

# Estimation des rejets en azote, phosphore et coliformes fécaux à l'aval d'un parcours de volailles

<sup>(1)</sup> \* Sandrine REYNÉ, <sup>(1)</sup> Claude CHEVERRY, <sup>(2)</sup> Jean MARREC

<sup>(1)</sup> ENSA-INRA Laboratoire de Science du Sol - 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex

<sup>(2)</sup> SCE - BP 10703, 44307 Nantes cedex 3

\* **Auteur à contacter :**

S. Reyné, e-mail : sandrine.reyne-corradini@sympatico.ca

## ■ 1. Contexte et objectifs de l'étude

En élevage de volailles comme en élevage porcin, l'intensification des systèmes de production s'accompagne de la concentration et de l'augmentation de la taille des bâtiments d'élevage. De nombreuses études s'intéressent à la production d'ammoniac et de bactéries à l'intérieur de ces bâtiments, avec l'objectif de réduire les émissions vers l'atmosphère (AMON, 1994) et d'améliorer les conditions sanitaires des élevages (WIEGAND et al., 1994 ; JOSEPHSON et al., 1997). La maîtrise des risques liés à l'azote, au phosphore et aux pathogènes lors de l'épandage des déjections est également l'objet de nombreux travaux de recherche (MARLY, 1995 ; ATKINSON et WATSON, 1996 ; BURTON, 1996).

En revanche, l'impact des élevages sur leur environnement immédiat, qu'il s'agisse des sols, des eaux souterraines ou des

eaux de surface, est peu étudié. Dans le cas des élevages de volailles associant un bâtiment et un parcours extérieur, des travaux récents estiment que les déjections produites sur les parcours peuvent représenter de 20 à 80 % des déjections totales (CORPEN, 1996). Des niveaux élevés de contamination bactériologique et chimique des sols s'observent dans un rayon de 50 mètres autour d'unités d'élevage intensifs (PARRÁKOVÁ et FRATRIC, 1980). L'enrichissement en azote des sols d'un parcours peut conduire à terme à des pertes par lessivage des nitrates (Chambre d'Agriculture de la Marne, 1991).

Dans le cadre du programme européen NORSPA<sup>(1)</sup> en Baie de Bourgneuf (Loire-Atlantique, Vendée), une étude préalable (DUBOS et MARREC, 1992) a mis en évidence des concentrations élevées en phosphore et coliformes fécaux dans les eaux de surface, susceptibles de perturber plusieurs activités écono-

miques de cette zone littorale, comme la production de coquillages (FELGINES, 1994), la baignade, la pêche à pied... Les sources de pollution domestiques et industrielles ne suffisent pas à expliquer la dégradation de la qualité de l'eau, un programme de recherche a été mis en œuvre sur un bassin versant expérimental pour caractériser l'impact des sièges d'élevage (REYNE et MARREC, 1998 ; REYNE, 1999). Les onze élevages volaillers de ce bassin versant sont représentatifs des élevages vendéens, où les bâtiments sont traditionnellement associés à un parcours extérieur que les exploitations soient ou non en production labellisée.

Les rejets sont définis comme les eaux pluviales souillées de déjections émises vers les eaux de surface après ruissellement sur le parcours. L'expérimentation a pour objectifs de caractériser le mode d'émission de ces rejets et d'étudier la variabilité des concentrations en azote,

(1) NORSPA : trad. "Action spéciale pour la protection de la mer du Nord" - Programme européen LIFE 29/FR-001

phosphore et coliformes fécaux en présence d'une bande de pintades Label avec parcours. Le calcul des quantités totales d'azote et de phosphore émises permet ensuite d'évaluer des rejets unitaires par animal et de les comparer avec les quantités d'aliments ingérés par les pintades. Enfin, ces rejets unitaires sont mis en perspective avec les récents travaux du CORPEN (CORPEN, 1996 ; 1997), afin de déterminer dans quelle mesure les estimations des rejets avicoles du CORPEN peuvent être utilisées pour estimer un risque d'entraînement vers les eaux de surface.

## ■ 2. Matériels et méthodes

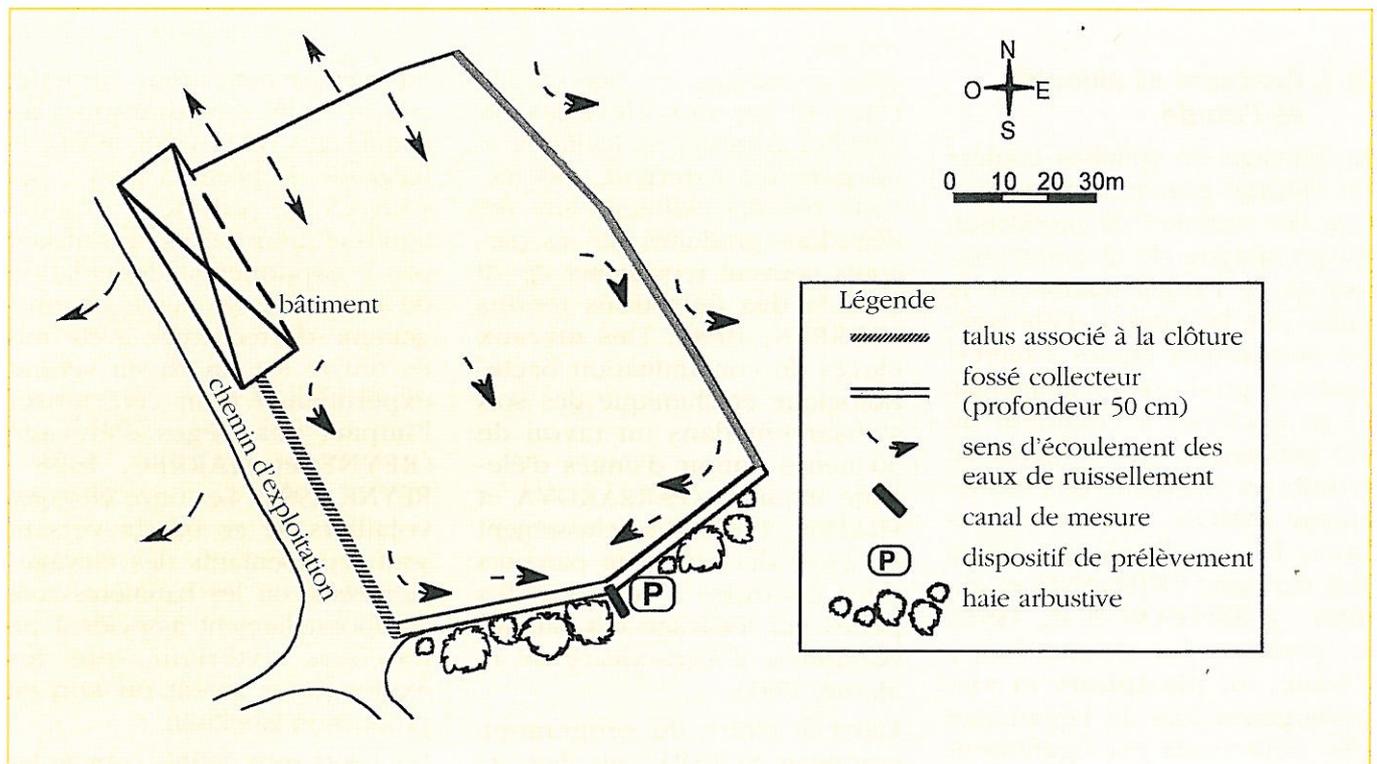
### 2.1. Site d'étude et dispositif expérimental

Un parcours de volailles a été mis à disposition par le GAEC

Robin-Cercleron, qui élève des volailles sous le label "Volailles Fermières de Challans"<sup>(2)</sup>. L'étude pédologique réalisée en mars (BAUME, 1996) révèle des sols bruns peu profonds (45-50 cm), hydromorphes dès la surface, à texture limono-sableuse, développés sur une altération de schiste de texture limono-argileuse. Cette forme d'altération du schiste limite l'infiltration, et l'eau du sol est principalement évacuée sous forme de ruissellement de surface et de sub-surface (LENFANT, 1984). De plus, la parcelle présente un état de surface damé par le piétinement des volailles. Des adventices et des espèces caractéristiques des milieux piétinés, comme le plantain corne-de-cerf (*Plantago coronopus* L.), s'y développent entre deux bandes de volailles. Situé en limite de crête, le par-

cours est entouré de talus qui dirigent les eaux de ruissellement vers un fossé collecteur profond de 50 cm (figure 1). La surface collectée correspond à la surface du parcours, soit 10300 m<sup>2</sup>, et présente une pente moyenne de 4 %. Les eaux de ruissellement sont dirigées vers un canal de mesure rectangulaire en béton lissé équipé d'un déversoir triangulaire en mince paroi de type GOURLEY à angle de 60°. Un capteur RIO 1000/0-20 mA est installé dans le canal et mesure les débits en continu. Une centrale d'acquisition de données SAB600 HDL/A/M enregistre ces débits ainsi que la pluviométrie mesurée par un pluviomètre à augets. Le dispositif est complété par un préleveur automatique ISCO 3700 de 24 flacons en polyéthylène de 1 litre.

Figure 1 : Plan de masse du parcours de volailles et localisation du dispositif de prélèvement.



### 2.2. Echantillonnage et calcul des flux

Centré sur la période hivernale, l'échantillonnage a couvert 3 périodes d'élevage distinctes (tableau 1).

- la période I, de novembre 94 à la mi-janvier 95, correspond à une bande de 5050 pintades qui ont eu accès au parcours le 1er décembre, après 55 jours intégralement passés en bâtiment. Elle permet d'observer les rejets

avant l'accès des animaux au parcours, puis sur toute la période de fréquentation du parcours ;

- la période II correspond à un vide sanitaire de 16 jours ;
- La période III, de la fin jan-

(2) Syndicat des labels avicoles Challandais (SYLAC).

vier 95 à la fin mars 95, correspond à une bande de 3500 canes de Barbarie arrivées sur l'exploitation le 31 janvier 1995.

Les canes de Barbarie ayant eu accès au parcours le 29 mars 1995, cette troisième période permet d'observer d'autres

rejets imputables à la bande précédente de pintades, alors que les canes sont encore en bâtiment.

**Tableau 1 : Caractéristique des bandes de volailles lors de l'étude**

	Périodes d'observation		
	I du 01/11/94 au 16/01/95	II du 16/01/95 au 31/01/95	III du 31/01/95 au 31/03/95
Espèces	pintades		canes de Barbarie
Durée d'élevage (1)	102	<i>vide</i>	78
Date d'accès au parcours	01/12/94	<i>sanitaire</i>	29/03/95
Temps d'accès au parcours (j)	46	<i>16 jours</i>	22
Nombre	5 050		3 500
Densité sur le parcours (animal/m <sup>2</sup> )	0,5		0,3
Espace de parcours disponible (m <sup>2</sup> /animal)	2		2,9

Les prélèvements sont déclenchés en fonction des épisodes pluvieux, selon deux modes d'échantillonnage proportionnels au débit, ce qui permet un échantillonnage plus fin lors du pic de débit :

- Un échantillonnage fractionné permet d'étudier les variations de concentrations au cours d'une crue, et d'observer le processus en jeu dans l'émission de la pollution. Chaque prélèvement effectué pendant la crue donne lieu à une analyse.

- Un échantillonnage moyen renseigne sur la concentration des eaux de ruissellement lors de 11 crues réparties sur la période d'observation. Les prélèvements collectés au cours d'une crue sont mélangés pour donner un échantillon unique pour l'analyse.

Les échantillons sont conservés à 4°C, en flacon stérile en PVC de 250 ml pour l'analyse bactériologique ou en flacon en PVC de 500 ml pour les analyses chimiques, et remis au Laboratoire Départemental des Services Vétérinaires de Vendée dans les 8 heures qui suivent le prélèvement. Trois paramètres azotés (azote Kjeldahl, azote ammoniacal, nitrates) et deux paramètres phosphorés (phosphore total, orthophosphates) ont été recherchés par le LDSV selon les protocoles AFNOR en vigueur (AFNOR, 1994). Les coliformes

fécaux sont retenus comme Germes Témoins de Contamination Fécale, et sont dénombrés selon la norme AFNOR NF T 90-105 (AFNOR, 1994). Les salmonelles ont été recherchées à deux reprises, lorsque les concentrations en coliformes fécaux dépassaient 104 CF/100 ml.

Les flux en azote et phosphore émis à l'aval du parcours de volailles ont été calculés en faisant la somme des produits concentration-débit pour les 11 crues échantillonnées. Pour les crues n'ayant pas fait l'objet d'une analyse, les flux ont été reconstitués par interpolation en multipliant le débit par la moyenne des concentrations des deux crues encadrant la crue non échantillonnée (MEYBECK et RAGU, 1991). Le pas de temps de 12 heures permet de tenir compte des variations rapides de débit. Cette méthode de calcul "pas-à-pas" permet de respecter les évolutions de concentrations constatées au cours du temps. La somme des flux sur la période d'observation donne la charge totale émise, qui permet de calculer ensuite la quantité d'azote et de phosphore émise par animal.

### ■ 3. Résultats

#### 3.1. Analyse détaillée d'une crue

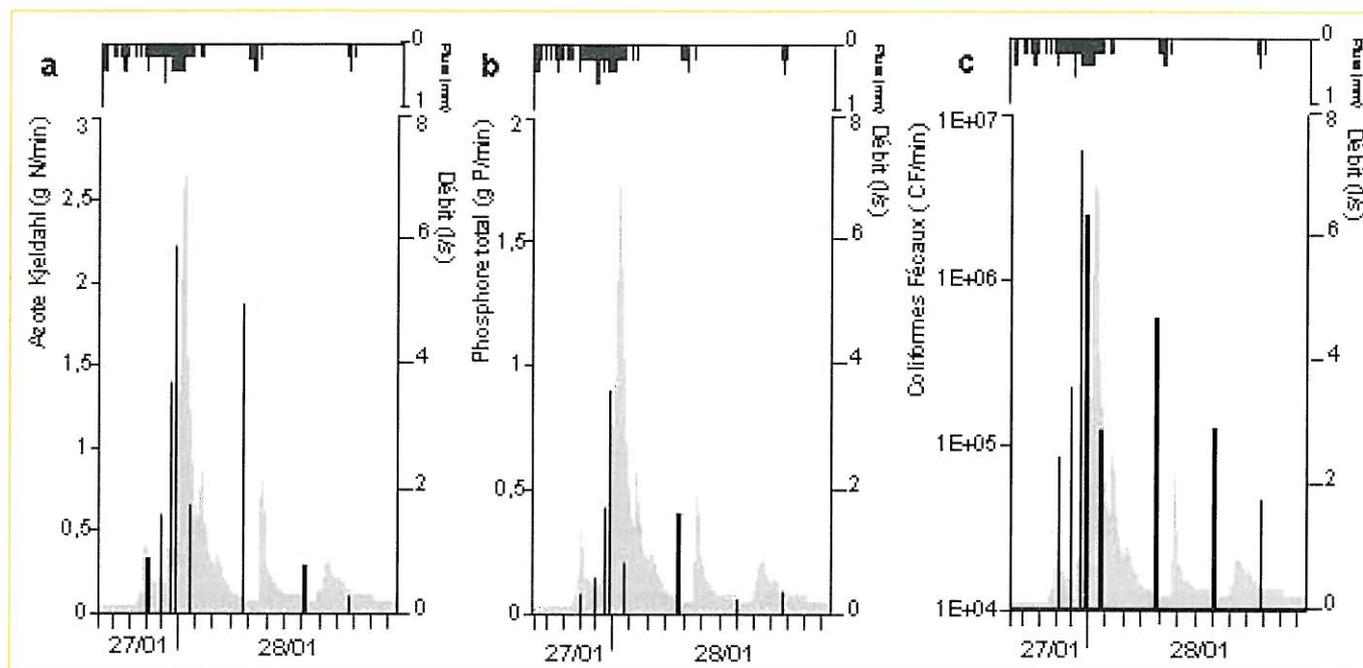
L'épisode pluvieux du 27 au 28

janvier 1995 correspond à une averse de 12,6 mm dont l'intensité moyenne atteint 0,17 mm/h et l'intensité maximale 6 mm/h. Le volume ruisselé enregistré au canal de mesure est de 46,8 m<sup>3</sup>. Ce volume intègre le ruissellement superficiel et une part du ruissellement de sub-surface intercepté par le fossé collecteur. Le produit de la surface du parcours par la hauteur de pluie donne un volume de pluie de 129,8 m<sup>3</sup>. Le rapport entre ces deux volumes permet d'estimer un coefficient de ruissellement de 37 %.

Au cours de l'épisode pluvieux, les flux en azote Kjeldahl, phosphore total et coliformes fécaux augmentent proportionnellement au débit (figure 2). Les flux maximaux coïncident avec le pic de débit de 7,3 l/s, et atteignent 2,2 g N/min, 0,9 g P/min et 6,2.10<sup>6</sup> CF/min. Les concentrations correspondantes sont maximales au pic de débit et atteignent 19,1 mg N/l, 6,9 mg P/l et 3.10<sup>3</sup> CF/100 ml. A la descente de crue, les flux diminuent jusqu'aux valeurs minimales observées en début de crue : 0,1 g N/min, 0,08 g P/min, 4,6.10<sup>4</sup> CF/min.

Cette évolution conjointe des flux et des débits est caractéristique d'un mécanisme d'entraînement par ruissellement. Les quantités d'éléments émises par le parcours sont proportionnelles

Figure 2 : Flux en azote Kjeldahl (a), phosphore total (b) et coliformes fécaux (c) lors de l'épisode pluvieux du 27-28/01/95



aux volumes ruisselés, et ceci est valable pour les coliformes fécaux comme pour les éléments chimiques. Le ruissellement entre les épisodes pluvieux est négligeable. Les débits de base enregistrés sont en moyenne de 0,04 l/s, ce qui confirme l'intérêt d'un échantillonnage ciblé sur les épisodes pluvieux pour l'estimation des rejets émis par le parcours de volailles.

### 3.2. Composition et variabilité des rejets au cours de la période de suivi

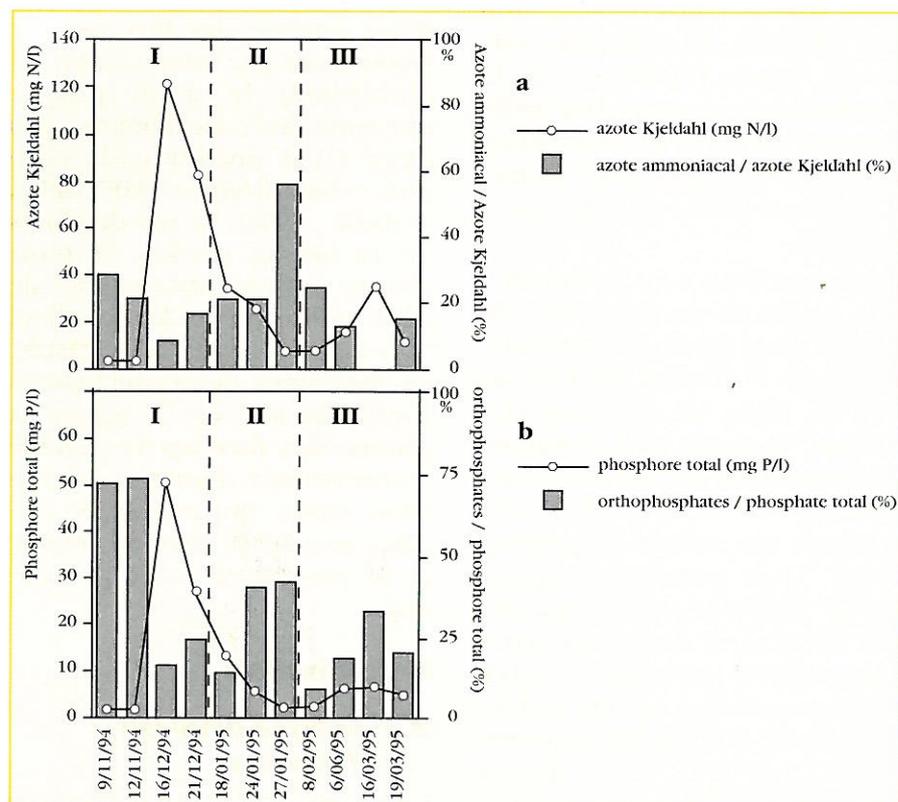
Entre novembre 1994 et mars 1995, 11 échantillons moyens ont été prélevés au cours de crues correspondant à des pluies de 8,5 à 19,4 mm. Pendant ces cinq mois, la pluviométrie enregistrée sur le site atteint 492 mm et dépasse de 27 % les moyennes trentenales (Météorologie Nationale, station de Machecoul, 1961-1994). A partir d'avril, le ruissellement devient négligeable et ne permet plus de prélever des échantillons pour analyse.

L'azote Kjeldahl et le phosphore total présentent des variations comparables d'un échantillon à l'autre, aux ordres de grandeur près (figure 3a et b). Les concentrations en azote Kjeldahl varient entre 3,1 et 122 mg N/l, le phos-

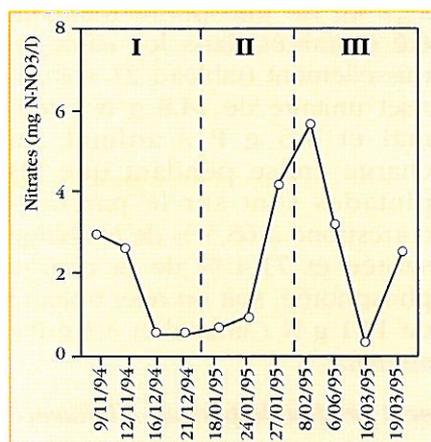
phore total entre 1,6 et 51 mg P/l. Les concentrations maximales correspondent à la présence des 5 050 pintades sur le parcours. Lors du vide sanitaire, les concentrations diminuent de 34,3 à 7,2 mg N/l et de 13,9 à 2,4 mg P/l. Ces valeurs sont comparables à celles mesurées

au début de la période d'élevage des pintades, alors qu'elles n'ont pas encore accès au parcours. Pendant la troisième période, les concentrations sont du même ordre de grandeur que celles observées au cours du vide sanitaire et ne dépassent pas 35,9 mg N/l et 6,9 mg P/l.

Figure 3 : Concentrations en azote Kjeldahl et ratios azote ammoniacal / azote Kjeldahl (a), concentrations en phosphore total et ratios orthophosphates / phosphore total (b) (nov. 94 à mars 95)



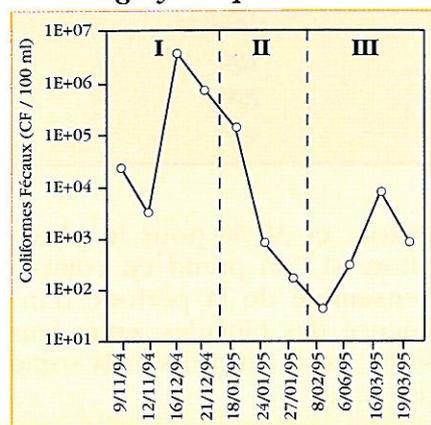
**Figure 4 : Concentrations en nitrates dans les eaux de ruissellement à l'aval du parcours de volailles (nov. 94 à mars 95)**



Les pourcentages d'azote ammoniacal dans l'azote Kjeldahl et d'orthophosphates dans le phosphore total sont très variables (figure 3a et b). L'azote ammoniacal représente de 9 à 56 % de l'azote Kjeldahl (en moyenne 23 %  $\pm$  13), les orthophosphates de 9 à 73 % du phosphore total (en moyenne 24 %  $\pm$  12). Les pics de concentration de l'azote ammoniacal (14,3 mg N/l) et des orthophosphates (8,4 mg P/l) s'observent en présence des pintades sur le parcours.

Les nitrates (figure 4) diffèrent des paramètres discutés précédemment, à la fois en termes d'ordre de grandeur des concentrations et d'évolution au cours de la période de suivi. Les concentrations des eaux de ruissellement varient entre 0,4 et 5,8 mg N-NO<sub>3</sub>/l. Les concentrations les plus élevées

**Figure 5 : Concentrations en coliformes fécaux dans les eaux de ruissellement à l'aval du parcours de volailles (nov. 94 à mars 95) échelle logarithmique**



correspondent à des pluies importantes, début novembre 1994 et février 1995, et non à la période de présence des volailles. L'azote nitrique représente un faible pourcentage de l'azote total émis dans les eaux de ruissellement, soit en moyenne 6,3 % sur les onze crues.

Les concentrations en coliformes fécaux (figure 5) suivent la même évolution que l'azote Kjeldahl et le phosphore total, avec une concentration maximale de 2,9.10<sup>6</sup> CF/100 ml en présence des pintades sur le parcours. Le vide sanitaire de janvier permet de ramener ces concentrations à la valeur minimale de 50 CF/100 ml, mais l'analyse du 13 mars 1995 révèle une concentration de 10<sup>1</sup> CF/100 ml, alors que les pintades ont quitté l'exploitation depuis 60 jours et que les canes sont encore en bâtiment.

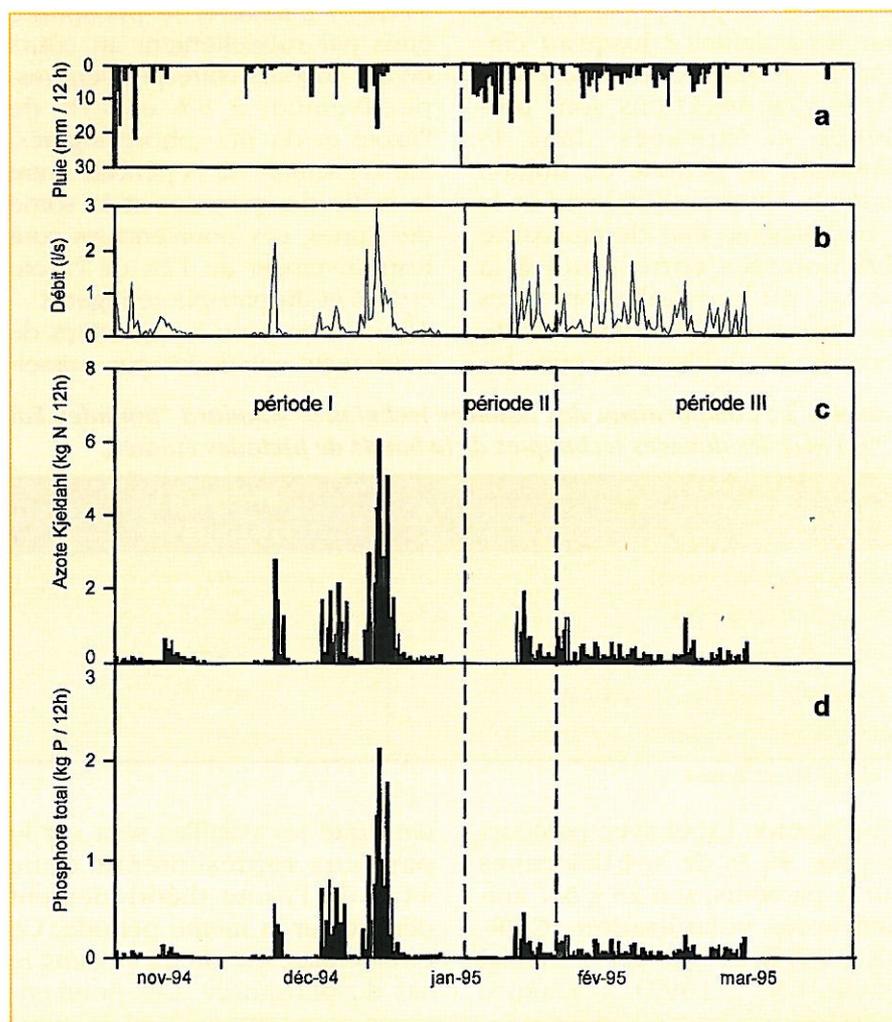
A deux reprises, lorsque les concentrations en coliformes

fécaux dépassent 10<sup>1</sup> CF/100 ml, des analyses complémentaires ont conclu à l'absence de bactéries du genre Salmonella.

### 3.3. Estimation de la charge en azote Kjeldahl et phosphore total à l'aval du parcours

Au cours des 5 mois de suivi, 53 % du volume de pluie intercepté par le parcours sont restitués sous forme de ruissellement, les 47 % restants se partageant entre infiltration et évapotranspiration. Les volumes ruisselés sont de 1190 m<sup>3</sup> pendant la première période, 412 m<sup>3</sup> pendant le vide sanitaire et 1217 m<sup>3</sup> pendant la troisième période. La reconstitution des flux montre que l'essentiel de la charge en azote Kjeldahl et phosphore total est émis en présence des pintades (figure 6). L'émission d'azote et de phosphore par la suite est inférieure, y compris lors de la troisième

**Figure 6 : Pluviogramme (a), hydrogramme (b), flux d'azote Kjeldahl (c) et de phosphore total (d) (nov. 94 à mars 95)**



période alors que les volumes ruisselés sont légèrement supérieurs. Les canes de Barbarie n'ayant eu accès au parcours qu'à partir du 29 mars 1995, les flux mesurés au début de la troisième période correspondent à l'émission des résidus de la bande de pintades. L'émission d'éléments au cours du vide sanitaire et au tout début de la présence des pintades va également dans ce sens. Il ressort de cette analyse que les flux mesurés au début de la période de présence d'une bande de volailles ne peuvent lui

être attribués et s'expliquent par la bande précédente, voire les bandes précédentes. Comme il est impossible de faire la part du "bruit de fond" dû aux déjections des bandes antérieures, la charge émise par les pintades est calculée en faisant la somme des flux mesurés entre leur sortie sur le parcours et la sortie des canes à la fin de la troisième période. Dans le cas de l'azote, la contribution des nitrates étant très faible, les rejets en azote Kjeldahl sont assimilés à des rejets d'azote total.

Entre la sortie des pintades sur le parcours (1er décembre 1994) et la sortie des canes (29 mars 1995), 74,5 kg d'azote Kjeldahl et 23,1 kg de phosphore total ont été entraînés dans les eaux de ruissellement (tableau 2), soit un rejet unitaire de 14,8 g N / animal et 4,6 g P / animal. La charge émise pendant que les pintades sont sur le parcours correspond à 68,5 % de la charge azotée et 71,4 % de la charge phosphorée, soit un rejet unitaire de 10,1 g N / animal et 3,3 g P / animal.

**Tableau 2 : Charges en azote Kjeldahl et phosphore total émises par ruissellement pendant la période d'influence des pintades.**

Périodes d'observation	Azote Kjeldahl		Phosphore total	
	kg N	%	kg P	%
Période I à partir de la sortie des pintades	51,0	68,5	16,5	71,4
Période II : vide sanitaire	7,1	9,5	1,8	7,8
Période III avant la sortie des canes	16,4	22,0	4,8	20,8
<b>Total</b>	<b>74,5</b>	<b>100</b>	<b>23,1</b>	<b>100</b>

Que représentent ces rejets unitaires par rapport aux quantités d'azote et de phosphore ingérées par les volailles ? Jusqu'au cinquante-cinquième jour de croissance, les déjections sont produites et stockées dans le bâtiment. La période de finition entre le cinquante-sixième et le cent-deuxième jour de croissance des pintades correspond à la période où les volailles ont accès au parcours. Pendant cette période de finition, les pintades

ont consommé 123,6 g d'azote et 24,9 g de phosphore (comm. SYLAC). L'azote et le phosphore émis par ruissellement au cours de ces 46 jours correspondent respectivement à 8% et 13% de l'azote et du phosphore ingérés. Sur l'ensemble de la période entre la sortie des pintades et la sortie des canes, ces pourcentages sont respectivement de 12% de l'azote et 18% et du phosphore ingérés. Afin de comparer les quantités de nutriments entraînées par ruissel-

lement avec les quantités théoriquement déposées sur le parcours proposées par le CORPEN (1996 ; 1997), les données techniques de la bande de pintades étudiée sont confrontées aux données standard de ce référentiel (tableau 3). Les pintades étudiées consomment légèrement moins d'azote (5%) et de phosphore (17%) que ne le prévoient les données standard, pour un indice de consommation sur 101 jours et demi légèrement supérieur.

**Tableau 3 : Comparaison des données techniques standard "pintades Label avec parcours" du CORPEN (1996 ; 1997) avec les données techniques de la bande de pintades étudiée.**

	Référentiel (1996 ; 1997)	CORPEN Données de l'étude <sup>1</sup>
Durée d'élevage (jours)	99	101,54
Poids à l'abattage (g)	1870	1872
Indice de consommation	3,820	3,967
Azote total ingéré (g N / animal)	217,0	205,6
Phosphore total ingéré (g P / animal)	50,0	41,3

<sup>1</sup> : données SYLAC Challans

Une pintade Label avec parcours dépose 40 % de ses déjections sur le parcours, soit 23 g N / animal après volatilisation (CORPEN, 1996) et 15,3 g P / animal (CORPEN, 1997). L'azote entraîné par ruissellement pen-

dant que les volailles sont sur le parcours représenterait donc 44 % de l'azote théoriquement déposé sur la même période. Ce pourcentage est de 22 % dans le cas du phosphore. Ces pourcentages augmentent à 64 % pour

l'azote et 30 % pour le phosphore si l'on prend en compte l'ensemble de la période d'influence des pintades, entre leur sortie sur le parcours et la sortie des canes.

## ■ 4. Discussion

### 4.1. Rôle du ruissellement dans l'émission des rejets

L'analyse des flux au cours d'un épisode pluvieux a mis en avant le rôle majeur du ruissellement dans l'émission des rejets. Sur la période d'observation, le coefficient de ruissellement mesuré est en moyenne de 53 %. Comparée aux coefficients de ruissellement de 48 à 65 % mesurés sur des sièges d'élevage bovins à la même période (REYNE, 1999), cette valeur témoigne d'un comportement au ruissellement plus proche de surfaces imperméabilisées que d'une parcelle de terre. Cette sensibilité au ruissellement s'explique à la fois par des sols peu profonds, rapidement saturés comme en témoigne l'hydromorphie élevée, et par l'état de surface damé par le piétinement des volailles. La nature des sols est certes un facteur variable d'un élevage à l'autre. En revanche, même si l'on observe des variations d'un élevage à l'autre en fonction de l'ancienneté du parcours, du type de bâtiment (bâtiments fixes ou cabanes mobiles) et des espèces de volailles, l'état de surface damé est un point commun à tous les parcours extérieurs et constitue un facteur important de propagation du ruissellement. Entre les pluies, le ruissellement est négligeable, ce qui confirme l'intérêt d'échantillonner au cours des pluies pour une estimation satisfaisante des rejets émis. A l'échelle de l'année, le rôle prépondérant du ruissellement permet par ailleurs de désigner l'hiver comme une période à risque.

### 4.2. Composition et variabilité des rejets

L'azote Kjeldahl, le phosphore total et les coliformes fécaux sont émis essentiellement en présence des volailles. L'impact d'une bande de volailles semble cependant se prolonger au cours du vide sanitaire et de la

bande suivante, ce qui soulève la question de la rémanence et du stockage des nutriments ou des bactéries sur le parcours.

Les orthophosphates et l'azote ammoniacal, formes solubles et bio-disponibles, représentent moins du quart du phosphore total et de l'azote Kjeldahl. La fraction des déjections fraîches entraînées par ruissellement est essentiellement riche en azote et phosphore organique. Le comportement des pintades sur le parcours, qui détruisent le couvert végétal et érodent les premiers centimètres du sol, met également à disposition du ruissellement du phosphore minéral ou organique particulaire, ou des formes azotées organiques complexes. Déterminer la contribution respective des déjections et des premiers centimètres de sol supposerait une analyse plus fine des formes de l'azote et du phosphore. D'autre part, il serait intéressant de déterminer la quantité d'acide urique émise par ruissellement, cette forme étant susceptible d'évoluer rapidement en ammoniac.

Comparativement aux autres éléments, les nitrates sont en faible concentration dans les eaux de ruissellement, et les pics de concentration correspondent à des périodes de pluie importante. Compte tenu de l'origine superficielle et sub-superficielle du ruissellement collecté par le dispositif, les nitrates peuvent provenir d'une minéralisation des déjections laissées par la bande de volailles précédente ou du lessivage de l'azote du sol. Cependant, la contribution du compartiment sol étant difficile à déterminer avec le dispositif expérimental mis en œuvre, conclure que l'ensemble de l'azote lessivé a été intercepté par le fossé collecteur serait abusif.

Les concentrations en coliformes fécaux atteignent ponctuellement des valeurs élevées (10<sup>6</sup> CF / 100 ml). Le vide sanitaire permet de revenir à des

niveaux très bas (50 CF / 100 ml), mais des concentrations élevées s'observent deux mois après que les pintades ont cessé de fréquenter le parcours. Ces quelques données ne permettent pas de conclure sur l'impact sanitaire de n'importe quel parcours, d'autant plus que les bactéries ne sont pas des éléments conservatifs comme l'azote et le phosphore. Ces résultats suggèrent cependant que les rejets peuvent avoir une incidence ponctuelle lorsqu'ils sont émis à proximité d'une zone sensible : zones de production de coquillages, réservoirs d'eau potable, points d'abreuvement des animaux...

### 4.3. Effets des pratiques sur les pertes en azote et phosphore

Les flux calculés dépendent à la fois de la quantité d'azote et de phosphore disponibles sur le parcours et des volumes ruisselés, il est important de considérer ces deux voies dans une optique de réduction des émissions vers les eaux de surface.

Les quantités d'azote et de phosphore excrétées dépendent de la composition des aliments et des performances des animaux. Dans le cadre de l'étude, les performances des pintades sont proches des références techniques standard pour cette production et les quantités de nutriments sont légèrement inférieures. Les quantités d'aliments ingérés pendant la période de finition ont été comparées aux rejets sur le parcours comme s'il y avait restitution immédiate des nutriments non assimilés. Sous cette approximation, les pertes par ruissellement représenteraient entre 8 et 12 % de l'azote ingéré en finition, et entre 13 et 18 % du phosphore. Le pourcentage inférieur observé pour l'azote peut s'expliquer par le fait que le calcul ne prend pas en compte la fraction perdue par volatilisation. L'hypothèse d'une relativement moins bonne assimilation du phosphore peut aussi être invoquée. Compte-

tenu des connaissances, une diminution du taux protéique de 10 g par kilogramme d'aliment permettrait de réduire de 5 à 10 % la quantité d'azote excrétée (CORPEN, 1996). Diminuer le phosphore excrété passe également par une réduction du taux de phosphore dans les aliments, mais également par une amélioration de sa digestibilité.

Les volumes ruisselés dépendent de la pluviométrie, mais également d'un ensemble de facteurs spécifiques à l'élevage. La topographie, la sensibilité des sols au ruissellement, l'état de surface damé ont déjà été évoqués. L'observation de plusieurs espèces de volailles sur les élevages du bassin versant suggère également que toutes n'ont pas la même influence sur l'aptitude au ruissellement du parcours. En particulier, le parcours semble plus dégradé en présence de pintades. Cela tient au fait que les pintades ont accès au parcours longtemps (46 jours contre 22 jours pour les canes de Barbarie), mais également qu'elles ont un comportement beaucoup plus exploratoire que d'autres espèces observées sur les élevages du bassin versant (canards de Barbarie ou canards mulards, poulets Label). En fin de période d'élevage, le sol du parcours est entièrement mis à nu, ce qui favorise l'entraînement par ruissellement. L'observation de palmipèdes montre qu'ils exploitent moins l'espace et restent proches des bâtiments, ce qui permet de ménager des surfaces enherbées susceptibles de limiter l'entraînement des éléments par ruissellement.

En termes de pratiques d'élevage, l'alternance des espèces ressort comme un moyen intéressant de limiter la dégradation du parcours. Même si le vide sanitaire permet une certaine repousse de la végétation après une bande de volailles, la restauration du parcours est favori-

sée lorsque la bande suivante a un comportement moins destructif du couvert végétal. Enfin, par comparaison avec d'autres élevages du bassin versant, la surface du parcours expérimental est suffisante pour que la pression des animaux sur le couvert végétal se ressente le plus tardivement possible dans la période d'élevage. Ces pratiques d'alternance des espèces, de vide sanitaire prolongé et de limitation de la densité des animaux, constituent autant de moyens intéressants à explorer pour limiter l'entraînement par ruissellement en préservant le couvert végétal.

En termes d'aménagements visant à réduire l'impact du parcours sur les eaux de surface, le premier point à considérer est le site d'implantation du parcours en fonction de la topographie, des sols et de la distance aux fossés et cours d'eau. Des dispositifs permettant de favoriser l'infiltration et de piéger les formes particulières (bandes enherbées, zones d'épandage et de sédimentation des eaux de ruissellement non accessibles aux volailles...) pourraient réduire les rejets en nutriments et bactéries vers les eaux de surface. Si l'implantation de dispositifs spécifiques pose des problèmes de place ou de gestion, l'éleveur peut planter un couvert végétal hivernal sur les parcelles cultivées à l'aval des parcours, de façon à favoriser l'épandage des eaux de ruissellement et à piéger nutriments et bactéries. Vis-à-vis des eaux souterraines, il semble important d'évaluer les risques de lessivage de l'azote mais aussi du phosphore (NAIR et al., 1995), notamment sous des parcours déjà anciens où ces deux éléments se sont accumulés.

#### **4.4. Comparaison avec les estimations du CORPEN**

Les estimations du CORPEN (1996 ; 1997) ont pour principal

objectif de déterminer les quantités d'azote et de phosphore maîtrisables, afin d'ajuster au mieux fertilisation organique et fertilisation minérale sur les cultures. Les rejets sur parcours permettent d'estimer les pertes en nutriments et n'ont pas pour vocation de déterminer un risque d'entraînement vers les eaux de surface. Cependant, les normes CORPEN étant largement utilisées par les gestionnaires pour établir des diagnostics de risque, il nous a paru intéressant de les comparer avec les données expérimentales des pertes par ruissellement.

Cet exercice théorique a montré une certaine cohérence dans les ordres de grandeur pour l'azote et pour le phosphore. Les pertes par ruissellement sont de 1,6 à 2,3 fois inférieures aux estimations des rejets sur parcours pour l'azote et de 3,3 à 4,6 fois inférieures pour le phosphore, selon que l'on considère strictement la période de présence des pintades sur le parcours, ou l'ensemble de leur période d'influence. La volatilisation de l'azote étant déjà prise en compte dans les estimations du CORPEN, la comparaison de ces ordres de grandeur suggère que le phosphore déposé sur le parcours est moins facilement entraîné par ruissellement que l'azote.

En termes de diagnostic du risque, les rejets sur parcours du CORPEN permettraient donc d'avoir une estimation de l'azote et du phosphore susceptibles d'être entraînés par ruissellement selon une hypothèse haute. Ceci est d'autant plus vrai que les données expérimentales ont été acquises dans un contexte pédologique particulièrement sensible au ruissellement, lors d'une période très pluvieuse, et en présence d'une espèce qui semble augmenter les risques d'entraînement par ruissellement. Des données expérimentales complémentaires, acquises sur d'autres

espèces et dans d'autres contextes de sol et de topographie, sont indispensables avant de déterminer quelle part des rejets sur parcours peut être entraînée.

## 5. Conclusion

Sur les parcours de volailles, le ruissellement est le processus majeur d'entraînement de l'azote, du phosphore et des coliformes fécaux. Les eaux de ruissellement sont principalement chargées en azote Kjeldahl et en phosphore total. Si la part d'éléments azotés ou phosphorés solubles bio-disponibles (azote ammoniacal, orthophosphates) peut être ponctuellement importante, la majorité de l'azote rejetée à l'aval du parcours est sous des formes organiques plus ou moins complexes, tandis que les formes dominantes du phosphore sont des formes particulières organiques et minérales. Ponctuellement, les concentrations en coliformes fécaux peuvent être élevées. Certaines pratiques permettent de réduire le risque d'entraînement par ruissellement vers les eaux de surface, en raisonnant l'emplacement des parcours, en protégeant le couvert végétal ou en favorisant sa repousse : densité maximale d'animaux, alternance d'espèces, vide sanitaire. Les recherches en cours sur la réduction des intrants dans l'alimentation sont une autre voie pour limiter au maximum l'impact des parcours sur les eaux de surface. Ces quelques éléments vont dans le sens d'une démarche de qualité engagée par les producteurs de volailles Label, par une prise en compte globale de l'élevage dans son environnement.



### AVIO

Pondoir collectif automatique à 1 et 2 étages pour la poule pondeuse reproductrice et pour la poule pondeuse œufs de consommation



### FLATLINE

Nourrisseur automatique à chaîne plate pour reproducteurs



### ATOS

Distributeur automatique d'aliments à assiette pour coqs



### GIANO

Abreuvoir à canal pour dindons



### LEO

Nourrisseur automatique avec assiette pour poulets de chair



### GAMMA

Nourrisseur automatique avec assiette pour poulets de chair



### SUPERPITO

Nourrisseur automatique pour dindons

Bureau en France:

**PARTNER FRANCE**

Le Clos  
53400 Saint Quentin Les Anges  
Tél. 02.43063633  
Fax 02.43060386



SKA spa  
Via Agosta, 3 - 36066 Sandrigo (VI) - Italy  
Tel. +39 0444 659700 - Fax +39 0444 659322  
e-mail: ska@ska.it - http://www.ska.it

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier MM. Robin et Cercleron, ainsi que le SYLAC, particulièrement M. Lecolzer, pour leur accueil et leur collaboration à ce projet de recherche.

Le programme NORSPA (LIFE 29/FR-001) a été initié par L'Association pour le Développement du Bassin Versant de la Baie de Bourgneuf, et mis en œuvre par le bureau d'études SCE. Il a bénéficié du soutien financier de l'Union Européenne, de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, de l'Etat, de la région des Pays de la Loire, des départements de Loire-Atlantique et de Vendée, ainsi que des 33 communes membres de l'Association.

Ce projet de recherche a fait l'objet d'une thèse CIFRE co-encadrée par le Laboratoire ENSA-INRA de Science du Sol de Rennes et SCE, pour lequel il a bénéficié du soutien financier du Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie.

## Bibliographie

- 1) AMON M., 1994.- Reduction of ammonia, compared with odour concentration on pig and poultry farms. In : HALL J.E. (Ed.), Proceedings of 7th Technical Consultation on the SCORENA network on Animal Waste Management, Bad Zwischenahn, Germany, 17-20 May 1994, 51-58.
- 2) ASSOCIATION FRANCAISE DE NORMALISATION, 1994.- Qualité de l'Eau : environnement. Recueil de normes françaises. Editions AFNOR, Paris la Défense, 1ère édition, 862 p.
- 3) ATKINSON D., WATSON C.A., 1996.- The environmental impact of intensive systems of animal production in the lowlands. *Animal Science*, 63 : 353-361.
- 4) BAUME M., 1996.- Analyse cartographique du risque de pollution par les produits phytosanitaires : application à un bassin versant du bocage vendéen. Mémoire D.A.A.Génie de l'Environnement, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, SCE Nantes, 47 p.
- 5) BURTON C.H., 1996.- Stratégies de traitement des effluents d'élevage : une collaboration européenne. Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires, Hors série "Déjections animales et environnement en Europe", 5-10.
- 6) CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA MARNE, 1991.- Risques de pollution azotée entraînée par un poulailler label. Etude de la Chambre d'Agriculture de la Marne pour la Coopérative agricole des éleveurs de Champagne, source : ITAVI, 11 p + annexes.
- 7) CORPEN, 1996.- Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles. Travaux du Groupe Alimentation Animale, sous-groupe Aviculture, édité par le Ministère de l'Environnement et le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, septembre 1996, 9 p.
- 8) CORPEN, 1997.- Estimation des rejets de phosphore par les élevages avicoles, propositions de références provisoires. Travaux du Groupe Alimentation Animale, sous-groupe Aviculture, édité par le Ministère de l'Environnement et le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, mars 1997, 9 p.
- 9) CORPEN 1997.- Estimation des rejets de phosphore par les élevages avicoles. *Sciences et Techniques Avicoles*, avril 97, n° 19.
- 10) DUBOS J.C., MARREC J., 1992.- Etude préalable au contrat de baie en Baie de Bourgneuf. Rapport SCE pour l'Association pour le Développement du Bassin Versant de la baie de Bourgneuf, LIFE 29/FR/001, 80 p et annexes.
- 11) FELGINES D., 1994.- Etude des sources potentielles de contamination microbienne sur le bassin versant d'une zone conchylicole en Sud Vendée. Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie de l'ENSA de Rennes, mention Génie de l'Environnement, 37 p & annexes.
- 12) JOSEPHSON K.L., RUBINO J.R., PEPPER I.L., 1997.- Characterization and quantification of bacterial pathogens and indicator organisms in household kitchens with and without the use of a disinfectant cleaner. *Journal of Applied Microbiology*, 83 : 737-750.
- 13) LENFANT A., 1984.- Référentiel agronomique, Sols des Pays de la Loire. Chambre régionale d'Agriculture des Pays de la Loire, Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, Angers, 317-322.
- 14) MARLY J., 1995.- Les risques sanitaires liés aux effluents d'élevage avicole. *Actes de la Journée "Bâtiment et environnement en aviculture"*, 5 p.
- 15) MEYBECK M., RAGU A., 1991.- Etablissements des flux polluants. Rapport d'avancement n° 2A, Agences de l'Eau, Université Paris VI, Laboratoire de Géologie Appliquée, 61 p.
- 16) NAIR V.D., GRAETZ D.-A., PORTIER K.-M., 1995.- Forms of phosphorus in soil profiles from dairies of South Florida. *Soil Science American*, 59 : 1244-1249.
- 17) PARRÁKOVÁ E., FRATRIC I., 1980.- Soil contamination in the environment of intensive farming units. *Agricultural Wastes*, 2 : 161-170.
- 18) REYNE S., 1999.- Modalités de production et transfert de la pollution ponctuelle des élevages vers les eaux de surface. Thèse Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, mention Sciences de l'Environnement, 245 p.
- 19) REYNE S., MARREC J., 1998.- Programme NORSPA en baie de Bourgneuf : volet "Réduction des Pollutions Agricoles". Rapport final SCE pour l'Association pour le Développement du Bassin Versant de la baie de Bourgneuf, LIFE 29/FR-001, 76 p et annexes.
- 20) WIEGAND B., HARTUNG J., HINZ T., 1994.- Bacteria and endotoxins in the air of a naturally ventilated broiler barn. In : HALL J.E. (Ed.), Proceedings of 7th Technical Consultation on the SCORENA network on Animal Waste Management, Bad Zwischenahn, Germany, 17-20 May 1994, 283-288. ●