

# Valeur amendante des effluents d'élevage, Approche par le bilan de protons

Jean-Luc JULIEN, LDAR  
Et le Groupe Chaulage du COMIFER

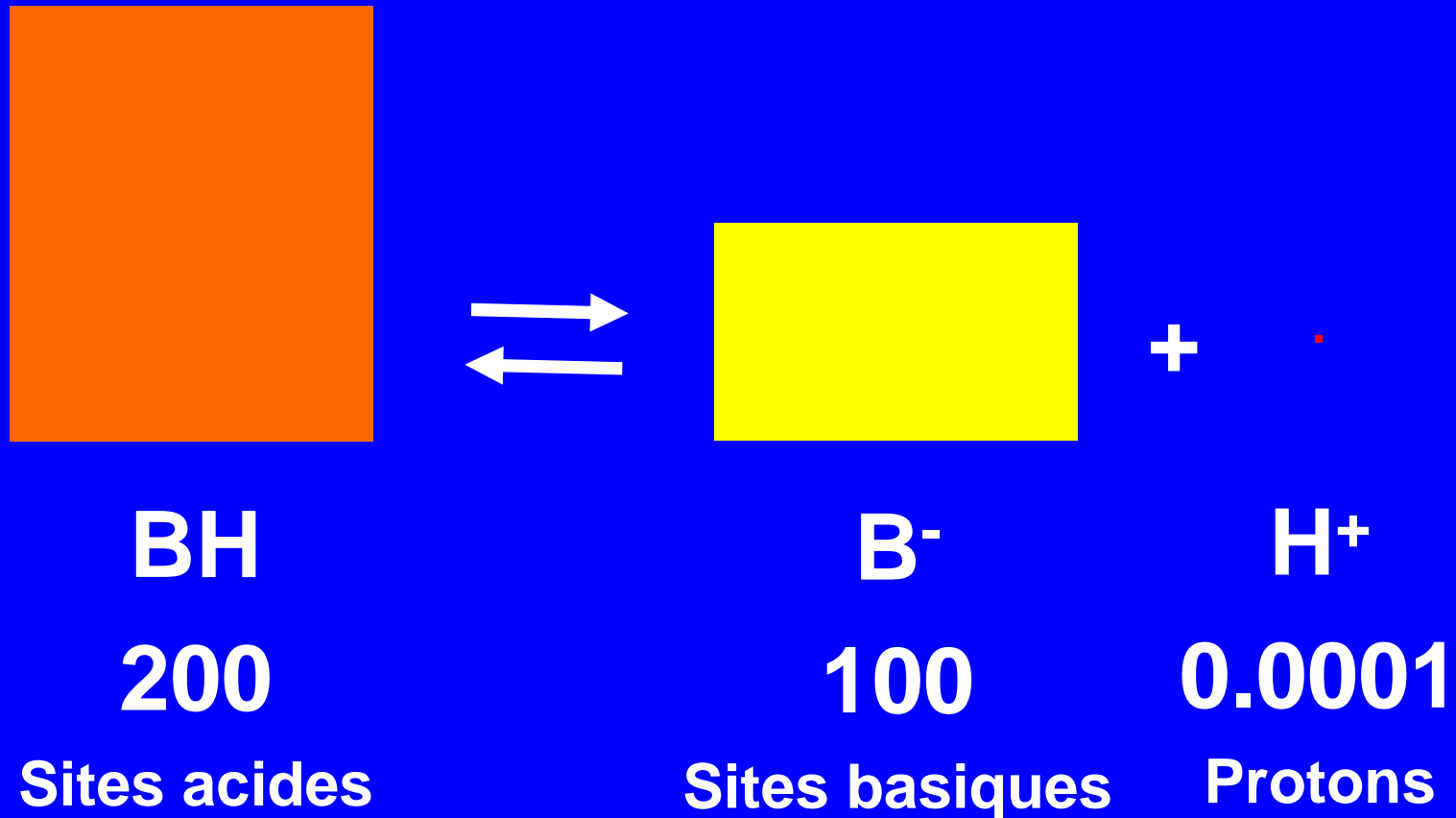
Congrès GEMAS – COMIFER, novembre 2007

# Effet des effluents sur le pH du sol

Des résultats très variables

# pH, acidification et bilan de protons

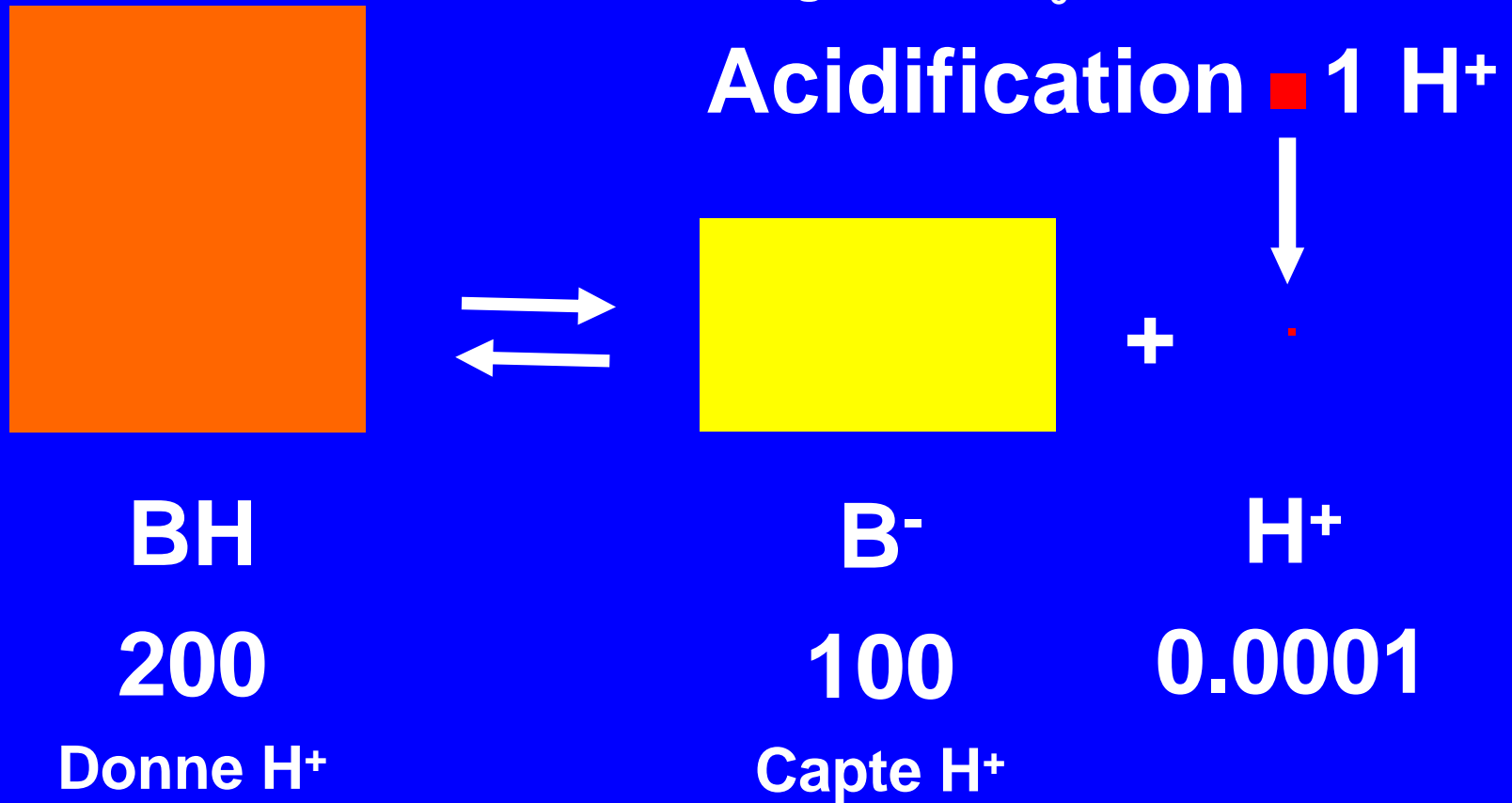
Données en  $\text{kmolc}\cdot\text{ha}^{-1}$   
(kilo mole de charge)



# pH, acidification et bilan de protons

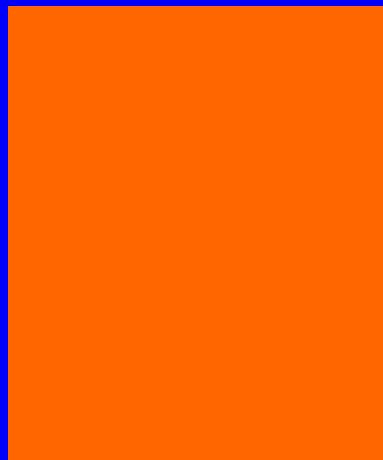
Données en kmolc.ha<sup>-1</sup>

Pour neutraliser 1 kmolc de H<sup>+</sup>, il faut 50 kg de CaCO<sub>3</sub>

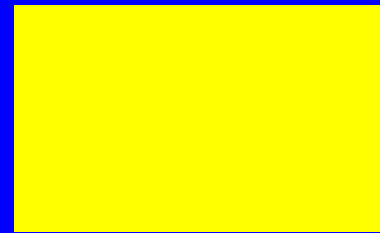
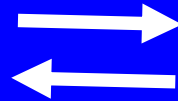


# pH, acidification et bilan de protons

Données en kmolc.ha<sup>-1</sup>



**BH**  
**201**



**B<sup>-</sup>**  
**99**

+

.

**H<sup>+</sup>**  
**0.000102**

## En conclusion

**Le suivi du pH est délicat,**

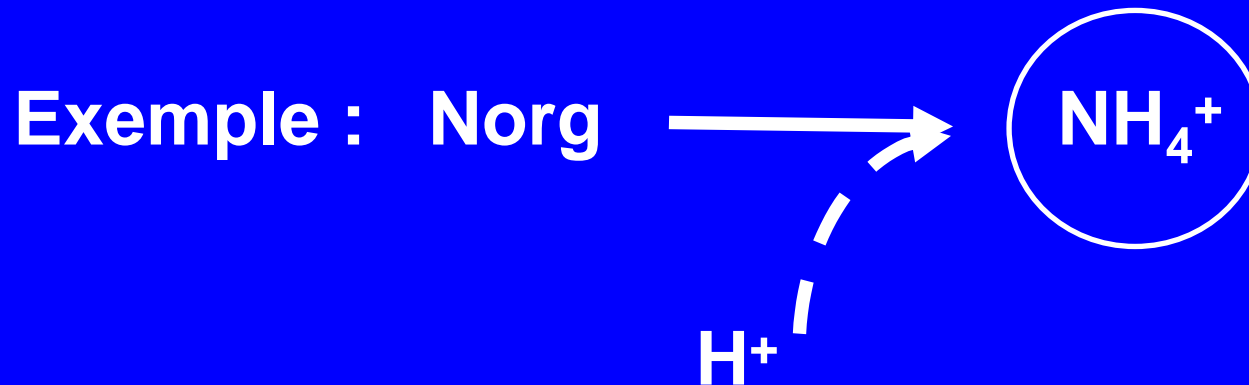
**Pour estimer l'effet amendant , ou  
acidifiant d'un produit...**

**Il vaut mieux estimer la quantité de  
protons apportés ou consommés.**

**C'est l'objet du bilan de protons.**

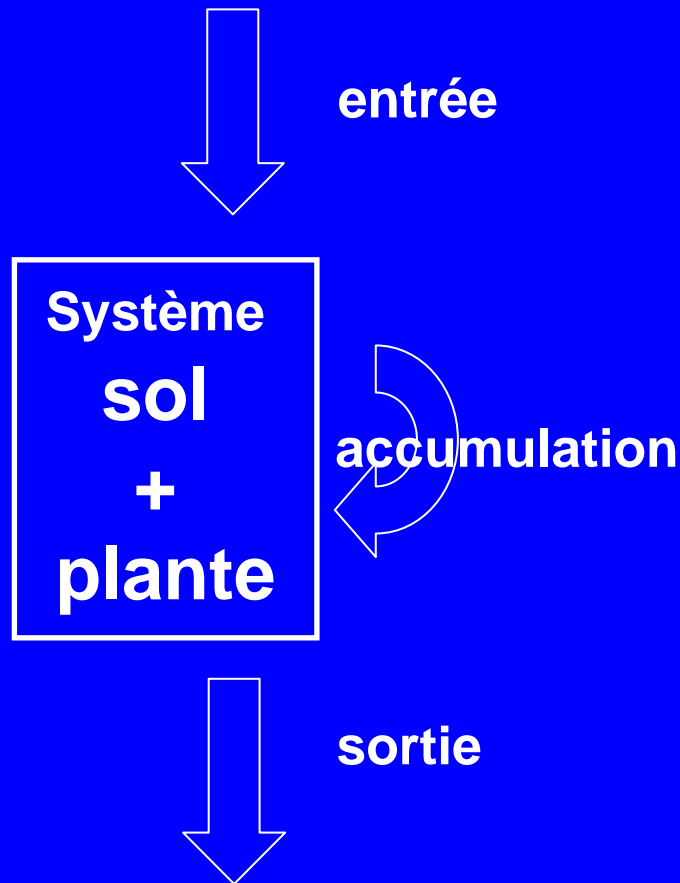
# Principe du bilan de protons

Estimer les protons grâce à des traceurs : les molécules chargées issues d'une production ou d'une consommation de protons



On ne tient pas compte des molécules neutres.

# Principe du bilan de protons

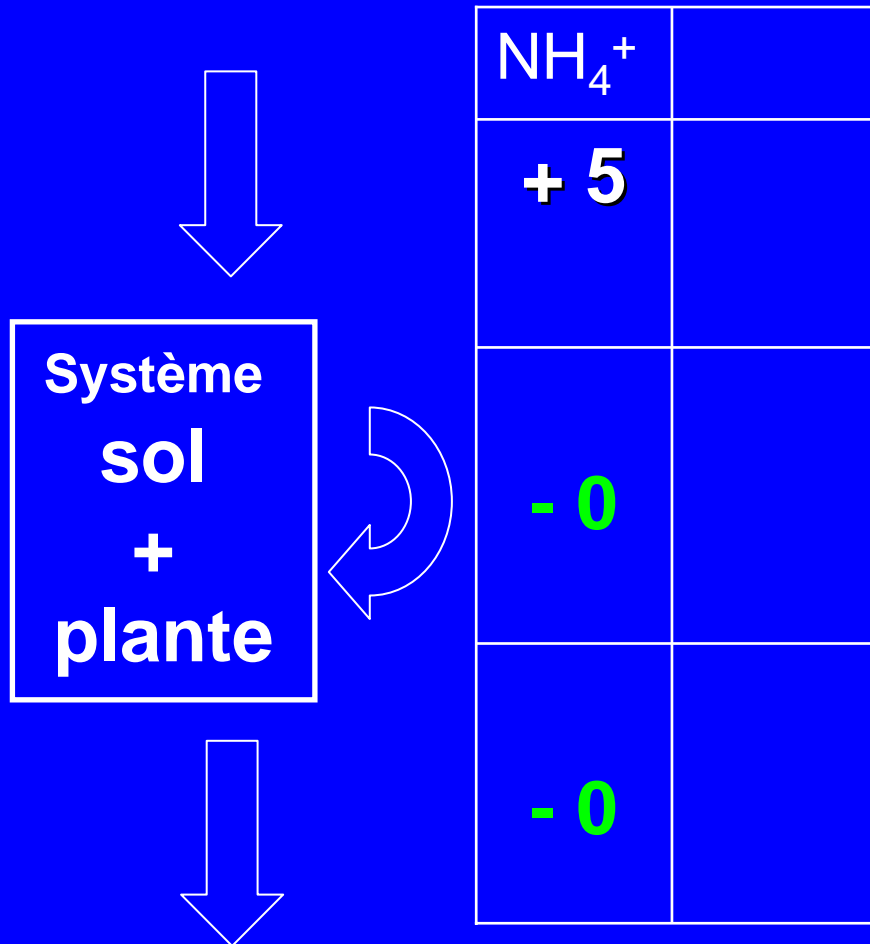


**Bilan de protons :**  
**= Bilan des « molécules chargées »,**  
**= entrée – sortie – accumulation**

**Note : si l'entrée s'accumule, il n'y a pas production (ou consommation) de H<sup>+</sup>**



# Exemple de l'ammonium



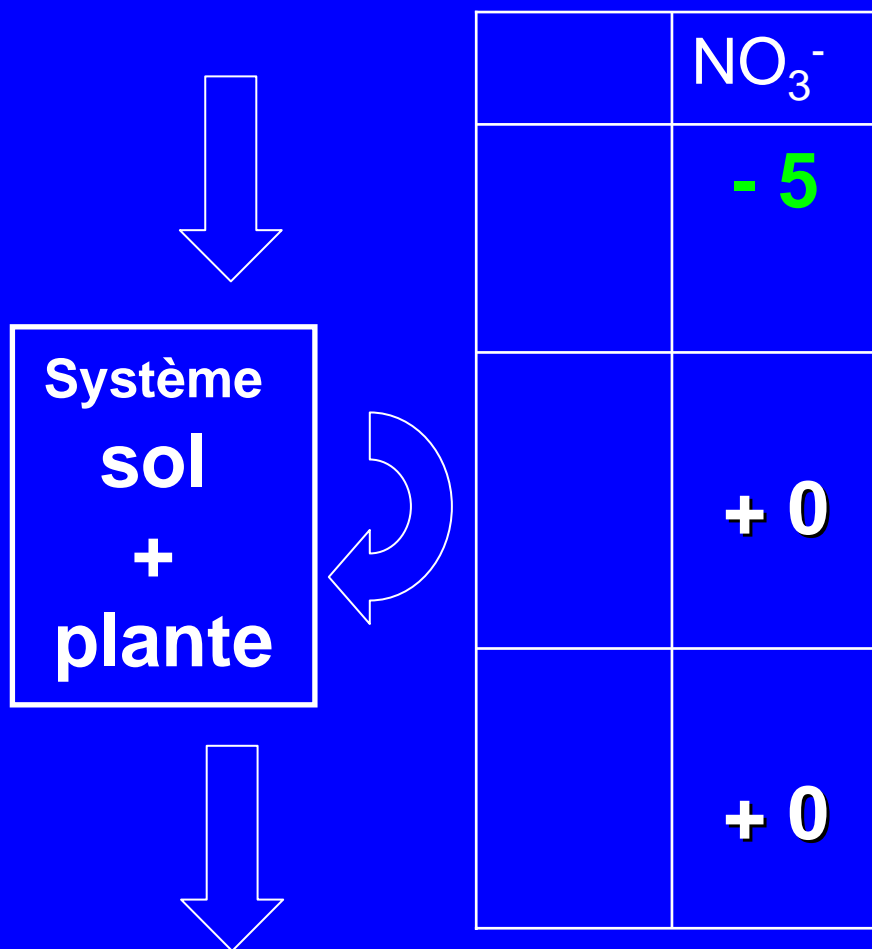
Entrée : 70 kg de N- $\text{NH}_4^+$  / ha soit 5 kmolc

Accumulation : 0  
(tous les  $\text{NH}_4^+$  apportés ont donné des  $\text{H}^+$ )

Sortie : 0

Bilan : 5 kmolc de  $\text{H}^+$  (en plus par hectare)

# Exemple du nitrate



$\text{NO}_3^-$  trace  $\text{H}^+$  dans le sens contraire de  $\text{NH}_4^+$

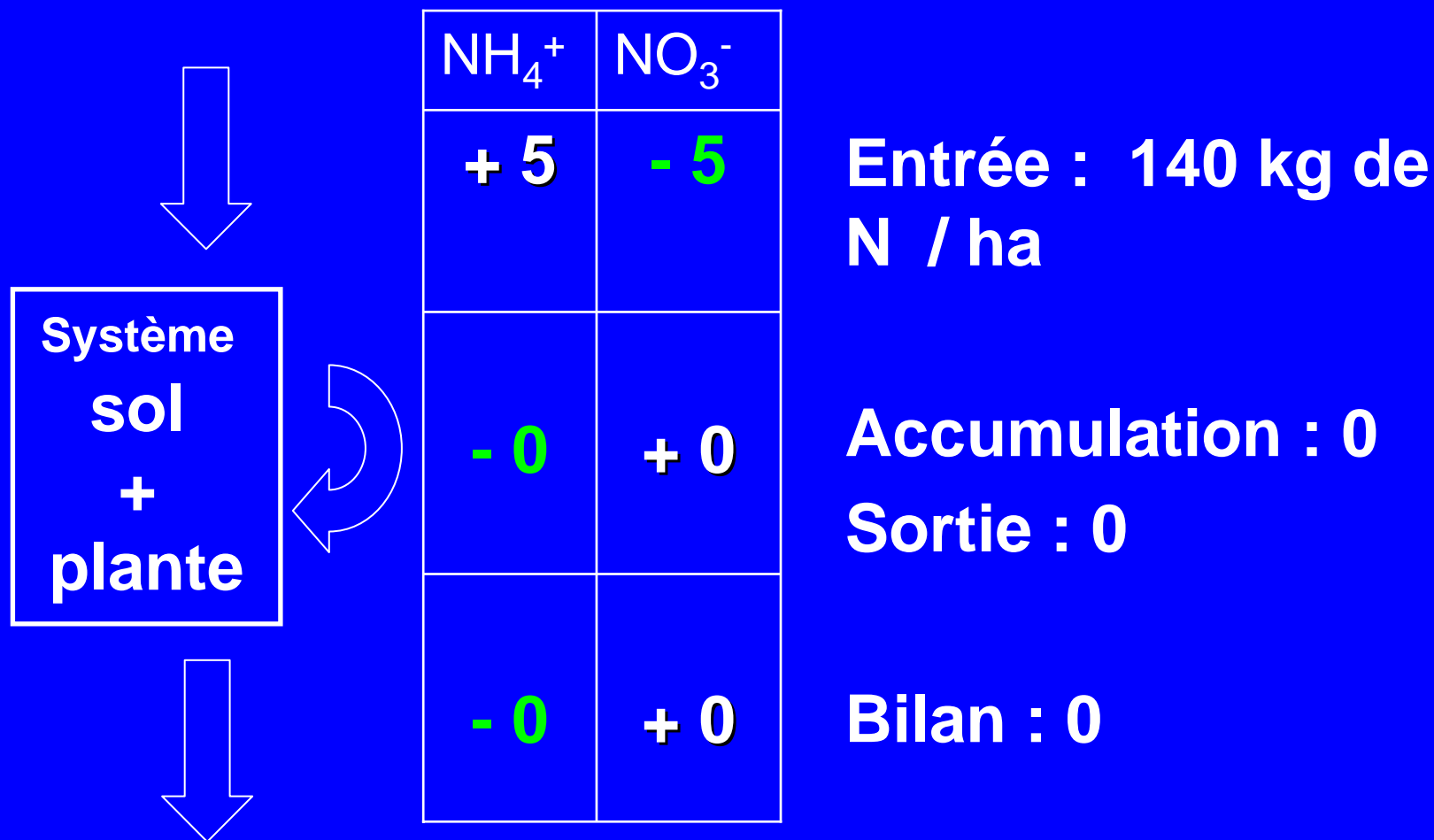
Entrée : 70 kg de  $\text{N-NO}_3^-$  / ha soit 5 kmolc

Accumulation : 0 (tous les  $\text{NO}_3^-$  ont été absorbés, avec un  $\text{H}^+$ )

Sortie : 0

Bilan : - 5 kmolc de  $\text{H}^+$  (en moins par hectare)

# Exemple de l'ammonitrate



# Exemple de l'ammonitrate, azote mal valorisé

Système  
sol  
+  
plante

$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$
+ 5	- 5
- 0	+ 0
- 0	+ 2.5

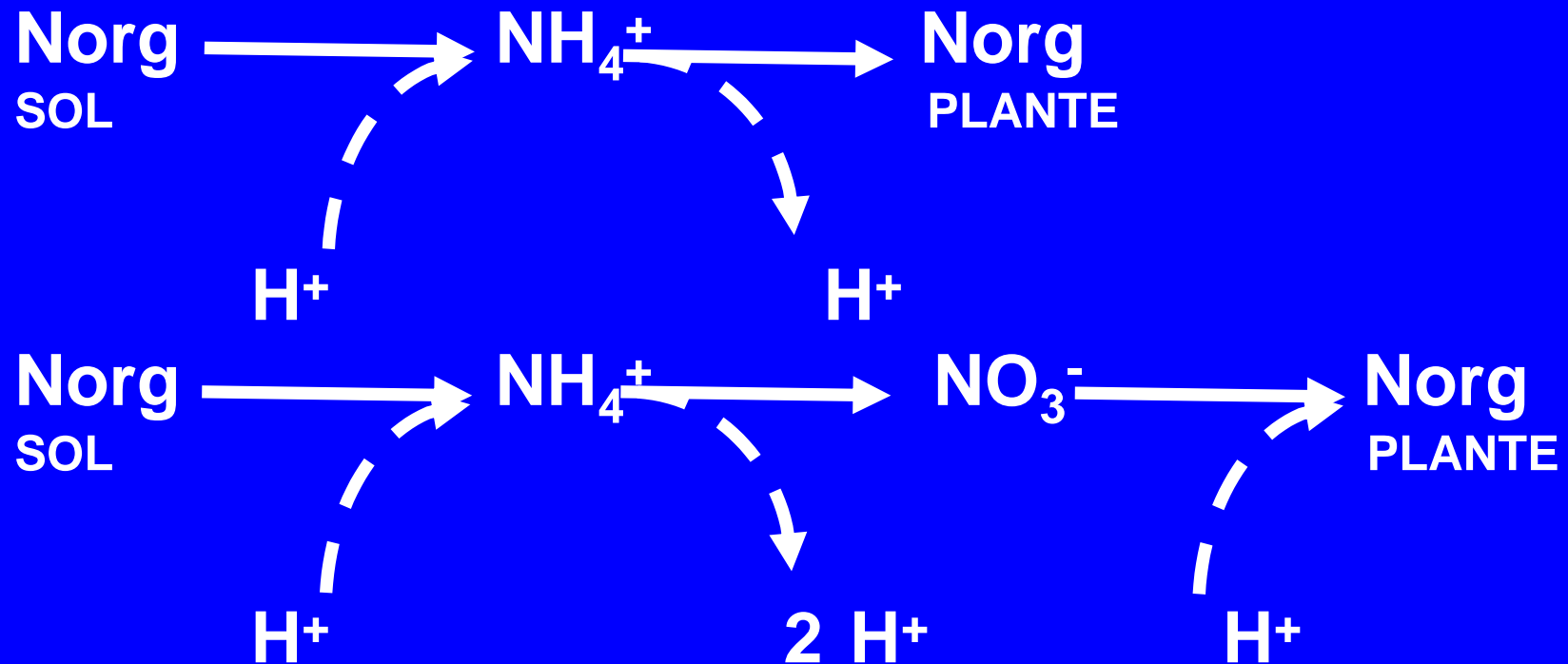
Entrée : 140 kg de N / ha

Accumulation : 0

Sortie : 35 kg de nitrate

Bilan : 2.5 kmolc de  $\text{H}^+$  (en plus par hectare)

# Absorption par la plante de $\text{NH}_4^+$ ou $\text{NO}_3^-$



**Le bilan global est nul dans les deux cas !**

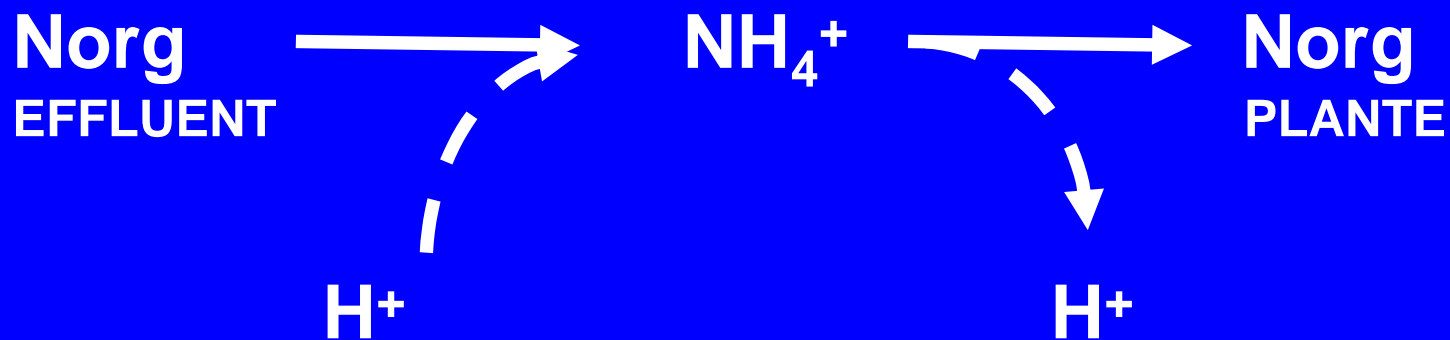
# Pour les effluents d'élevage

**Le même principe s'applique, il faut considérer deux types de composants :**

- ❖ L'azote organique ou minéral (ainsi que le soufre S)**
- ❖ Les autres composants, dont l'effet global est alcalinisant**

# L'azote organique des effluents d'élevage

Pour l'azote organique de l'effluent,  
minéralisé puis absorbé par la plante,



Le bilan est nul : pas d'effet sur l'acidification,  
Mais ...

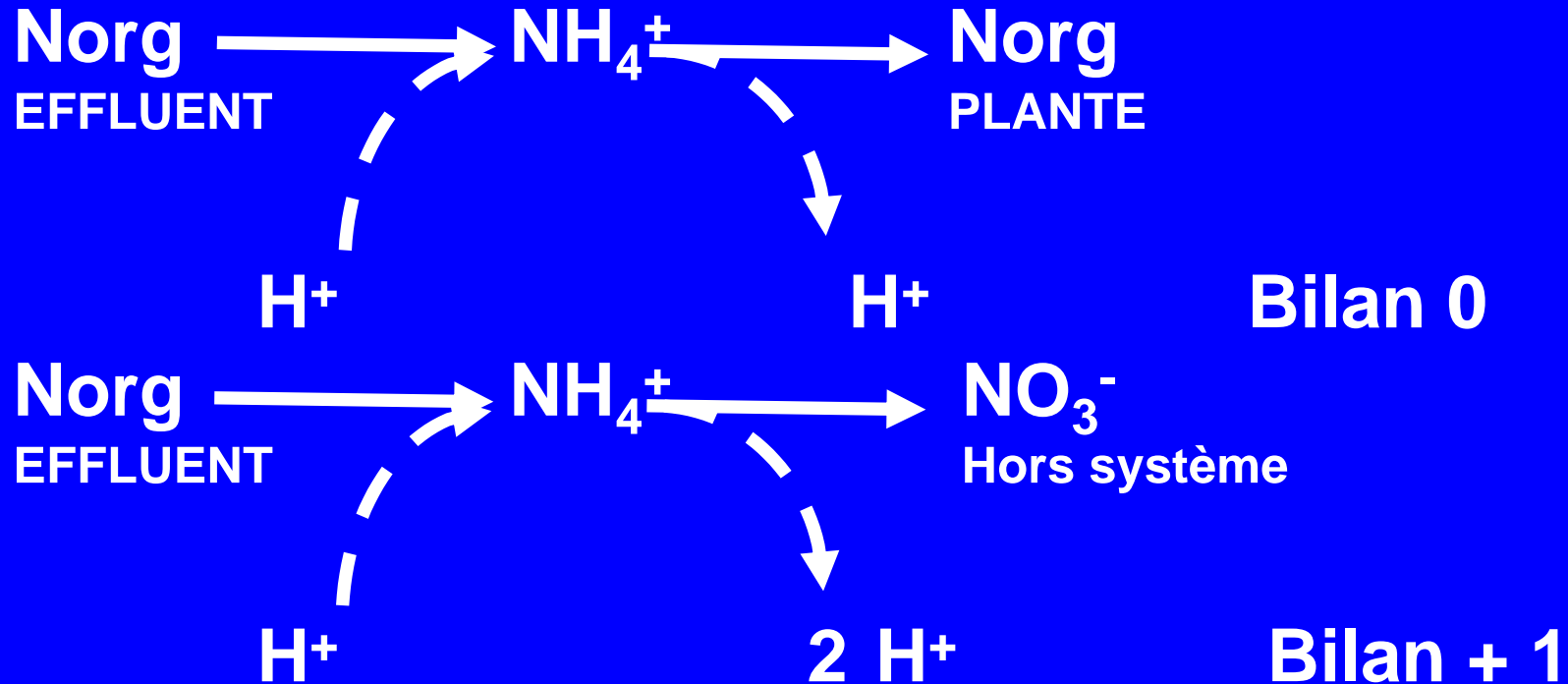
# L'azote organique mal valorisé

**Si l'azote organique de l'effluent, minéralisé, n'est absorbé qu'en partie par la plante,**

**Et si l'autre partie sort du système sous forme de nitrate...**



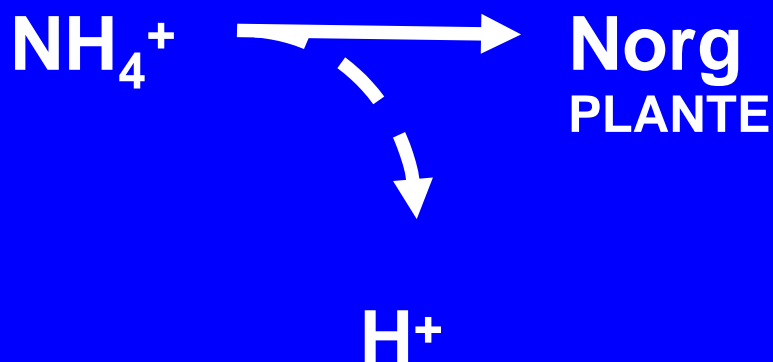
# L'azote organique mal valorisé



**Le bilan correspond aux sorties de nitrates avec un effet sur l'acidification**

# L'azote ammoniacal des effluents d'élevage

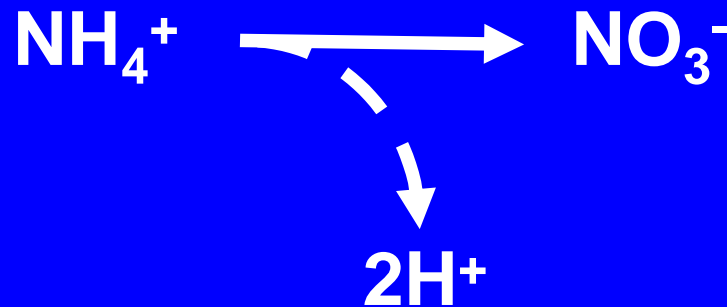
Pour une entrée d'azote ammoniacal, s'il est absorbé par la plante,



Le bilan est positif : effet acidifiant

# L'azote ammoniacal des effluents d'élevage

Si l'entrée d'azote ammoniacal n'est pas absorbée par la plante, et si les nitrates sortent du système,



Le bilan est deux fois plus élevé : effet deux fois plus acidifiant

# L'effet amendant des effluents

**Des composants chargés négativement ont un effet alcalinisant (anions organiques ou carbonatés).**

**Leur quantité peut être estimée par la somme des ions positifs adsorbés :  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$ .**

**Le phosphore P a un effet acidifiant (plus le pH est élevé, plus il est acidifiant).**

## Estimation de l'effet des autres composants :

$$(Ca^{++} + Mg^{++} + K^{+} + Na^{+}) - (P + Cl^{-})$$

Note : effet de P pour un apport sur un sol de pH 5 à 6, soit une mole de protons par mole de P.

## Exemple d'un fumier

Teneur en MS : 25 %

Teneur en azote organique : 22 g.kg<sup>-1</sup> MS,  
soit 5.5 kg de N par tonne de brut

Pas d'azote minéral.

En g.kg<sup>-1</sup> MS, CaO : 20, K<sub>2</sub>O : 32, MgO :  
7.6, Na<sub>2</sub>O : 2, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 14

# Exemple de fumier

Résultat d'analyse en cmolc.kg <sup>-1</sup> de MS	Azote bien valorisé	
N org : 1.57	0	
S org : 0.10	0	
(Ca+Mg+K+Na) - P : 1.64	- 1.64	
<b>BILAN</b>	<b>- 1.64</b>	
<b>Kg de VN pour 10 Tonnes brut par hectare</b>	<b>115</b> <b>alcalinisation</b>	

## Exemple de fumier

Résultat d'analyse en cmolc.kg <sup>-1</sup> de MS	Azote bien valorisé	Azote perdu
N org : 1.57	0	+ 1.57
S org : 0.10	0	+ 0.10
(Ca+Mg+K+Na) - P : 1.64	- 1.64	- 1.64
<b>BILAN</b>	<b>- 1.64</b>	<b>+ 0.03</b>
<b>Kg de VN pour 10 Tonnes brut par hectare</b>	<b>+ 115</b> <b>alcalinisation</b>	<b>- 2</b> <b>Effet nul</b>



**Conclusion pour le fumier :**

**Sa valeur alcalinisante est toujours positive, voire nulle.**

## Exemple d'un lisier

Teneur en MS : 6.8 %

Teneur en azote organique : 26 g.kg<sup>-1</sup> MS,  
soit 1.77 kg de N par m<sup>3</sup>

Azote ammoniacal : 23 g.kg<sup>-1</sup> MS, soit  
1.56 kg de N par m<sup>3</sup>

Soit au total 3.33 kg de N par m<sup>3</sup>

En g.kg<sup>-1</sup> MS, CaO : 51, K<sub>2</sub>O : 60, MgO :  
24, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 59

## Exemple de lisier

Résultat d'analyse en cmolc.kg <sup>-1</sup> de MS	Azote bien valorisé	
N org : 1.86	0	
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> : 1.64	+ 1.64	
(Ca+Mg+K+Na) - P : 3.46	- 3.46	
<b>BILAN</b>	<b>- 1.82</b>	
<b>Kg de VN pour 10 m<sup>3</sup> par ha</b>	<b>+ 35</b> <b>alcalinisation</b>	

# Exemple de lisier

Résultat d'analyse en cmolc.kg <sup>-1</sup> de MS	Azote bien valorisé	Azote perdu
N org : 1.86	0	+ 1.86
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> : 1.64	+ 1.64	+ 3.28
(Ca+Mg+K+Na) - P : 3.46	- 3.46	- 3.46
<b>BILAN</b>	<b>- 1.82</b>	<b>+ 1.68</b>
<b>Kg de VN pour 10 m<sup>3</sup> par ha</b>	<b>+ 35</b> <b>alcalinisation</b>	<b>- 32</b> <b>acidification</b>

## Autre exemple de lisier, avec plus de N ammoniacal

Teneur en MS : 4.6 %

Teneur en azote organique : 27.5 g.kg<sup>-1</sup> MS,  
soit 1.27 kg de N par m<sup>3</sup>

Azote ammoniacal : 60.4 g.kg<sup>-1</sup> MS, soit  
2.78 kg de N par m<sup>3</sup>

Soit au total 4.05 kg de N par m<sup>3</sup>

En g.kg<sup>-1</sup> MS, CaO : 54.4, K<sub>2</sub>O : 85, MgO :  
25, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 59

## Autre exemple de lisier

Résultat d'analyse en cmolc.kg <sup>-1</sup> de MS	Azote bien valorisé	Azote perdu
N org : 1.96	0	+ 1.96
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> : 4.31	+ 4.31	+ 8.62
(Ca+Mg+K+Na) - P : 4.16	- 4.16	- 4.16
<b>BILAN</b>	<b>+ 0.15</b>	<b>+ 6.42</b>
<b>Kg de VN pour 10 m<sup>3</sup> par ha</b>	<b>- 2</b>	<b>- 83</b>
	<b>Effet nul</b>	<b>acidification</b>

**Conclusion pour le lisier :**

**Sa valeur amendante est variable,  
positive ou négative.**

## En conclusion

**Il faut d'abord bien valoriser l'azote des effluents d'élevage : dose et date d'apport.**

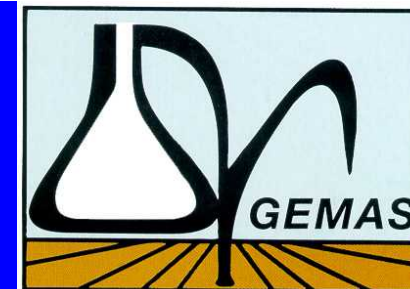
**La valeur amendante peut être estimée à partir de l'analyse de l'effluent : N organique, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca, Mg, K, Na et P.**



## En conclusion

**Un fumier aura en général une valeur alcalinisante.**

**Pour le lisier, sa valeur amendante est variable. Il y a un risque d'acidification si la proportion d'azote ammoniacal est élevée.**



**Merci**

**Congrès GEMAS – COMIFER, novembre 2007**