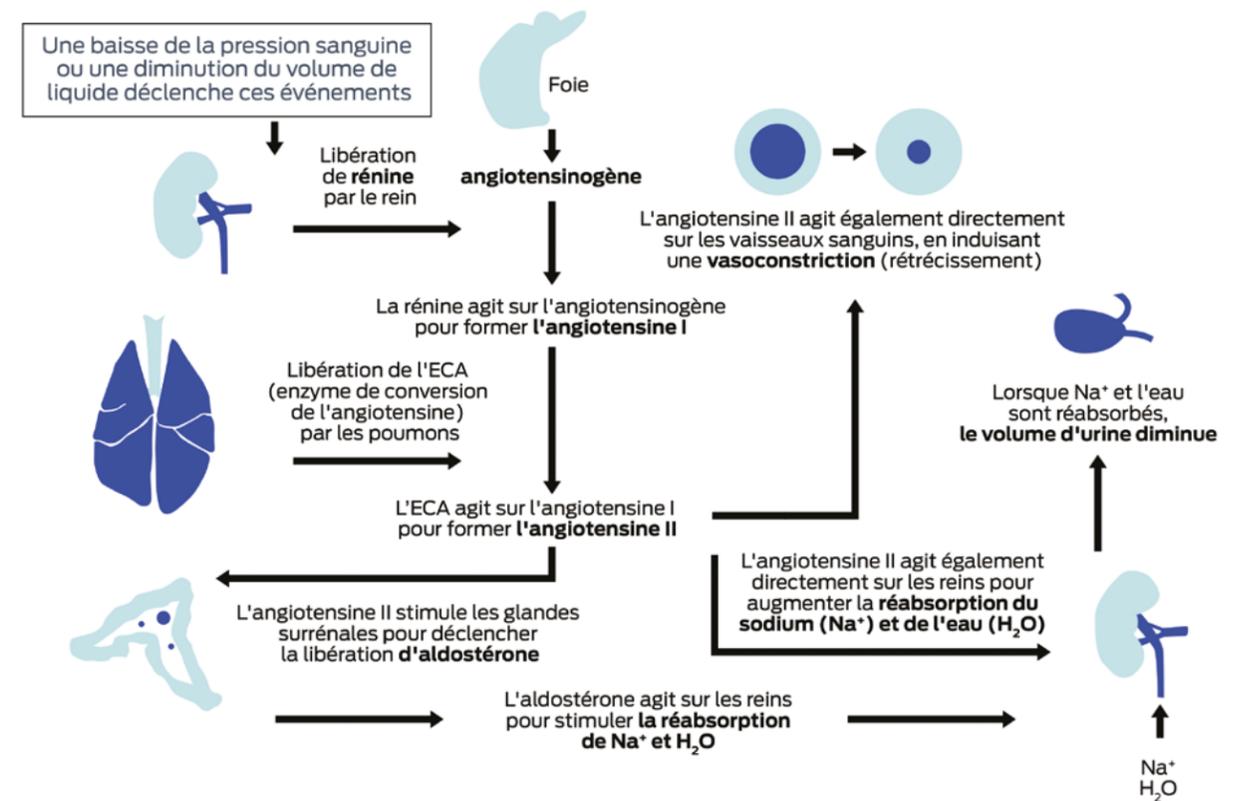
L'équilibre hydrique désigne la différence entre les apports et les pertes d'eau.<sup>1,8</sup> En règle générale, les animaux en bonne santé ont une capacité d'autorégulation de leur apport hydrique pour compenser les pertes.<sup>1</sup> L'équilibre hydrique est régulé dans l'organisme par plusieurs hormones qui réagissent aux variations de la volémie ou de l'osmolalité plasmatique. Cette régulation implique principalement l'arginine vasopressine (AVP, également appelée vasopressine ou hormone antidiurétique) et le système rénine-angiotensine-aldostérone.

**L'osmolalité plasmatique dépend principalement de la concentration de sodium et dans une moindre mesure des concentrations de glucose et d'urée.**

Une augmentation de l'osmolalité plasmatique déclenche une sensation de soif, qui entraîne une augmentation de la consommation d'eau et déclenche également la libération d'AVP par l'hypophyse. Sous l'effet de l'AVP, les tubules collecteurs deviennent perméables à l'eau qui est ainsi réabsorbée, ce qui contribue à normaliser l'osmolalité plasmatique tout en diminuant la quantité d'urine sécrétée et en augmentant sa concentration. Une diminution de la volémie provoque également la libération d'AVP qui entraîne une vasoconstriction artérielle et une élévation de la pression artérielle. Toutefois, la réponse principale aux variations du volume sanguin est médiée par le système rénine-angiotensine-aldostérone. Une diminution du volume sanguin ou une baisse de la pression sanguine réduit la perfusion rénale qui est détectée par les cellules juxtaglomérulaires ce qui provoque la sécrétion de l'enzyme rénine. La rénine convertit l'angiotensinogène en angiotensine I. L'enzyme de conversion de l'angiotensine convertit ensuite l'angiotensine I en angiotensine II. L'angiotensine II stimule le cortex surrénalien pour qu'il libère de l'aldostérone, ce qui a pour effet une réabsorption du sodium au niveau des tubules rénaux distaux et par conséquent une conservation de l'eau (ce qui se traduit par une diminution du volume urinaire). L'angiotensine II a aussi des effets directs sur les tubules rénaux proximaux avec une augmentation de la réabsorption du sodium et donc de l'eau au niveau des tubules proximaux ; elle entraîne une élévation de la pression sanguine en induisant une vasoconstriction des artérioles.<sup>1,8,25,50</sup>

**Figure 3 :**

Système rénine-angiotensine-aldostérone



## ÉVALUATION DE L'HYDRATATION CHEZ LE CHAT ET LE CHIEN

Plusieurs méthodes permettent d'évaluer l'hydratation en pratique clinique. Ce sont notamment l'évaluation du temps de remplissage capillaire ; l'examen des muqueuses, c.-à-d. gluantes (collantes) ou humides, froides ou chaudes au toucher ; le test du pli cutané ; l'hématocrite et la densité urinaire (DU, une mesure de la concentration urinaire).

Une étude Purina a évalué plusieurs de ces méthodes sur des chiens de travail ayant une activité physique intense dans le but d'identifier une méthode sensible qui pourrait être appliquée sur le terrain par du personnel non vétérinaire. Selon les chercheurs, le test du pli cutané, mais non le temps de remplissage capillaire, est un indicateur de l'état d'hydratation fiable et facile à réaliser chez les chiens ayant une activité physique intense pour évaluer des niveaux de déshydratation très légers, soit environ 1 % de perte d'eau corporelle (mesurée comme une perte corporelle aiguë).<sup>46</sup> Au final, ce test est précieux car il offre une méthode pratique

et sensible qui facilite une intervention de réhydratation précoce sur le terrain afin de minimiser l'évolution de la déshydratation vers un stade plus grave. L'étude a également montré que la DU varie considérablement chez les chiens en bonne santé. On peut retrouver une large plage de valeurs « normales » - au cours de la journée à la fois chez un chien et parmi plusieurs chiens<sup>51,52</sup>, ce qui peut être un facteur de confusion pour définir un « état d'hydratation optimal ».

Les méthodes d'évaluation de l'hydratation utilisées dans un contexte de recherche/laboratoire (qui sont toutes non invasives) sont notamment l'imagerie par résonance magnétique quantitative (QMR), la dilution à l'oxyde de deutérium et l'absorptiométrie à rayons X en double énergie.<sup>17, 18, 53</sup> Toutefois, bien qu'il s'agisse d'excellents outils de recherche, ce ne sont pas actuellement des outils cliniques viables.

## INDICATIONS D'UNE AUGMENTATION DE L'APPORT HYDRIQUE CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

Une déshydratation, ou un bilan hydrique négatif, peut survenir chez les animaux de compagnie en cas de faible consommation d'eau, de pertes d'eau accrues, ou dans les deux cas cumulés. Bien que l'augmentation de l'apport hydrique soit bénéfique chez les animaux de compagnie déshydratés ou susceptibles de se déshydrater (par exemple, les animaux ayant une activité physique intense à des températures ambiantes élevées), il est généralement recommandé d'augmenter les apports hydriques chez les animaux atteints de lithiase urinaire et les chats atteints de cystite idiopathique.<sup>54-56</sup> Il a été démontré que la consommation d'aliments à faible teneur en humidité est un facteur de risque potentiel de lithiase urinaire chez les chiens et les chats.<sup>57-59</sup>

L'objectif principal en toile de fond de l'augmentation de l'apport hydrique est la production de quantités accrues d'urine plus diluée, ce qui se traduit par une réduction du ratio de sursaturation (RSS) en minéraux à l'origine d'une lithogénèse urinaire et de la concentration des autres substances irritantes dans l'urine. Une augmentation de la consommation d'eau permet aussi d'augmenter la fréquence des mictions et de raccourcir la durée de séjour dans la vessie des composés susceptibles de former des urolithes ou de provoquer une irritation.<sup>56,60</sup>

Une augmentation de l'apport hydrique est également recommandée chez les chats sujets à la constipation<sup>61</sup>, car cela contribue à ramollir les selles.

## MÉTHODES PERMETTANT D'AUGMENTER L'APPORT HYDRIQUE TOTAL CHEZ LES ANIMAUX DE COMPAGNIE

Diverses méthodes ont été utilisées pour augmenter l'apport hydrique chez les chats. Bien que les chats boivent davantage d'eau en libre accès lorsque leur nourriture est sèche que lorsque leur nourriture est humide, afin de compenser la faible teneur en humidité de la nourriture sèche, ils peuvent néanmoins avoir un apport hydrique total quotidien plus faible (rapport eau/calories plus faible) lorsqu'ils mangent de la nourriture sèche.<sup>35-37,62</sup> Un certain nombre d'études suggèrent que des teneurs en humidité alimentaires supérieures à 70-75 % (aliments en conserve ou aliments avec addition d'eau) entraînent une augmentation du rendement en eau.<sup>37,62,63</sup> Une étude a montré que des chats nourris avec un régime

« hydraté » à 70 % (nourriture sèche avec addition d'eau) ont produit un plus grand volume d'urine et une urine plus diluée que des chats nourris avec un régime alimentaire sec.<sup>63</sup> Une deuxième étude dans laquelle la consommation spontanée d'eau a également été mesurée a montré que les chats nourris avec un régime en conserve (82 % d'humidité) ou un régime hydraté à 70 % avaient un apport hydrique significativement plus élevé, un plus grand volume d'urine et une urine plus diluée que les chats nourris avec un régime alimentaire sec (3 % d'humidité).<sup>62</sup> Dans une autre étude, les chercheurs ont mesuré l'apport hydrique total quotidien chez des chats en bonne santé nourris avec un régime alimentaire sec (6,3 % d'humidité) ou avec la même nourriture sèche additionnée de quantités d'eau déionisée (donnant des régimes hydratés avec 25,4, 53,2 et 73,3 % d'humidité). Les résultats ont montré que les chats qui mangeaient le régime à 73,3 % d'humidité avaient un apport hydrique total quotidien considérablement accru et une diminution de la DU et du RSS en oxalate de calcium.<sup>37</sup>

Un régime à forte teneur en sodium est une autre méthode pour inciter les animaux à boire. Il a été démontré que les régimes à fortes teneurs en sodium<sup>32</sup> ou en chlorure de sodium (sel)<sup>31, 33</sup> stimulent l'apport hydrique chez les chats tout en augmentant le volume d'urine et/ou en diminuant la DU. Une étude Purina a révélé que les chats nourris avec un régime alimentaire à forte teneur en sel produisaient des volumes d'urine significativement plus élevés et buvaient davantage d'eau, bien que cette augmentation ne soit pas statistiquement significative.<sup>64</sup> D'autres études ont montré que les chats nourris avec des régimes alimentaires secs à teneurs accrues en sodium avaient un RSS en oxalate de calcium significativement plus bas que les chats nourris avec des régimes alimentaires à plus faibles teneurs en sodium.<sup>32</sup> Une autre étude a révélé que les RSS en oxalate de calcium et en struvite étaient significativement plus faibles chez les chats nourris avec des régimes alimentaires secs à teneurs accrues en sel que chez les chats nourris avec des régimes à plus faibles teneurs en sel.<sup>33</sup> Malgré les problèmes de santé potentiels associés à ces régimes chez l'homme, l'étude a démontré que des teneurs accrues en sodium<sup>32</sup> ou en sel<sup>31,65-69</sup> dans les régimes alimentaires administrés à des chats en bonne santé et vieillissants n'entraînent pas d'élévation de la pression sanguine et n'ont pas d'incidence négative sur la fonction cardiaque ou rénale.

L'utilisation d'une fontaine à eau ou d'une autre source d'eau en cascade, par exemple eau du robinet ou eau en circulation a été recommandée pour inciter les chats à boire davantage. Toutefois, l'étude a également montré qu'aucune n'était incontestablement meilleure pour inciter les animaux à boire de l'eau.<sup>69, 70</sup>, même si certains chats ont bel et bien consommé davantage d'eau, ce qui était l'expression de préférences personnelles.<sup>70</sup> D'autres recommandations préconisent de proposer plusieurs bols d'eau, par exemple des bols similaires aux écuelles des chiens (bols larges pour éviter que les moustaches des chats ne touchent les parois du bol), ou des récipients en acier inoxydable ou en céramique, et de les disposer à des emplacements où les chats ne se sentent pas menacés lorsqu'ils boivent.

Chez les chiens, comme chez les chats, une stratégie pour augmenter l'apport hydrique consiste à donner de la nourriture humide (ou à ajouter de l'eau à la nourriture sèche). Certaines études chez le chien ont montré que l'apport hydrique total est similaire, que leur nourriture soit sèche ou humide, car les chiens boivent plus ou moins en fonction de la teneur en humidité de leur nourriture.<sup>35-38, 39</sup> Cependant, une étude a montré que ceci n'est vrai que jusqu'à un certain point. Les chercheurs ont distribué la même quantité de nourriture sèche à des chiens, mais à laquelle ils ont ajouté une quantité d'eau différente (de 0,25 à 5 fois supérieure au volume de la nourriture) et ont mesuré la consommation d'eau en libre accès. Ils ont constaté qu'avec une augmentation de la quantité d'eau ajoutée à la nourriture, les chiens buvaient des quantités décroissantes d'eau en libre accès, en conservant un apport hydrique total constant. Cependant, dès lors que le volume d'eau ajoutée était égal à deux fois le volume de nourriture sèche, la consommation spontanée d'eau en libre accès ne diminuait plus lorsque davantage d'eau était ajoutée à la nourriture. En conséquence, les apports hydriques totaux étaient plus grands lorsque les chiens étaient nourris avec des aliments ayant une teneur en humidité supérieure à 66 %.<sup>39</sup>

Une autre approche pour augmenter l'apport hydrique total chez les chiens consiste à les nourrir avec un régime alimentaire à teneur accrue en sodium ou en sel.<sup>1</sup> Une étude Purina a révélé que les chiens nourris avec un régime à teneur accrue en sel produisaient des volumes d'urine significativement plus élevés et une urine plus diluée et affichaient une tendance à l'augmentation de l'apport hydrique bien que non statistiquement significative.<sup>71</sup> D'autres études ont montré une augmentation de l'apport hydrique ou du volume d'urine ainsi qu'une diminution du RSS en oxalate de calcium lorsque les chiens étaient nourris avec un régime alimentaire sec à teneur accrue en sodium<sup>34</sup> ou avec des aliments en conserve à teneurs accrues en sel.<sup>72</sup> Une autre étude a révélé que chez des chiens en bonne santé, l'administration de régimes alimentaires secs à teneurs accrues en sel entraînait une augmentation de l'apport hydrique et des volumes d'urine ainsi qu'une diminution du RSS en oxalate de calcium et en struvite.<sup>33</sup>



**Figure 4 :** Les fontaines à eau sont parfois utilisées pour tenter d'augmenter la consommation d'eau chez les chats.

## UTILISATION D'UNE NOUVELLE EAU ENRICHIE EN NUTRIMENTS POUR INCITER LES ANIMAUX À BOIRE D'AVANTAGE

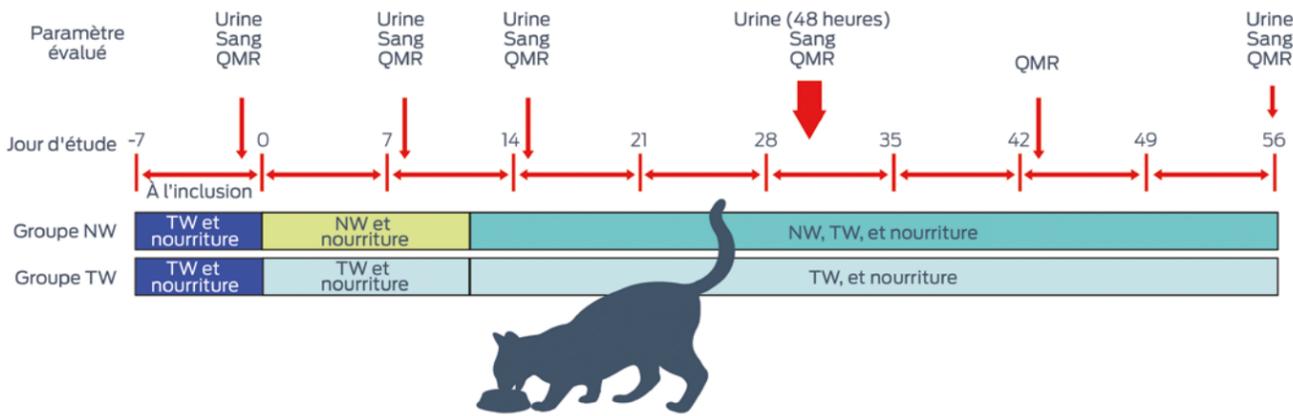
Une nouvelle approche conçue pour augmenter l'apport hydrique total consiste à administrer de l'eau enrichie en nutriments. L'eau enrichie en nutriments et aromatisée, développée et formulée par des chercheurs de Purina®, est supplémentée en osmolytes organiques, incluant des acides aminés issus d'un isolat de protéines de lactosérum et de protéines de volaille hydrolysées, et du glycérol. Ces solutés contribuent à réguler le déplacement de l'eau à travers les membranes cellulaires en réponse aux gradients de pression osmotiques.<sup>73</sup>

Les chercheurs de Purina ont mené plusieurs études évaluant les effets de l'eau enrichie en nutriments sur l'apport hydrique quotidien et sur les mesures de l'hydratation chez les chats et les chiens.<sup>6,7,74-77</sup>

### Une étude chez le chat démontre les bénéfices d'une eau enrichie en nutriments sur l'hydratation<sup>7</sup>

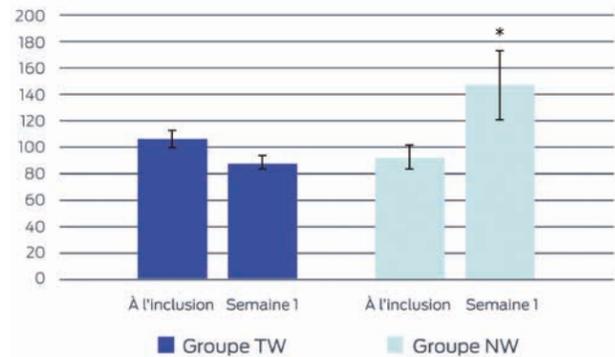
Dans cette étude, 18 chats adultes en bonne santé ont eu accès *ad libitum* à un régime alimentaire sec et à de l'eau du robinet (TW) pendant une période d'inclusion d'une semaine (jours -7 à -1). Les chats ont ensuite été randomisés en deux groupes (n = 9 dans chaque groupe). Puis, on a continué à proposer de l'eau du robinet (TW) comme source d'eau au groupe TW. On a proposé au deuxième groupe de chats – le groupe NW – de l'eau enrichie en nutriments (NW) comme seule source d'eau pendant 11 jours (jours 0 à 10), puis TW et NW (dans des bols séparés dont les emplacements étaient alternés quotidiennement) afin d'identifier une préférence pour l'une de ces eaux pendant la durée de l'étude (jours 11 à 56).

La consommation de liquide en libre accès a été mesurée quotidiennement à l'aide d'un système de surveillance automatisé. Des échantillons de sang et d'urine ont été prélevés aux jours -1, 8, 15, 30 et 56, et une QMR a été réalisée aux jours -1, 8, 15, 30, 43 et 56 pour évaluer l'état d'hydratation. L'urine a été prélevée par cystocentèse, sauf sur une période de 48 heures aux jours 28 à 30 ou 31 à 33 lorsque le volume mictionnel a été recueilli pour mesurer le volume total de l'urine produite par chaque chat.



**Figure 5 :**  
Schéma d'une étude destinée à évaluer les effets d'une eau enrichie en nutriments (NW) sur les indices d'hydratation.  
TW = eau du robinet. QMR = imagerie par résonance magnétique quantitative.

Les résultats ont montré qu'à l'inclusion, la consommation de TW et de nourriture était similaire entre les groupes. La consommation de liquide en libre accès a augmenté de manière significative au cours de la semaine 1 pour le groupe NW (moyenne de  $148 \pm 26$  g/jour pour la semaine 1 contre  $93 \pm 9$  g/jour à l'inclusion), soit une augmentation de près de 60 % ( $p = 0,01$ ), alors qu'aucune modification significative n'a été observée pour le groupe TW. La consommation de liquide en libre accès à la semaine 1 pour le groupe NW s'est avérée significativement plus élevée que celle du groupe TW ( $P = 0,03$ ).



**Figure 6:**  
Consommation moyenne de liquide en libre accès chez les chats auxquels il a été proposé de l'eau du robinet (TW) ou de l'eau enrichie en nutriments (NW).  
\*indique une modification significative par rapport au groupe NW à l'inclusion et une différence significative par rapport au groupe TW à la semaine 1.

Pendant la durée de l'étude, la consommation hebdomadaire moyenne de liquide en libre accès pour le groupe NW a augmenté d'environ 40 à 118 % par rapport à l'inclusion, tandis que celle du groupe TW est restée stable, variant de -15 à + 14 % par rapport à l'inclusion. Malgré la présence d'une variabilité individuelle de la réponse (trois chats du groupe NW avec une augmentation de leur consommation de liquide en libre accès inférieure

à 25 % ; 3 chats avec une augmentation entre 25 et 75 % ; et 3 chats avec une augmentation supérieure à 75 %), la consommation moyenne globale de liquide en libre accès s'est avérée significativement plus élevée pour le groupe NW à  $153 \pm 26$  g/j que pour le groupe TW à  $104 \pm 5$  g/j ( $P \leq 0,05$ ). **Lorsque les chats du groupe NW ont eu le choix entre TW et NW**, ils ont très majoritairement choisi NW, quelle que soit la position du bol, avec une consommation de NW atteignant une moyenne globale de  $96,6 \pm 3$  % de la consommation quotidienne totale. Ces résultats montrent que l'augmentation de la consommation de liquide en libre accès par le groupe NW était due au fait que les chats avaient une consommation élevée de NW.

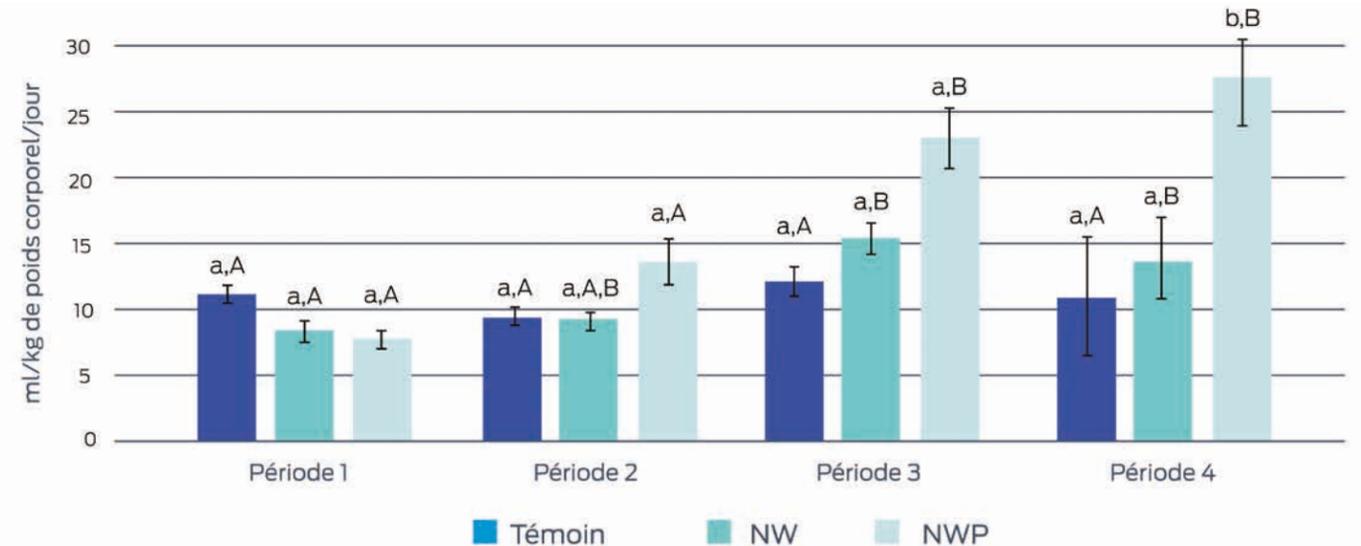
L'augmentation de la consommation d'eau dans le groupe NW a entraîné la production d'un volume d'urine significativement plus élevé et d'une urine plus diluée. La diurèse moyenne était de  $15,2 \pm 1,8$  ml/kg/j chez les chats du groupe NW versus  $10,3 \pm 0,7$  ml/kg/j chez les chats du groupe TW ( $P = 0,010$ ). La DU moyenne était de  $1,040 \pm 0,002$  g/ml pour le groupe NW contre  $1,054 \pm 0,001$  g/ml pour le groupe TW ( $p < 0,001$ ). L'examen QMR n'a trouvé aucune variation significative de l'eau corporelle totale, de la masse maigre ou de la masse grasse dans l'un ou l'autre des groupes au cours de l'étude.

### Il ressort d'une étude chez le chat que les eaux enrichies en nutriments avec et sans arôme ont une incidence sur la consommation d'eau et les mesures urinaires associées à l'hydratation<sup>74</sup>

L'étude a évalué les effets de l'administration d'une eau enrichie en nutriments (NW) à 36 chats adultes en bonne santé ayant un régime alimentaire à base de croquettes sèches. Les chats ont été répartis en 3 groupes : TW (eau du robinet) ( $n = 4$ ), NW

(eau enrichie en nutriments non aromatisée ( $n = 16$ ) et NWP (NW avec arôme de volaille) ( $n = 16$ ). Tous les groupes ont reçu de l'eau du robinet (TW) *ad libitum* et un régime alimentaire sec pour maintenir leur poids corporel pendant une semaine (période 1) afin de mesurer leur consommation initiale. Le groupe TW a reçu uniquement TW *ad libitum* comme source d'eau tout au long de l'étude, tandis que les chats des groupes NW et NWP ont reçu respectivement NW ou NWP, à un volume égal à 1 x volume d'eau consommé initialement, pendant 17 jours (période 2), puis 1,5 x volume d'eau consommé à l'inclusion pendant 10 jours (période 3), puis de 2 x volume d'eau consommé à l'inclusion pendant 10 jours (période 4), en plus de TW *ad libitum*. La consommation de liquide en libre accès et de nourriture a été mesurée. Le volume mictionnel a été recueilli sur 48 heures vers la fin de chaque période d'étude afin de mesurer la diurèse et la densité de l'urine (DU).

La consommation moyenne de TW pour tous les chats pendant la période 1 était de  $118 \pm 26$  ml/j. La consommation d'eau de chaque chat était très variable allant de 79 à 200 ml/j. La consommation quotidienne moyenne de liquide en libre accès chez les chats du groupe NW a enregistré une augmentation significative de 25 % pendant la période 3 et de 44 % pendant la période 4 par rapport à la période 1 ( $P < 0,01$ ). Pour les chats du groupe NWP, la consommation quotidienne moyenne de liquide en libre accès a enregistré une augmentation significative de 18 % pendant la période 2 ( $P = 0,04$ ), de 57 % pendant la période 3 ( $P < 0,01$ ) et de 96 % pendant la période 4 ( $P < 0,01$ ) par rapport à la consommation de la période 1. La consommation quotidienne moyenne de liquide en libre accès n'a pas changé de manière significative au cours de l'étude pour les chats du groupe TW.



**Figure 7 :**  
Volume mictionnel chez les chats ayant consommé de l'eau du robinet (témoin), de l'eau enrichie en nutriments (NW) non aromatisée ou de l'eau enrichie en nutriments avec un arôme de volaille (NWP).  
a-c Les différents exposants en lettres minuscules indiquent des différences significatives entre les groupes au cours d'une période donnée.  
A-C Les différents exposants en lettres majuscules indiquent des différences significatives au sein d'un groupe au fil du temps

La consommation de TW par les chats des groupes NW et NWP a considérablement diminué après qu'on leur ait proposé NW ou NWP, respectivement, comme option de boisson, puis est restée relativement stable pendant le reste de l'étude. Le volume urinaire quotidien moyen n'a pas changé de manière significative pour les chats du groupe TW, alors qu'il a augmenté de manière significative au cours des périodes 3 et 4 par rapport à la période 1 chez les chats NW et NWP ( $P < 0,01$ ).

L'urine des chats NW et NWP était plus diluée, avec une diminution significative de la DU de l'ordre de 21 à 31% chez les chats du groupe NW et de 39 à 62% chez les chats du groupe NWP dans les périodes 2 à 4 par rapport à la période 1 ( $P < 0,001$ ).

Une autre étude Purina utilisant la QMR pour évaluer le pourcentage d'eau corporelle totale a montré que chez des chats en bonne santé, la mise à disposition d'une eau enrichie en nutriments, 2 à 3 heures avant une anesthésie courante de courte durée est une option à envisager pour assurer une hydratation adéquate avant, pendant et immédiatement après la procédure.<sup>76</sup>

Cet ensemble de recherches sur des chats en bonne santé a démontré que la consommation d'une eau enrichie en nutriments optimise l'apport hydrique et améliore les mesures de l'hydratation. Les résultats de ces études suggèrent également que l'eau enrichie en nutriments est un moyen d'encourager la consommation d'eau chez les chats ayant des problèmes de santé ou sujets à la déshydratation pour lesquels une augmentation de l'apport hydrique serait bénéfique.

## Il ressort d'une étude chez le chien qu'une eau enrichie en nutriments a une incidence sur la consommation totale d'eau et sur les mesures urinaires associées à l'hydratation<sup>6</sup>

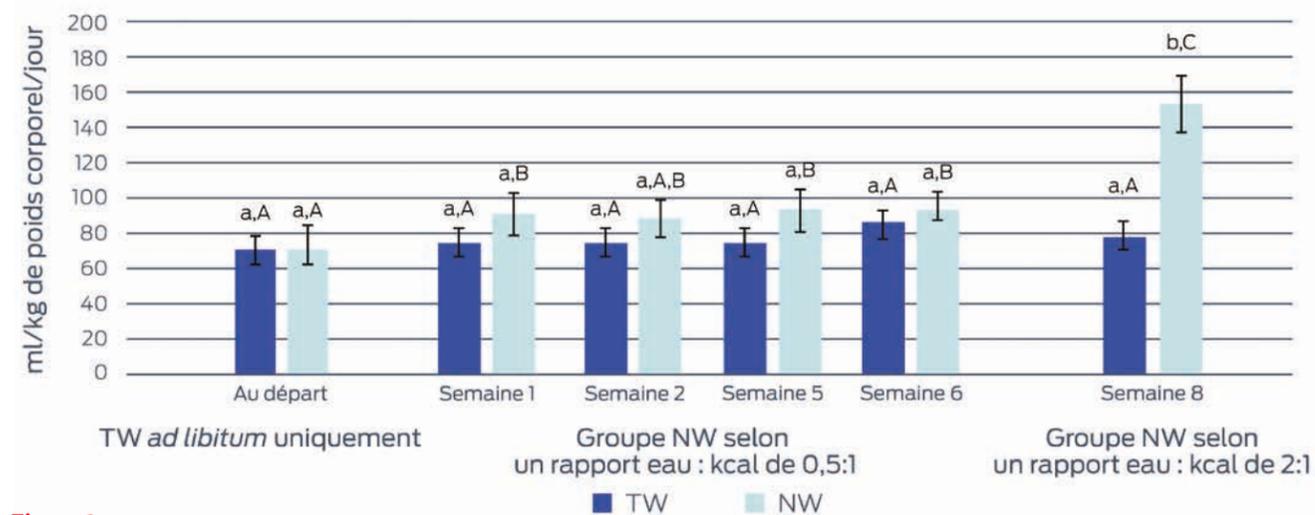
D'après les résultats d'une étude pilote non publiée menée par des chercheurs de Purina, l'augmentation de la consommation d'eau chez des chiens en bonne santé présentant une DU initiale inférieure à 1,015 n'a eu aucun impact sur la dilution de l'urine. En conséquence, un paramètre des futures études impliquait une présélection et le recrutement de chiens en bonne santé ayant une DU d'au moins 1,015 pour pouvoir détecter des diminutions de la DU avec une augmentation de la consommation d'eau.

Dans cette étude, 16 chiens adultes de petite race ont été nourris avec un régime alimentaire à base de croquettes sèches et répartis de manière à former des groupes d'étude homogènes d'après la DU initiale. Ce régime alimentaire à base de croquettes sèches a été administré pour assurer un maintien du poids corporel tout au long de l'étude. Après une période initiale de 9 jours au cours de laquelle tous les chiens ont eu un accès *ad libitum* à de l'eau du robinet (TW) présentée dans un seau, la moitié des chiens a reçu de l'eau du robinet (TW) et l'autre moitié de l'eau enrichie en nutriments (NW) dans un bol en plus du seau de TW *ad libitum* pendant l'étude de 56 jours. La TW ou la NW dans le bol a été proposée à raison de 0,5 ml/kcal d'énergie métabolisable (EM) alimentaire, fractionnés en deux prises quotidiennes, pendant 49 jours afin d'évaluer un apport « modéré ». Ensuite, il leur a été proposé 2,1 ml/kcal d'EM alimentaire, fractionnés en deux prises quotidiennes,

pendant les jours 50 à 56, afin d'évaluer la consommation à court terme d'un apport « élevé ». Les kcal d'énergie métabolisable (EM) alimentaire ont été calculés d'après l'apport alimentaire au cours de la période initiale. Après une mesure initiale (jour -7), la DU a été mesurée aux jours 14, 42 et 56 de l'étude. La consommation totale de liquide (somme de la consommation de TW et de NW) et l'apport alimentaire ont été mesurés quotidiennement. L'apport hydrique total a été calculé comme étant la somme de l'eau en libre accès qui a été bue (TW plus uniquement la composante eau de NW), de l'eau alimentaire (teneur en humidité des aliments) et de l'eau métabolique estimée.

La consommation totale moyenne de liquide au départ ne présentait pas de différence significative entre les deux groupes, et l'apport calorique alimentaire est resté similaire au cours de l'étude. Alors que la consommation totale de liquide n'a pas varié de manière significative dans le groupe TW pendant la phase de traitement par rapport aux valeurs initiales, la consommation totale de liquide chez les chiens du groupe NW a augmenté de manière significative par rapport aux valeurs initiales chaque semaine (P < 0,05), sauf à la semaine 2. La consommation totale de liquide chez les chiens NW a encore augmenté à la semaine 8 pendant la phase d'apport élevé (P < 0,001). Sur la base du poids corporel, l'apport hydrique total moyen a augmenté et est passé de 71 ± 12 ml/kg/j au départ à 156 ± 13 ml/kg/j pendant la période d'apport élevé pour les chiens NW (p < 0,001).

**L'étude Purina a montré une augmentation de l'apport hydrique quotidien et une amélioration des mesures de l'hydratation lorsque les animaux boivent une eau enrichie en nutriments.**



**Figure 8 :** Apport hydrique total chez les chiens auxquels on a proposé de l'eau du robinet (TW) ou de l'eau enrichie en nutriments (NW). a-c Les différents exposants en lettres minuscules indiquent des différences significatives entre les groupes au cours d'une période donnée. A-C Les différents exposants en lettres majuscules indiquent des différences significatives au sein d'un groupe au fil du temps.

La consommation de l'eau contenue dans le bol pendant la phase de traitement s'est avérée significativement différente entre les différents groupes (P < 0,001). Pendant les semaines 1 à 7, lorsqu'on leur a proposé un volume d'eau modéré, les chiens du groupe NW ont bu presque 100 % de l'eau NW, tandis que les chiens du groupe TW ont bu 10 à 20 % de l'eau du bol. Au cours de la dernière semaine, lorsqu'on leur a proposé un volume d'eau au titre de l'apport élevé, les chiens du groupe NW ont bu en moyenne 91 % de l'eau NW, mais la consommation des chiens TW n'a pas changé de manière significative. La consommation de l'eau du robinet dans le seau a diminué de 10 à 30 % par rapport aux valeurs initiales pour les chiens NW, mais a varié de moins de 2 % pour les chiens du groupe TW au cours de la phase de traitement, sauf à la semaine 6. Ces résultats ont démontré une préférence pour NW chez les chiens du groupe NW.

La DU et l'osmolalité étaient similaires dans les différents groupes au départ. Chez les chiens du groupe NW, la DU était significativement plus faible à 1,018 g/ml au jour 42 et à 1,014 g/ml au jour 56 comparativement à la DU initiale de 1,026 g/ml (P < 0,01) et l'osmolalité urinaire a diminué de manière significative (P < 0,05). Ni la DU ni l'osmolalité n'ont changé de manière significative dans le groupe TW par rapport aux valeurs mesurées au départ.

## Une étude portant sur des chiens de travail révèle que l'eau enrichie en nutriments a un impact sur la température corporelle et la récupération de la fréquence cardiaque après effort<sup>77</sup>

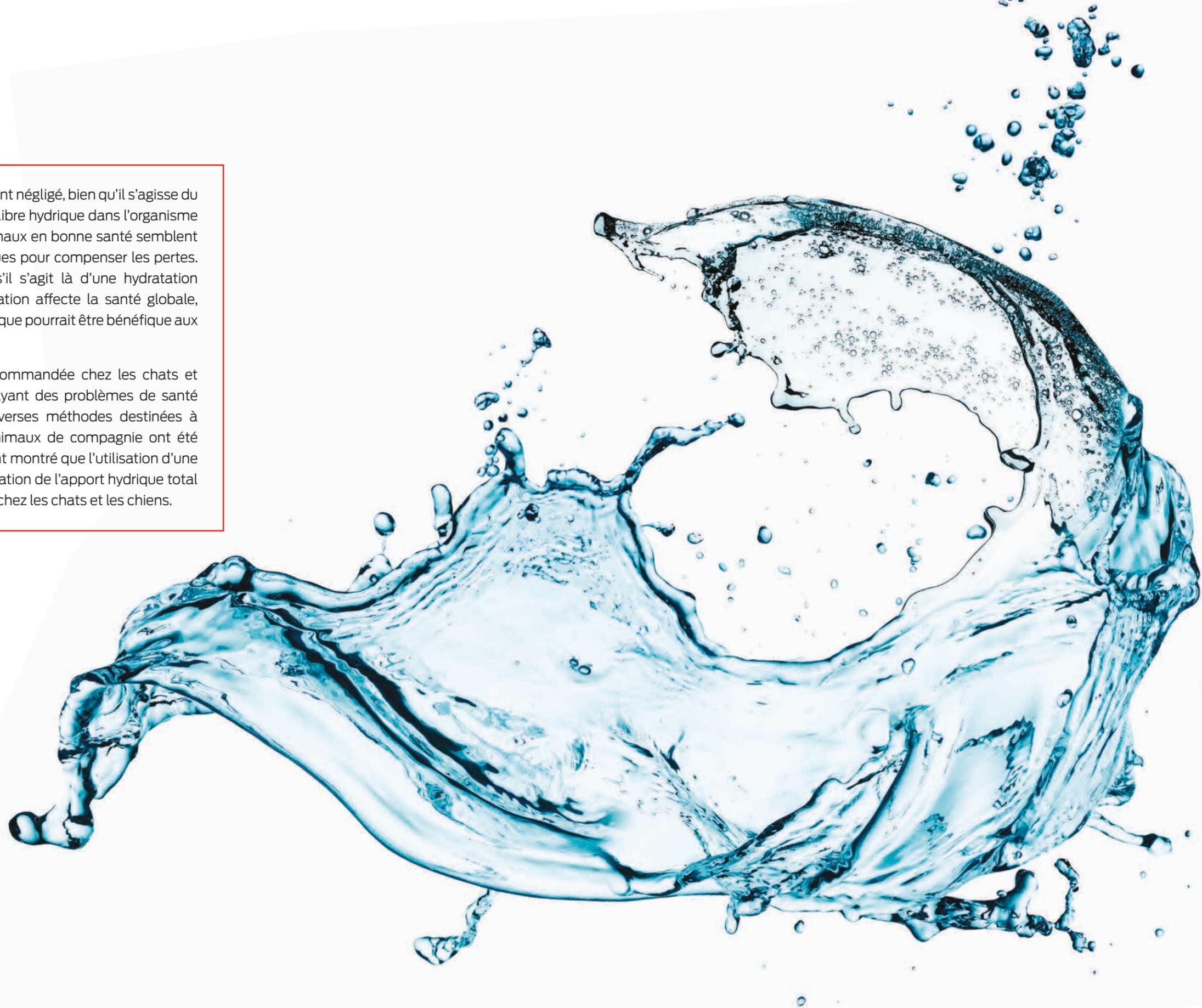
Une étude croisée chez des chiens de travail formés pour effectuer jusqu'à 30 minutes d'exercice dans un environnement chaud et modérément humide a évalué les effets de l'eau enrichie en nutriments (NW) sur la récupération après effort. Après une période d'inclusion de 4 jours, on a proposé à 12 jeunes chiens adultes, nourris avec un régime alimentaire sec, de l'eau du robinet (TW) *ad libitum* dans un seau et une quantité contrôlée par portion de NW ou TW dans un bol pendant la phase de traitement de 11 jours. Des séances d'exercices ont eu lieu aux jours -4, 3 et 11. La température corporelle centrale et la température auriculaire ainsi que la fréquence cardiaque ont été mesurées juste avant et plusieurs fois après l'exercice. La consommation d'eau n'a pas été mesurée car les chiens étaient en « formation » tous les jours de la semaine mais retournaient chez eux la nuit et le week-end. Le poids corporel a été mesuré juste avant et immédiatement après l'exercice en tant qu'indicateur de déperdition hydrique.

Au jour 3, la température corporelle centrale pendant la période de récupération était inférieure de 0,6 °C (1 °F) dans le groupe NW vs groupe TW (P = 0,002). Au jour 11, la température auriculaire moyenne était de 0,6 °F (P = 0,003) et la fréquence cardiaque était plus basse de 3,4 battements par minute (P = 0,03) pendant la période de récupération dans le groupe NW comparativement au groupe TW. L'hydratation des chiens s'est avérée similaire d'après les variations de poids corporel avant et après l'exercice.

Les chercheurs ont conclu que l'ingestion de NW accompagnée de TW *ad libitum* améliore la récupération après effort. Étant donné qu'une hyperthermie et une fréquence cardiaque élevée peuvent contribuer à la fatigue, à une baisse des performances ou au stress thermique, il peut être bénéfique d'offrir une eau enrichie en nutriments aux chiens qui se dépensent.

L'impact de l'eau sur la santé de l'animal est souvent négligé, bien qu'il s'agisse du nutriment le plus indispensable à sa survie. L'équilibre hydrique dans l'organisme est toujours dans un état de fluctuation. Les animaux en bonne santé semblent être capables d'autoréguler leurs apports hydriques pour compenser les pertes. Cependant, il est difficile d'établir clairement s'il s'agit là d'une hydratation optimale, et dans quelle mesure l'état d'hydratation affecte la santé globale, notamment si une augmentation de l'apport hydrique pourrait être bénéfique aux animaux en bonne santé.

Une augmentation de l'apport hydrique est recommandée chez les chats et les chiens prédisposés à la déshydratation ou ayant des problèmes de santé tels qu'une lithiase urinaire. Historiquement, diverses méthodes destinées à encourager la consommation d'eau chez les animaux de compagnie ont été utilisées, mais des études publiées récemment ont montré que l'utilisation d'une eau enrichie en nutriments entraîne une augmentation de l'apport hydrique total et une amélioration des mesures de l'hydratation chez les chats et les chiens.



## RÉFÉRENCES

1. National Research Council. (2006). *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. National Academies Press.
2. Armstrong, L. E., Ganio, M. S., Casa, D. J., Lee, E. C., McDermott, B. P., Klau, J. F., Jimenez, L., Le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. R. (2012). Mild dehydration affects mood in healthy young women. *Journal of Nutrition*, 142(2), 382-388. doi: 10.3945/jn.111.142000
3. Stachenfeld, N. S., Leone, C. A., Mitchell, E. S., Freese, E., & Harkness, L. (2018). Water intake reverses dehydration associated impaired executive function in healthy young women. *Physiology & Behavior*, 185, 103-111. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.12.028
4. Ganio, M. S., Armstrong, L. E., Casa, D. J., McDermott, B. P., Lee, E. C., Yamamoto, L. M., Marzano, S., Lopez, R. M., Jimenez, L., Le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. R. (2011). Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *British Journal of Nutrition*, 106(10), 1535-1543. doi: 10.1017/S0007114511002005
5. James, L. J., Funnell, M. P., James, R. M., & Mears, S. A. (2019). Does hypohydration really impair endurance performance? Methodological considerations for interpreting hydration research. *Sports Medicine*, 49(Suppl 2), 103-114. doi: 10.1007/s40279-019-01188-5
6. Zanghi, B. M., & Gardner, C. L. (2018). Total water intake and urine measures of hydration in adult dogs drinking tap water or a nutrient-enriched water. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi: 10.3389/fvets.2018.00317
7. Zanghi, B. M., Gerheart, L., & Gardner, C. L. (2018). Effects of a nutrient-enriched water on water intake and indices of hydration in healthy cats fed a dry kibble diet. *American Journal of Veterinary Research*, 79(7), 733-744.
8. Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2011). *Canine and feline nutrition: A resource for companion animal professionals* (3rd ed.). Mosby.
9. The National Archives. (2007, April 6). *Animal welfare act 2006: Promotion of welfare*. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/45/crossheading/promotion-of-welfare> [Accessed 8 July 2020]
10. Animal and Plant Health Inspection Service. (2020, May 13). *Federal Register: Animal welfare; amendments to licensing provisions and to requirements for dogs*. <https://www.federalregister.gov/documents/2020/05/13/2020-07837/animal-welfare-amendments-to-licensing-provisions-and-to-requirements-for-dogs#h-32>
11. Parliamentary Counsel Office New Zealand Government. *Animal Welfare Act 1999* (Reprint as at 9 May 2020). <http://www.legislation.govt.nz/act/public/1999/0142/latest/DLM49664.html>
12. RSPCA Australia. (2019, May 2). *RSPCA knowledgebase: RSPCA Australia animals charter*. <https://kb.rspca.org.au/knowledgebase/rspca-australia-animals-charter/>
13. Ryan, S., Bacon, H., Endenburg, N., Hazel, S., Jouppi, R., Lee, N., Seksel, K., & Takashima, G. (2018). *WSAVA animal welfare guidelines for companion animal practitioners and veterinary teams*. <https://wsava.org/wp-content/uploads/2019/12/WSAVA-Animal-Welfare-Guidelines-2018.pdf>
14. Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Nguyen, P., Grandjean, D., Cardot, P., Priymenko, N., & Roux, F. (2015). Evaluation of total body water in canine breeds by single-frequency bioelectrical impedance analysis method: Specific equations are needed for accuracy. *BMC Research Notes*, 8, 336. doi: 10.1186/s13104-015-1298-2
15. Munday, H. S. (1994). Assessment of body composition in cats and dogs. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(Suppl 1), S14-S21.
16. Wamberg, S., Sandgaard, N. C. F., & Bie, P. (2002). Simultaneous determination of total body water and plasma volume in conscious dogs by the indicator dilution principle. *Journal of Nutrition*, 132(Suppl), 1711S-1713S.
17. Zanghi, B. M., Cupp, C. J., Pan, Y., Tissot-Favre, D. G., Milgram, N. W., Nagy, T. R., & Dobson, H. (2013). Noninvasive measurements of body composition and body water via quantitative magnetic resonance, deuterium water, and dual-energy x-ray absorptiometry in awake and sedated dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 74, 733-743.
18. Zanghi, B. M., Cupp, C. J., Pan, Y., Tissot-Favre, D. G., Milgram, N. W., Nagy, T. R., & Dobson, H. (2013). Noninvasive measurements of body composition and body water via quantitative magnetic resonance, deuterium water, and dual-energy x-ray absorptiometry in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 74, 721-732.
19. Herrold, M., & Sapirstein, L. A. (1952). Measurement of total body water in the dog with antipyrine. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 79(3), 419-421. doi: 10.3181/00379727-79-19399
20. Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Bousbiat, S., Jaffrin, M., Cardot, P., Grandjean, D., Priymenko, N., Nguyen, P., & Roux, F. (2015). Indirect prediction of total body water content in healthy adult Beagles by single-frequency bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Veterinary Research*, 76, 547-553.
21. Moore, F. D., Muldowney, F. P., Haxhe, J. J., Marczyńska, A. W., Ball, M. R., & Boyden, C. M. (1962). Body composition in the dog. I. Findings in the normal animal. *Journal of Surgical Research*, 2(4), 245-253. doi: 10.1016/S0022-4804(62)80017-1
22. Elliott, D. A., Backus, R. C., Van Loan, M. D., & Rogers, Q. R. (2002). Extracellular water and total body water estimated by multifrequency bioelectrical impedance analysis in healthy cats: A cross-validation study. *Journal of Nutrition*, 132(Suppl), 1760S-1762S.
23. Bauer, J. H., Willis, L. R., Burt, R. W., & Grim, C. E. (1975). Volume studies. II. Simultaneous determination of plasma volume, red cell mass, extracellular fluid, and total body water before and after volume expansion in dog and man. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 86(6), 1009-1017.
24. Greco, D. S. (1998). The distribution of body water and general approach to the patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 28(3), 473-482.
25. Carlson, G. P. (1997). Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In J. Kaneko, J. Harvey, & M. Bruss (Eds.), *Clinical biochemistry of domestic animals* (5th ed., pp. 485-516). doi: 10.1016/B978-012396305-5/50019-1
26. Finco, D. R., Adams, D. D., Crowell, W. A., Stattelman, A. J., Brown, S. A., & Barsanti, J. A. (1986). Food and water intake and urine composition in cats: Influence of continuous versus periodic feeding. *American Journal of Veterinary Research*, 47(7), 1638-1642.
27. Golob, P., O'Connor, W. J., & Potts, D. J. (1984). Increase in weight and water retention on overfeeding dogs. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 69(2), 245-256. doi: 10.1113/expphysiol.1984.sp002803
28. Golob, P., O'Connor, W. J., & Potts, D. J. (1977). Post-prandial drinking by dogs. *Quarterly Journal of Experimental Physiology & Cognate Medical Sciences*, 62(3), 275-285. doi: 10.1113/expphysiol.1977.sp002399
29. Kirschvink, N., Lhoest, E., Leemans, J., Delvaux, F., Istasse, L., Gustin, P., & Diez, M. (2005). Effects of feeding frequency on water intake in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19(3), 476.
30. Funaba, M., Hashimoto, M., Yamanaka, C., Shimogori, Y., Iriki, T., Ohshima, S., & Abe, M. (1996) Effects of a high-protein diet on mineral metabolism and struvite activity product in clinically normal cats. *American Journal of Veterinary Research*, 57(12), 1726-1732.
31. Luckschander, N., Iben, C., Hosgood, G., Gabler, C., & Biourge, V. (2004). Dietary NaCl does not affect blood pressure in healthy cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(4), 463-467.
32. Hawthorne, A. J., & Markwell, P. J. (2004). Dietary sodium promotes increased water intake and urine volume in cats. *Journal of Nutrition*, 134(8 Suppl), 2128S-2129S.
33. Queau, Y., Bijsmans, E. S., Feugier, A., & Biourge, V. C. (2020). Increasing dietary sodium chloride promotes urine dilution and decreases struvite and calcium oxalate relative supersaturation in healthy dogs and cats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. doi: 10.1111/jpn.13329
34. Stevenson, A. E., Hynds, W. K., & Markwell, P. J. (2003). Effect of dietary moisture and sodium content on urine composition and calcium oxalate relative supersaturation in healthy miniature schnauzers and labrador retrievers. *Research in Veterinary Science*, 74, 145-151.
35. Anderson, R. S. (1982). Water balance in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice*, 23(9), 588-598. doi: 10.1111/j.1748-5827.1982.tb02519.x
36. Seefeldt, S. L., & Chapman, T. E. (1979). Body water content and turnover in cats fed dry and canned rations. *American Journal of Veterinary Research*, 40(2), 183-185.
37. Buckley, C. M. F., Hawthorne, A., Colyer, A., & Stevenson, A. E. (2011). Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. *British Journal of Nutrition*, 106, S128-S130. doi:10.1017/S0007114511001875
38. Ramsay, D. J., & Thrasher, T. N. (1991). Regulation of fluid intake in dogs following water deprivation. *Brain Research Bulletin*, 27, 495-499. doi: 10.1016/0361-9230(91)90148-d
39. Cizek, L. J. (1959). Long-term observations on relationship between food and water ingestion in the dog. *American Journal of Physiology*, 197, 342-346. doi: 10.1152/ajplegacy.1959.197.2.342-346
40. Zoran, D. L., & Buffington, C. A. F. (2011). Effects of nutrition choices and lifestyle changes on the well-being of cats, a carnivore that has moved indoors. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 239(5), 596-606. doi: 10.2460/javma.239.5.596
41. Prentiss, P. G., Wolf, A. V., & Eddy, H. A. (1959). Hydropenia in cat and dog. Ability of the cat to meet its water requirements solely from a diet of fish or meat. *American Journal of Physiology*, 196(3), 625-632. doi: 10.1152/ajplegacy.1959.196.3.625
42. Chew, R. M. (1965). Water metabolism of mammals. In W. V. Mayer & R. G. van Gelder (Eds.), *Physiological mammalogy: Mammalian reactions to stressful environments* (pp. 43-178). Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-395674-3.50008-6
43. Brown, S. L., & Bradshaw, J. W. S. (2014). Communication in the domestic cat: Within- and between-species. In D. C. Turner & P. Bateson (Eds.), *The domestic cat: The biology of its behavior* (3rd ed., pp. 37-59). Cambridge University Press.
44. Fahey, G. C., Jr., Barry, K. A., & Swanson, K. S. (2008). Age-related changes in nutrient utilization by companion animals. *Annual Review of Nutrition*, 28, 425-445. doi: 10.1146/annurev.nutr.28.061807.155325
45. Bellows, J., Center, S., Daristotle, L., Estrada, A. H., Flickinger, E. A., Horwitz, D. F., Lascelles, B. D. X., Lepine, A., Perea, S., Scherk, M., & Shoveller, A. K. (2016). Aging in cats: Common physical and functional changes. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(7), 533-550. doi: 10.1177/1098612X16649523
46. Goucher, T. K., Hartzell, A. M., Seales, T. S., Anmuth, A. S., Zanghi, B. M., & Otto, C. M. (2018). Evaluation of skin turgor and capillary refill time as predictors of dehydration in exercising dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 80(2), 123-128.

47. Greene, J. P., Lefebvre, S. L., Wang, M., Yang, M., Lund, E. M., & Polzin, D. J. (2014). Risk factors associated with the development of chronic kidney disease in cats evaluated at primary care veterinary hospitals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(3), 320-327. doi: 10.2460/javma.244.3.320
48. Elliott, D. A. (2012). Nutritional management of kidney disease. In A. J. Fascetti & S. J. Delaney (Eds.), *Applied veterinary clinical nutrition* (pp. 251-267). Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781118785669.ch15
49. Fascetti, A. J., & Delaney, S. J. (2012) Nutritional management of endocrine diseases. In A. J. Fascetti & S. J. Delaney (Eds.), *Applied veterinary clinical nutrition* (pp. 289-300). Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781118785669.CH17
50. Lote, C. (2006). The renin-angiotensin system and regulation of fluid volume. *Surgery (Oxford)*, 5(1), 154-159. doi: 10.1383/surg.2006.24.5.154
51. van Vonderen, I. K., Kooistra, H. S., & Rijnberk, A. (2008). Intra- and interindividual variation in urine osmolality and urine specific gravity in healthy pet dogs of various ages. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11(1), 30-35. doi: 10.1111/j.1939-1676.1997.tb00070.x
52. Guerrero, S., Pastor, J., Tvarijonavičiute, A., Cerón, J. J., Balestra, G., & Caldin, M. (2017). Analytical validation and reference intervals for freezing point depression osmometer measurements of urine osmolality in dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 29(6), 791-796. doi: 10.1177/1040638717726114
53. Spears, J. K., & Zanghi, B. (2017). Measurement of body composition and body water using quantitative magnetic resonance in preweaning puppies. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(4), 1325.
54. Lulich, J. P., Berent, A. C., Adams, L. G., Westropp, J. L., Bartges, J. W., & Osborne, C. A. (2016). ACVIM small animal consensus recommendations on the treatment and prevention of uroliths in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(5), 1564-1574. doi: 10.1111/jvim.14559
55. Palm, C., & Westropp, J. (2011). Cats and calcium oxalate: Strategies for managing lower and upper tract stone disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 13, 651-660. doi: 10.1016/j.jfms.2011.07.018
56. Queau, Y. (2019). Nutritional management of urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 49, 175-186. doi: 10.1016/j.cvsm.2018.10.004
57. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2001). Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 219(9), 1228-1237. doi: 10.2460/javma.2001.219.1228
58. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2002). Associations between dietary factors in canned food and formation of calcium oxalate uroliths in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 63(2), 163-169. doi: 10.2460/ajvr.2002.63.163
59. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2002). Associations between dry dietary factors and canine calcium oxalate uroliths. *American Journal of Veterinary Research*, 63(3), 330-337. doi: 10.2460/ajvr.2002.63.330
60. Osborne, C. A., Lulich, J. P., Forrester, D., & Albasan, H. (2009). Paradigm changes in the role of nutrition for the management of canine and feline urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 39(1), 27-41. doi: 10.1016/j.cvsm.2008.10.001
61. Pittari, J., Rodan, I., Beekman, G., Gunn-Moore, D., Polzin, D., Taboada, J., Tuzio, H., & Zoran, D. (2009). American association of feline practitioners. Senior care guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(9), 763-778. doi: 10.1016/j.jfms.2009.07.011
62. Thomas, D. G., Post, M., & Bosch, G. (2017). The effect of changing the moisture levels of dry extruded and wet canned diets on physical activity in cats. *Journal of Nutritional Science*, 6, e9. doi: 10.1017/jns.2017.9
63. Deng, P., Iwazaki, E., Suchy, S. A., Pallotto, M. R., & Swanson, K. S. (2014). Effects of feeding frequency and dietary water content on voluntary physical activity in healthy adult cats. *Journal of Animal Science*, 92, 1271-1277. doi: 10.2527/jas2013-7235
64. Xu, H., Laflamme, D. P., Bartges, J. W., & Long, G. L. (2006). Effect of dietary sodium on urine characteristics in healthy adult cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20, 738.
65. Cowgill, L. D., Segev, G., Bandt, C., Stafford, C., Kirby, J., Naylor, S., Neal, L., Queau, Y., Lefebvre, H. P., & Polzin, D. (2007). Effects of dietary salt intake on body fluid volume and renal function in healthy cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(3), 600-601.
66. Xu, H., Laflamme, D. P., & Long, G. L. (2009). Effects of dietary sodium chloride on health parameters in mature cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(6), 435-441. doi: 10.1016/j.jfms.2008.10.001
67. Reynolds, B. S., Chetboul, V., Nguyen, P., Testault, I., Concordet, D. V., Carlos Sampedrano, C., Elliott, J., Trehou-Sechi, E., Abadie, J., Biourge, V., & Lefebvre, H. P. (2013). Effects of dietary salt intake on renal function: a 2-year study in healthy aged cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(3), 507-515. doi: 10.1111/jvim.12074
68. Chetboul, V., Reynolds, B. S., Trehou-Sechi, E., Nguyen, P., Concordet, D., Sampedrano, C. C., Testault, I., Elliott, J., Abadie, J., Biourge, V., & Lefebvre, H. P. (2014). Cardiovascular effects of dietary salt intake in aged healthy cats: a 2-year prospective randomized, blinded, and controlled study. *PLoS One*, 9(6), e97862. doi: 10.1371/journal.pone.0097862
69. Grant, D. C. (2010). Effect of water source on intake and urine concentration in healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(6), 431-434. doi: 10.1016/j.jfms.2009.10.008
70. Robbins, M. T., Cline, M. G., Bartges, J. W., Felty, E., Saker, K. E., Bastian, R., & Witzel, A. L. (2019). Quantified water intake in laboratory cats from still, free-falling and circulating water bowls, and its effects on selected urinary parameters. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21(8), 682-690. doi: 10.1177/1098612X18803753
71. Xu, H., Si, X., Bhatnagan, S., & Laflamme, D. (2017). Effect of high sodium diet on urine characteristics in healthy adult dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31, 1320.
72. Lulich, J. P., Osborne, C. A., & Sanderson, S. L. (2005). Effects of dietary supplementation with sodium chloride on urinary relative supersaturation with calcium oxalate in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 66(2), 319-324.
73. Foster, A. R., El Chami, C., O'Neill, C. A., & Watson, R. E. B. (2020). Osmolyte transporter expression is reduced in photoaged human skin: Implications for skin hydration in aging. *Aging Cell*, 19(1), e13058. doi: 10.1111/ace1.13058
74. Zanghi, B. M., Wils-Plotz, E., DeGeer, S., & Gardner, C. L. (2018). Effects of a nutrient-enriched water with and without poultry flavoring on water intake, urine specific gravity, and urine output in healthy domestic cats fed a dry kibble diet. *American Journal of Veterinary Research*, 79(11), 1150-1159.
75. Wils-Plotz, E., & Zanghi, B. (2019). Nutrient-enriched water supplements nutritionally support hydration in the domestic cat. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(5), 2516.
76. Zanghi, B., McGivney, C., Eirmann, L., & Barnes, M. (2019). Hydration measures in cats during brief anesthesia: Intravenous fluids versus pre-procedure water supplement ingestion. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(5), 2514.
77. Zanghi, B. M., Robbins, P. J., Ramos, M. T., & Otto, C. M. (2018). Working dogs drinking a nutrient-enriched water maintain cooler body temperature and improved pulse rate recovery after exercise. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi: 10.3389/fvets.2018.00202



Advancing Science for Pet Health

En savoir plus :  
**[PurinaInstitute.com](http://PurinaInstitute.com)**

---

PURINA TRADEMARKS ARE OWNED BY SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A.  
ANY OTHER MARKS ARE PROPERTY OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. ER/CRCH