

APPORT VITAMINIQUE D ET ABSORPTION DU PHOSPHORE PHYTIQUE CHEZ LE PORC

A. POINTILLART, Colette COLIN, B. CAYRON, Pierrette CAMUS, Annie FOURDIN

Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches de Nutrition 78350 JOUY-en-JOSAS

INTRODUCTION

La vitamine D joue un rôle essentiel dans le métabolisme du phosphore et, dans certaines conditions, stimule son absorption (ENGSTROM et LITTLEDIKE, 1986). L'absorption du phosphore pourrait être proportionnelle aux apports de vitamine D comme le suggèrent des résultats obtenus chez le poulet avec la technique de l'anse jéjunale isolée in situ et l'utilisation de ^{32}P (STANCHEV et LAZAROV, 1982). En mesurant l'absorption du phosphore (technique des bilans) chez des porcs carencés en vitamine D, nous avons démontré que cette vitamine stimulait l'absorption du phosphore phytique (FONTAINE et al., 1985). Par ailleurs, en calculant, à partir de nos précédents résultats (cf. JRP 1985 à 1988), la corrélation entre la digestibilité de P et la teneur des aliments en vitamine D, chez des porcs non supplémentés en phosphates, on constate qu'elle est assez élevée et significative

(fig.1). Or, ceci apparaît malgré des conditions expérimentales très diverses quant à la nature des régimes (matières premières), les apports minéraux (Ca de 0,6 à 1,4%, P total de 0,3 à 0,6%), l'âge des porcs, etc... En conséquence, il semble possible, grâce à la vitamine D, d'améliorer la digestibilité du phosphore phytique. Cette hypothèse a été vérifiée au cours du présent travail en comparant les effets de doses croissantes de vitamine D3, de 0 à 3000 UI/kg d'aliment, sur l'absorption du phosphore, chez des porcs soumis à un régime dépourvu de complémentation en P minéral.

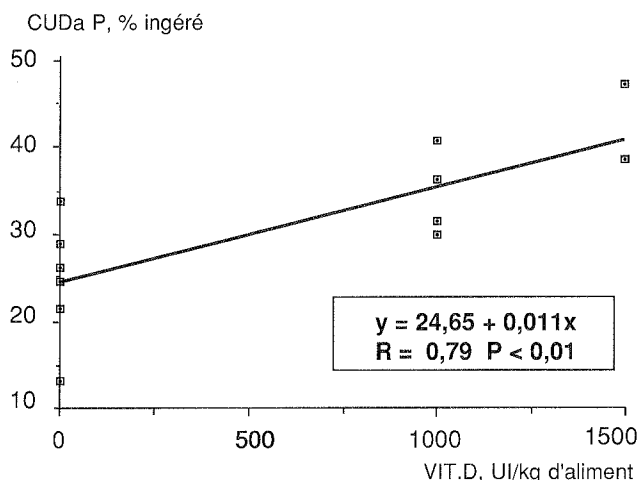
1. MATERIEL ET METHODES

Les teneurs en vitamine D3 expérimentées sont les suivantes : 0 (carencés), 500, 1000, 1500 et 3000 UI par kg d'aliment, celui-ci décrit dans le tableau 1 ne contenant pas de phytase. Cet aliment a été distribué durant environ 2 mois à 30 porcelets pesant $18,5 \pm 0,8$ kg et âgés d'environ 10 semaines. Pour des raisons techniques, l'expérience a été réalisée en 4 fois et les porcs étaient répartis, de 1986 à 1988, selon le schéma suivant :

Lot	0D	500D	1000D	1500D	3000D
1986a	4	-	-	-	-
1986b	-	-	5	-	-
1987	-	4	-	4	4
1988	4	-	5	-	-

La répétition "0/1000D" (1988) découle de nécessités expérimentales inhérentes aux résultats obtenus auparavant. Il a été tenu compte dans l'interprétation des résultats de la variabilité entre expériences ; par exemple, en incluant ou excluant certaines données, nous avons vérifié que les résultats obtenus étaient cohérents. L'absorption du phosphore (et de Ca) a été mesurée sur l'ensemble des animaux, logés en cages individuelles, au cours d'un bilan de

FIGURE 1
ABSORPTION DE P ET APPORT DE VITAMINE D
SYNTHESE 1985-1988



chaque point représente la moyenne d'un essai :
cf. JRP 85,86,87,88

10 jours ayant précédé les abattages. La méthodologie des prélèvements et des mesures est identique à celle des précédentes expériences (cf. POINTILLART et al., 1987, par exemple). Les teneurs en calcium (0,9%) et en phosphore total (0,6%) des régimes sont très voisines des recommandations INRA (GUEGUEN et PEREZ, 1981). Ainsi, au cours des bilans, les porcs ont ingéré en moyenne 17 ± 1 g de Ca et $11 \pm 0,4$ g de P par jour. Le phosphore, apporté par les seules matières premières d'origine végétale, était donc essentiellement phytique (60%), l'apport de P minéral ayant été volontairement évité.

2. RESULTATS

2.1. Performances (tableau 2)

Elles sont en général diminuées par la carence en vitamine D mais cela n'est significatif que lorsqu'on effectue la comparai-

TABEAU 1
COMPOSITION DU REGIME (%)

Avoine décortiquée	56
Tourteau de soja 50	20
Tourteau de colza*	20
Mélasse	1,95
CaCO ₃	1,5
CMV 8998**	0,15
NaCl	0,40
P total	0,56
Ca	0,87

* dépelliculé, "00"

**sans P minéral, apportant 0, 500, 1000, 1500, 3000 UI de vitamine D₃/kg d'aliment suivant les lots

TABEAU 2
PERFORMANCES

Vit.D ₃ , UI/kg	0	500	1000	1500	3000
PV abattage, kg	53±2	58±1	58±2	56±2	57±3
GMQ, kg	0,57±0,03	0,71±0,01	0,66±0,03	0,65±0,02	0,68±0,04
IC	2,67±0,06	2,41±0,03	2,56±0,08	2,58±0,05	2,52±0,15

Moyennes±écart type des moyennes

son avec les valeurs moyennes obtenues en regroupant l'ensemble des animaux supplémentés (PV: $57,2 \pm 0,5$ kg, GMQ : $0,68 \pm 0,01$ kg, IC : $2,52 \pm 0,04$) chez lesquels les performances sont comparables. Dans ce cas, l'écart entre les porcs OD et les autres porcs devient significatif ($P < 0,05$) sauf pour le poids vif d'abattage ($0,05 < P < 0,10$).

2.2. Calcémie, phosphatémie

La calcémie et la phosphatémie diminuent, significativement, au cours de l'expérience seulement chez les porcs privés de vitamine D ; elles ne sont pas modifiées par le niveau de la supplémentation chez les autres (tableau 3).

TABEAU 3
CALCEMIE, PHOSPHATEMIE (mg/100 ml)

Vit.D ₃ , UI/kg		0	500	1000	1500	3000
Ca	Début	10,9±0,4	10,9±0,2	10,2±0,2	11,0±0,1	11,4±0,3
	Fin	9,1±0,7*	11,1±0,1	10,6±0,2	11,0±0,3	11,5±0,2
P	Début	7,8±0,4	8,5±0,4	8,6±0,4	8,0±0,3	8,2±0,3
	Fin	5,6±0,4**	7,8±0,3	8,1±0,4	8,6±0,2	8,4±0,3

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$: comparaison entre le début et la fin de l'expérience, intra-lot, les autres écarts n'étant pas significatifs

2.3. Absorption et rétention des minéraux

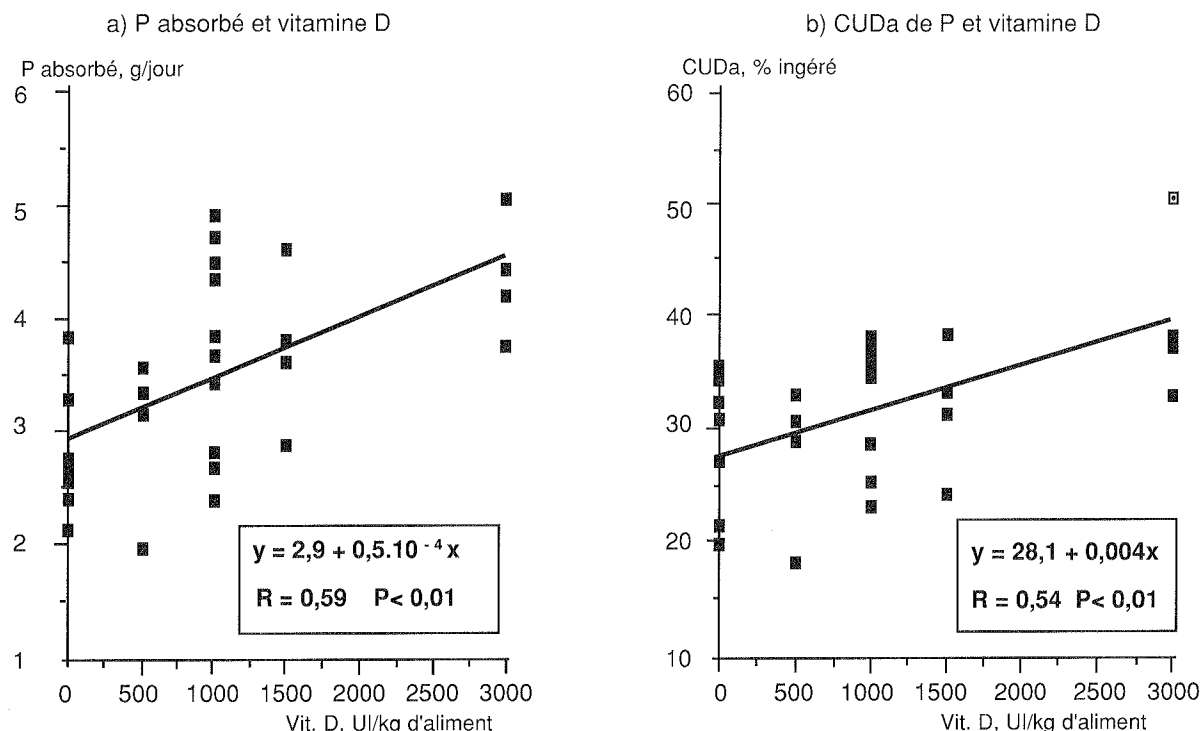
L'absorption du phosphore augmente proportionnellement à la teneur en vitamine D de l'aliment. Pris 2 à 2, les écarts entre lots ne sont pas significatifs sauf celui entre les extrêmes, 0 et

3000D (CuDa 0D : $28,2 \pm 2,2$; 3000D : $40 \pm 3,8\%$, $P < 0,02$) ; par contre, la corrélation entre l'absorption, en valeur absolue (g/jour) ou relative (CuDa, % de l'ingéré), et l'apport de vitamine D est significative (fig. 2a et b). Si l'on calcule la corrélation entre le CuDa de P et la teneur en vit.D, non plus

sur les valeurs individuelles mais sur les moyennes obtenues par lot, celle-ci est très élevée : 0,95, $P < 0,05$, $y = 27,5 \pm 0,004x$. Enfin, si par précaution, on calcule cette corrélation sur les seuls porcs expérimentés simultanément (essai 1987 : 500,

1500 et 3000D), elle reste significative : 0,65 ; $P < 0,05$; $y = 25,2 \pm 0,005x$. Il y a donc bien un effet linéaire significatif du taux de vitamine D sur l'absorption du phosphore.

FIGURE 2
ABSORPTION DU PHOSPHORE



Pour l'ensemble des porcs, quelle que soit la teneur en vitamine D de l'aliment, la phosphaturie est négligeable, de 50 à 80 mg/jour, moins de 1% de l'ingéré : il y a donc hypophosphaturie. Il existe une corrélation linéaire étroite ($r = 0,82$, $P < 0,01$) entre les excréments fécaux de Ca et de P (fig.3a) tandis que l'excrétion fécale de calcium décroît quand l'apport

de vitamine D augmente (fig.3b). La phosphaturie étant négligeable, on retrouve au niveau de la rétention du phosphore une corrélation similaire à celle observée entre l'absorption et la teneur en vitamine D (fig.4a). Il existe également une corrélation significative ($P < 0,01$) entre les quantités journalières de Ca et P retenues (fig.4 b).

FIGURE 3
EXCRETIONS FÉCALES DE Ca et P

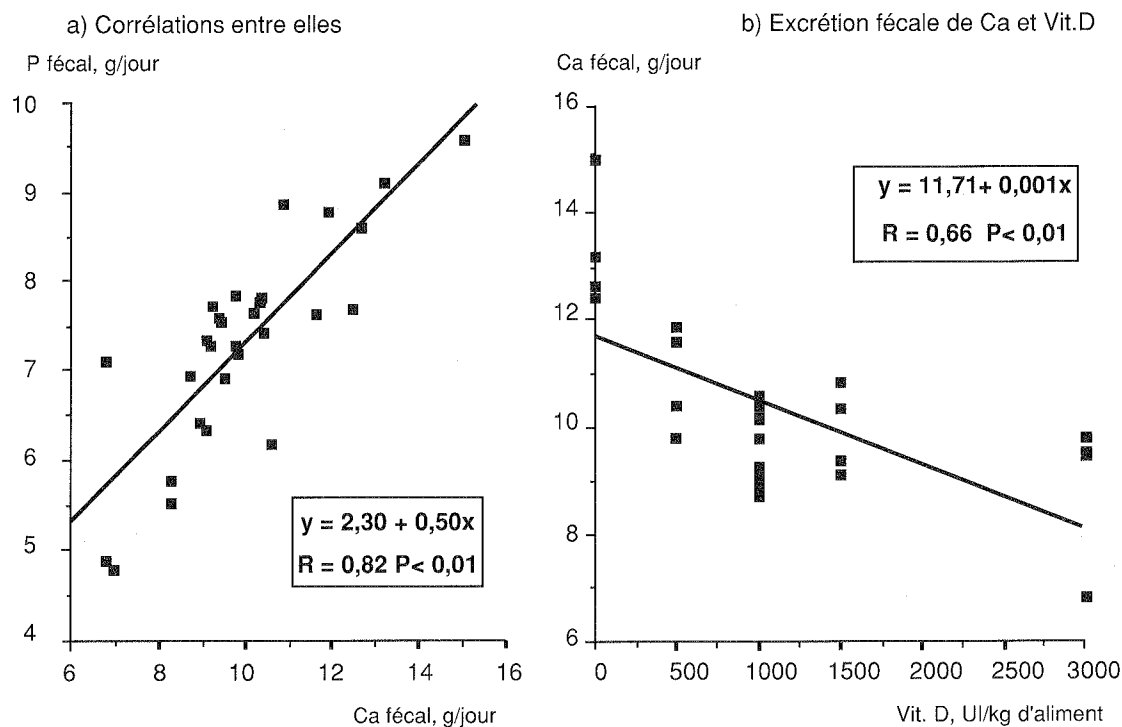
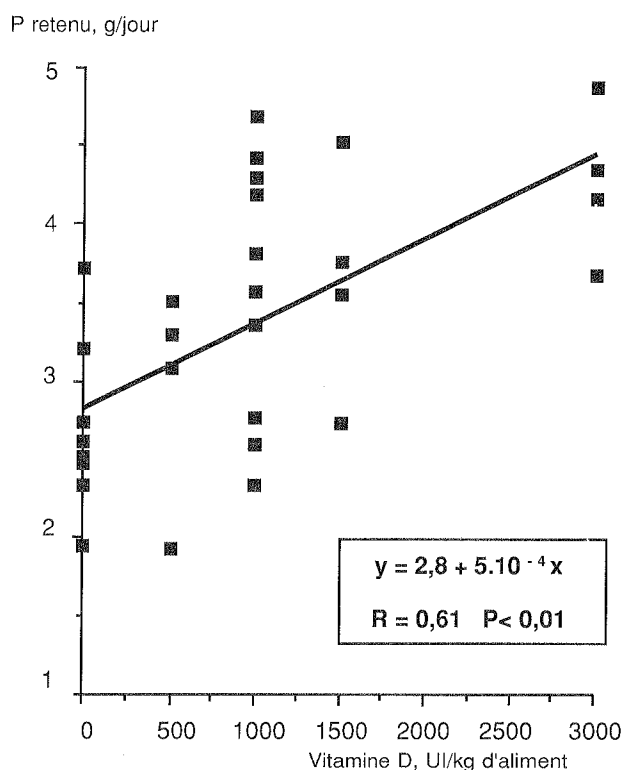
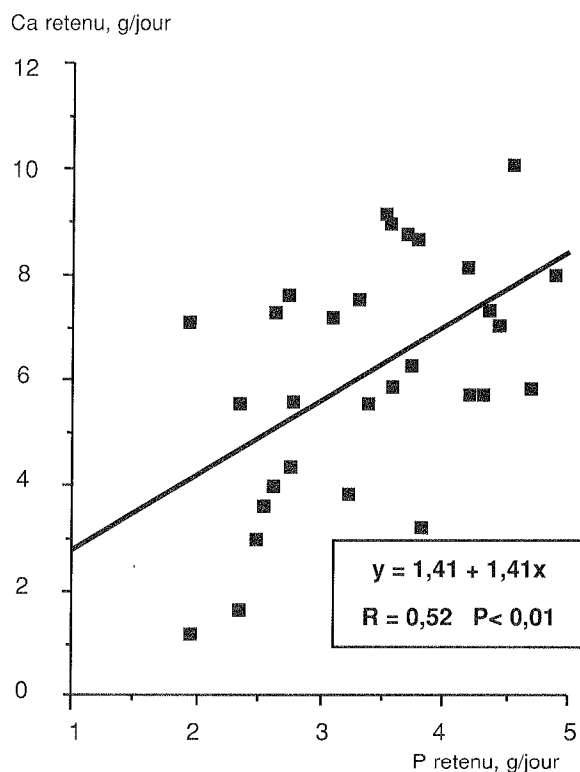


FIGURE 4
RETENTION DE Ca ET P

a) P retenu et teneur en vitamine D



b) Corrélation entre Ca et P retenus



L'excrétion urinaire de Ca est très élevée pour l'ensemble des lots, respectivement : $0,5 \pm 0,1$ (0D), $1,3 \pm 0,3$ (500), $1,4 \pm 0,3$ (1000), $1,1 \pm 0,3$ (1500) et $1,2 \pm 0,4$ g/jour (3000D), soit de 4 à 8% du calcium ingéré : il y a donc hypercalciurie. La calciurie est significativement ($P < 0,05$) moins élevée chez les porcs 0D. La calciurie moyenne de l'ensemble des supplémentés est de $1,3 \pm 0,2$ g/jour, soit environ 7% de l'ingéré.

3. DISCUSSION

La supplémentation en vitamine D, de 500 à 3000 UI/kg, permet de limiter les conséquences néfastes de l'absence de supplémentation en phosphore minéral du régime. Ceci est démontré par l'absence d'hypophosphatémie chez l'ensemble des porcs supplémentés en vitamine D. Par contre, cette supplémentation, quel que soit son niveau, n'a pas empêché l'apparition de l'hypophosphaturie ou de l'hypercalciurie qui, avec l'hypophosphatémie, sont des signes classiques de la carence en phosphore. Il s'agit ici d'une carence secondaire due à ce que tout le phosphore alimentaire était d'origine végétale et donc majoritairement phytique (2/3), les matières premières (soja, colza, avoine) étant dépourvues d'activité phytasique (FOURDIN et al., 1988). L'atténuation des effets de la carence secondaire en phosphore résulte d'une stimulation de l'absorption du phosphore, celle-ci étant proportionnelle au contenu vitaminique D des régimes. Cela pourrait provenir, soit d'une action directe de la vitamine D sur l'absorption du phosphore phytique par un mécanisme restant à élucider (FONTAINE et al., 1985), soit d'un effet indirect, conséquence de celui de la vitamine D sur l'absorption calcique : cette vitamine, en stimulant l'absorption calcique, notamment l'ab-

sorption active qui prend place dans le duodénum (BRONNER, 1987), et en réduisant l'excrétion fécale de Ca, limiterait la formation de phytate de calcium, insoluble et peu digestible. Cette hypothèse est cohérente à la fois avec la présence d'une corrélation étroite entre les excrétions fécales de Ca et P et avec le fait que l'excrétion calcique diminue lorsque l'apport vitaminique D augmente (fig.4). Autrement dit, plus il y a de vitamine D moins le calcium ingéré serait disponible pour la formation éventuelle de phytate de calcium et donc plus le phosphore phytique serait digestible. Cette théorie suppose que Ca et P soient absorbés à des niveaux différents de l'intestin, ce qui est normalement le cas.

L'hypocalcémie et la calciurie moins élevée des porcs 0D résultent d'une absorption calcique diminuée : CUDa de Ca : 16 ± 3 (0D) vs $37 \pm 3\%$ (1000D), $P < 0,01$ (essai 1988) ; ceci est une donnée classique en carence vitaminique D y compris chez le porc (POINTILLART et al., 1986).

L'amélioration de la digestibilité du phosphore végétal, obtenue avec des doses croissantes de vitamine D, a conduit à une augmentation parallèle de la rétention de P et, par voie de conséquence, à celle de Ca (fig.4b). Toutefois, la persistance, simultanée, d'hypophosphaturies et d'hypercalciuries, chez les animaux supplémentés en vitamine D, indique clairement que l'apport de phosphore, sinon sa quantité du moins sa nature, constituait un facteur limitant. Ainsi donc, la vitamine D permet une meilleure utilisation du phosphore végétal sans toutefois compenser totalement l'absence de complément en P minéral comme la phytase alimentaire le pourrait (FOURDIN et al., 1988). L'utilisation de régimes à la fois enrichis en phytase et contenant des quantités appréciables

(entre 500 et 1500 UI/kg ?) de vitamine D pourrait peut-être dispenser de la coûteuse supplémentation en P minéral ou, à tout le moins, la réduire. Cette synergie vitamine D-phytase est également suggérée par nos précédents résultats (POINTILLART, 1988).

REMERCIEMENTS

Nous remercions H. ROY pour la préparation minutieuse des régimes (APAE, Jouy-en-Josas) ainsi que P. SARTHOU, M. BOUVET et J.P. LEPROVAUX qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- BRONNER F., 1987, J. Nutr., **117**, 1347-1352.
- ENGSTROM G.W., LITTLEDIKE E.T., 1986, in "Swine in biomedical research" vol. 2. TUMBLESON M.E. ed. Plenum Publishing Corporation, USA. pp.1091- 1112.
- GUEGUEN L., PEREZ J.M., 1981, Proc. Nutr. Soc., **40**, 273-278.
- FONTAINE N., FOURDIN A., POINTILLART A., 1985, Reprod. Nutr. Dévelop., **25**, 717-727.
- FOURDIN A., CAMUS P., CAYRON B., COLIN C., POINTILLART A., 1988, Journées Rech. Porcine en France, **20**, 327-332.
- FOURDIN A., FONTAINE N., POINTILLART A., 1986, Journées Rech. Porcine en France, **18**, 83-90.
- POINTILLART A., 1988, 4th international seminar on digestive physiology in the pig. Jablonna (Varsovie), 6-10 juin, 8 pp.
- POINTILLART A., FONTAINE N., THOMASSET M., 1986, Brit. J. Nutr., **56**, 661- 669.
- POINTILLART A., FOURDIN A., DELMAS A., 1987, Journées Rech. Porcine en France, **19**, 281-288.
- POINTILLART A., FOURDIN A., FONTAINE N., 1987, J. Nutr. **117**, 907-913.
- POINTILLART A., JAY M.E., FONTAINE N., 1985, Journées Rech. Porcine en France, **17**, 463-472.
- STANCHEV H., LAZAROV Y., 1982, Zhivotnov'dni Nauki, **19**, 104-110.