

FACTEURS INFLUENCANT LA SELECTION DES VERRATS DANS UNE LIGNEE FERMEE A FAIBLE CONSANGUINITE

J. NAVEAU - ITP - Service Sélection

*M.N.E. - 149, Rue de Bercy - 75579 Paris
Cedex 12*

La conception d'un programme de sélection dans une lignée fermée suppose que les reproducteurs mâles soient choisis uniquement dans les descendance de la lignée. Les choix nécessaires pour l'élaboration d'un tel programme ont une répercussion aussi bien sur le progrès génétique et l'évolution de la consanguinité que sur la gestion économique des lignées. Il est donc indispensable avant de se fixer, d'analyser l'influence des divers facteurs sur lesquels il est possible d'agir.

Le programme de Sélection est orienté par les variations de 3 valeurs.

- **Es, l'Effort de Sélection** : C'est le rapport entre la pression de Sélection exprimé en unité standard N (0, 20) et l'intervalle de génération exprimé en année (Cf Jour Rech. Porcine 72 p 69). L'effort de Sélection conditionne, toutes choses égales par ailleurs, le progrès génétique annuel de la lignée sélectionnée.

- **Nm, le nombre de mâles utilisé par génération**. Ce nombre conditionne pour la plus grande part l'augmentation annuelle du taux de consanguinité dans la lignée.

- **Cm, le coût moyen d'entretien des Verrats par portée**.

Cette étude a été conduite d'abord en déterminant l'expression de ces variables en fonction de divers choix ou contraintes d'élevages puis en élaborant un programme de calcul permettant d'obtenir la valeur numérique de ces expressions lorsque ces contraintes varient.

I - EXPRESSION DES VARIABLES :

10/ **Variation de l'Effort de Sélection** :
$$E_s = \frac{\bar{I}_s}{\bar{I}}$$

La pression de sélection \bar{I}_s dépend du taux de sélection réalisé dans le choix des verrats.

Soit :

- N** le nombre de portées annuelles obtenues dans la souche
- Ns** le nombre de verrats en service simultanément
- Nv** le nombre de portées obtenues par verrat au cours de sa carrière
- et **n** le nombre moyen d'animaux aptes à la reproduction dans chaque portée.

Nous supposons dans cette étude que les verrats sont tous utilisés de la même façon.

Le besoin annuel en verrat est $\frac{N}{Nv}$

Le nombre de verrats disponibles étant de $\frac{n \times N}{2}$, le taux de sélection est donc $\frac{2}{n \times Nv}$

La pression de Sélection $\bar{I}_s = F(2/n \times Nv)$ peut être calculée à partir de la fonction F ou plus simplement à partir d'une table (Cf I.T.P. Tables de cal. génétiques P.21).

L'Intervalle de génération I :

Le nombre moyen de portées obtenues par verrat présent et par an est $\frac{N}{Ns}$

La durée d'utilisation d'un verrat en année est donc $Nv \times \frac{Ns}{N}$

Soit A_v l'âge de début d'utilisation d'un verrat $I = \frac{A_v + 114}{365} + \frac{Nv \times Ns}{2N}$

$$\text{D'où } E_s = \frac{F (2 / n \times N_v)}{\frac{A_v + 114}{365} + \frac{N_v \times N_s}{2N}}$$

$$E_s = \frac{F (2 / n \times N_v)}{[0,97 + \frac{N_v \times N_s}{2N}]}$$

Si nous admettons que les verrats commencent à être utilisés à 8 mois, (240 jours).

2°/ Coût annuel d'entretien des Verrats : Cm

Soit a le coût journalier d'entretien des verrats.

Nous supposons que le verrat a cessé à 6 mois d'être un porc charcutier et doit être considéré à cet âge comme verrat.

Le coût d'entretien des verrats de service est : $N_s \times 365$ a.

L'entretien des verrats entre la fin de l'engraissement et le début des saillies est $a (A_v - 180) \frac{N}{N_v}$

En réalité le facteur économique important est le coût moyen d'entretien des verrats pour l'obtention d'une portée.

$$\text{Soit : } C_m = \frac{1}{N} [365 a N_s + (A_v - 180) a \frac{N}{N_v}]$$

$$C_m = a \left[\frac{365 N_s}{N} + \frac{(A_v - 180)}{N_v} \right]$$

Nous admettrons que les verrats peuvent commencer à être utilisé normalement à 8 mois (240 jours).

D'autre part un verrat consomme 2,5 kg d'aliment à 0,70 F. H.T. environ chaque jour et l'alimentation représente 60 à 70 % des frais d'entretien d'un reproducteur.

$$\text{D'où } a = 2,5 \times 0,70 \times 1/0,65 = 2,70 \text{ F.}$$

$$C_m = 985,50 \left(\frac{N_s}{N} + \frac{0,17}{N_v} \right)$$

3°/ Nombre de Verrats utilisés par génération :

Le nombre de verrats utilisé par génération est égal au nombre de portées obtenues par génération, divisé par le nombre de portées obtenues par verrat.

$$N_m = \frac{N}{N_v} \left[\frac{A_v + 114}{365} + \frac{N_v \times N_s}{2N} \right]$$

D'où pour $A_v = 240$.

$$N_m = \frac{N}{N_v} \left[0,97 + \frac{N_v \times N_s}{2N} \right]$$

II – RESULTATS DE LA SIMULATION :

1^o/ Base de la Simulation :

Un programme sur OLIVETTI P203 a été élaboré pour calculer automatiquement la variation de ces différentes expressions.

Les valeurs suivants ont été données aux diverses valeurs.

n	4 , 46
N	71 , 99 , 138 , 194 , 271 , 379 , 531
Ns	1 , 2 , 4 , 8 , 16
Nv	1 , 2 , 4 , 8 , 12 , 16 , 20 , 30 , 40
Av	240
a	2,70

2^o/ Influence du Nombre Simultané de Verrats Ns :

Toutes les expressions calculées montrent que l'augmentation de Ns entraîne (à N constant) une diminution de l'effort de Sélection, une augmentation du Coût Moyen d'entretien des verrats par portée et une augmentation du nombre de verrats à utiliser par génération (Nm).

Sans la contrainte de consanguinité le nombre de verrats utilisés simultanément devrait être minimum au moins théoriquement. Mais dans ce cas la variabilité génétique dans les groupes contemporains de contrôle est plus faible et la signification génétique des performances diminue.

Nous admettons qu'il est nécessaire d'avoir 4 verrats simultanément en service. Une étude complexe d'optimisation permettrait de définir plus rationnellement ce nombre, mais le nombre de 4 est commode pour des raisons pratiques.

- La variabilité génétique ne doit plus guère augmenter lorsque le nombre de 4 verrats-pères dans chaque groupe de contrôle est atteint.
- En cas d'accident, la probabilité de tomber à un ou deux pères est suffisamment faible.

3^o/ Influence du Nombre de portées par verrat (Nv) :

Les tableaux obtenus permettent d'établir quatre graphiques montrant l'évolution de l'Effort de Sélection (Es) du Coût moyen d'entretien (Cm) des verrats par portée et du Nombre (Nm) de verrats utilisés par génération.

a) Pour chaque effectif de troupeau, l'Effort de Sélection présente un optimum pour un nombre Nv de portées par verrat (voir graphiques 1 et 2). Ce nombre augmente d'ailleurs ainsi que l'optimum, avec le nombre de portées annuel obtenu dans la souche.

D'autre part la diminution de l'effort de sélection est d'autant plus faible après l'optimum que l'effectif est plus élevé. On peut donc faire varier dans d'assez larges limites Nv dans un troupeau important, mais dans un troupeau de faible effectif, une variation anormale de Nv a un effet dépressif important sur l'effort de Sélection.

Enfin l'amélioration de la prolificité permet d'obtenir une amélioration de l'effort de Sélection.

b) Le Coût moyen d'entretien des verrats Cm (Graphique 3), ne dépend pas de la prolificité et diminue considérablement lorsque Nv augmente.

De plus nous constatons, quel que soit l'effectif considéré, que la diminution est la plus sensible quand on passe de 1 à 6 portées. Ainsi si on prend comme base la différence de coût entre Nv = 1 et Nv = 40,

cette différence est de 157 F par portée quel que soit l'effectif. Elle diminue de 52 % quand on passe à $N_v = 2$, de 77 % pour $N_v = 4$ et de 85 % pour $N_v = 6$, la diminution est ensuite de plus en plus faible.

Il est donc déraisonnable sur le plan économique de concevoir un programme de sélection supposant que les verrats aient moins de 6 portées dans leur carrière.

L'effectif de la souche a aussi une influence importante sur C_m , mais pour un même nombre de portées par verrat, la différence de Coût Moyen des verrats de deux lignées d'effectif différent est constant quel que soit N_v .

Ainsi pour $N_1 = 71$ et $N_2 = 531$ $\Delta C_m = 49,00$ F.

Cette différence diminue de 32 % quand on passe à 99 portées/an, de 57 % à 138, 73 % à 194, 86 % à 271.

On n'obtient plus guère d'amélioration lorsqu'on dépasse 200 portées/an.

c) Le nombre de Mâles par génération (N_m) :

Il diminue selon une loi hyperbolique quand le nombre de portées par verrat augmente. De plus le nombre de mâles par génération pour N_v donné est d'autant plus faible que N est aussi plus faible.

D'après S. WRIGHT dans une population fermée soumise à l'accouplement au hasard, l'augmentation ΔF de la consanguinité par génération est :

$$\Delta F = \frac{1}{8 N_m} + \frac{1}{8 N_f}$$

N_f étant le nombre de femelles par génération.

Nous considérons qu'un troupeau pour lequel $\Delta F < 0,01$ peut être fermé sans risque de consanguinité :

$$\text{D'où } \frac{1}{8 N_m} + \frac{1}{8 N_f} < 0,01$$

$$\frac{1}{N_m} < 0,08 - \frac{1}{N_f}$$

$$N_f < (0,08 N_f - 1) N_m$$

On doit donc avoir finalement

$$N_m > \frac{N_f}{0,08 N_f - 1}$$

Nous avons de plus au minimum $N_f = \frac{N}{2}$

$$\text{D'où si : } N_m > \frac{N}{2 (0,04 N - 1)}$$

l'augmentation annuelle de la consanguinité dans la lignée est admissible.

On peut donc calculer pour chaque effectif N un nombre N minimum permettant de fermer le troupeau sans risque de consanguinité.

TABLEAU 1
NOMBRE DE VERRATS MINIMUM PAR GENERATION
POUR QUE LE TROUPEAU SOIT FERME SANS RISQUE DE CONSANGUINITE

EFFECTIF N	71	99	138	194	271	379	531
NOMBRE MINIMUM N_m	20	17	16	15	14	14	14

Pour simplifier nous admettrons que lorsque N_m est supérieur à 18 et quel que soit l'effectif, le troupeau peut être fermé.

Lorsque N_v augmente, nous constatons que ce seuil de 18 est atteint beaucoup plus vite pour les troupeaux de faible effectif que pour les troupeaux plus importants.

En particulier lorsque $N < 100$, N_v doit être inférieur à 6 pour que $N_m > 18$. Nous pouvons donc conclure qu'il est difficile sur le plan économique de constituer une lignée fermée ayant moins de 100 portées par an.

Pour chaque effectif nous avons donc deux situations remarquables.

- l'une pour laquelle N_v permet d'obtenir l'effort de Sélection maximum (I),
- l'autre pour laquelle N_v permet d'avoir $N_m \geq 18$ (II).

Ces deux situations ont été reportées sur le graphique 5. Nous constatons qu'elles ne sont pas très éloignées tant du point de vue génétique qu'économique sauf lorsque l'effectif est inférieur à 100 portées/an.

Enfin si nous revenons à notre modèle initial où N_s varie, il est possible partant de l'optimum génétique pour aboutir à $N_m = 18$ soit d'augmenter N_s , soit de diminuer N_v .

Le modèle montre que l'on a toujours intérêt sur le plan génétique et économique à réduire le nombre de portées par verrat plutôt qu'à augmenter le nombre des verrats utilisés simultanément.

III – ELABORATION D'UN PROGRAMME :

En fait, dans une lignée, les verrats doivent être contrôlés en groupes successifs de contemporains nés sur une période de temps Δt (en jours).

Dans chaque groupe de contrôle on devra choisir un nombre constant de jeunes verrats sous peine, de perdre une partie de l'effort de Sélection possible.

En supposant que l'on choisisse systématiquement un seul verrat par groupe de contrôle et le nombre de verrats mis en service par an étant :

$$\text{On doit avoir } \frac{365}{\Delta t} = \frac{N}{N_v}$$

Pour chaque situation définie (II) on peut donc calculer le temps T .

TABLEAU 2

SITUATION OPTIMUM D'UN TROUPEAU FERME (III)

Nombre de portées par verrat.
Période de base pour le contrôle.

EFFECTIF PORTEES	71	99	138	194	271	379	531
NOMBRE DE PORTEES/VERRAT	4*	6	8	12	16	20	30
PERIODE DE BASE (jours)	20,56	22,12	21,16	22,57	21,54	19,26	20,62

* Avec les réserves déjà émises concernant la rentabilité de cette situation.

La période de base est pratiquement constante et voisine de 21 jours. Cette constance est liée au choix limite $N_m = 18$ quel que soit l'effectif.

Si nous fixons $\Delta t = 21 \frac{N}{N_v} = \frac{365}{21} = 17,38$ d'où $N_m = 17,38 \left[0,97 + \frac{1}{17,38} \right] = 18,86$

En comparant au tableau 2 nous constatons que nous sommes pratiquement toujours dans le cas d'un troupeau fermé, la marge de sécurité étant plus grande pour les troupeaux d'effectif important.

Dans ce dernier cas et compte-tenu de la forme des courbes I, II et III ceci ne nous éloigne pratiquement pas de l'optimum tant génétique qu'économique.

Nous avons aussi

$$N_v = \frac{N \times 21}{365}$$

Il devient donc très simple d'élaborer un programme d'utilisation des verrats quel que soit l'effectif.

Soit b le nombre de portées obtenues au cours d'une période de 21 jours

$$b = \frac{N \times 21}{365}$$

$$\text{d'où } N_v = b$$

Il devient alors possible de simplifier les trois expressions primitives.

$$E_s = \frac{F (2 / nb)}{1.085}$$

$$C_m = \frac{394,2}{b}$$

$$N_m = 18,86 \quad \Delta F = \frac{b + 2,17}{150,88 b}$$

TABLEAU 3

EFFORT DE SELECTION. COUT D'ENTRETIEN DES VERRATS
ET AUGMENTATION DE LA CONSANGUINITE PAR AN EN FONCTION DE L'EFFECTIF DES TRUIES

EFFECTIF LIGNEE	NOMBRE PORTEE EN 21 JOURS	E _s			COUT CM	Δ F
		n = 6	n = 5	n = 4		
87	5	36	34	32	78,84	0,0095
104	6	37	36	34	65,70	0,0090
122	7	38	37	35	56,31	0,0086
139	8	39	38	36	49,28	0,0084
156	9	40	39	37	43,80	0,0082
174	10	41	40	38	39,42	0,0081
191	11	42	41	39	35,84	0,0079
209	12	42	41	39	32,85	0,0078
226	13	43	42	40	30,32	0,0077
243	14	44	42	41	28,16	0,0077
261	15	44	43	41	26,28	0,0076
278	16	44	43	42	24,64	0,0075
295	17	45	44	42	23,19	0,0075
313	18	45	44	42	21,90	0,0074
330	19	46	44	43	20,75	0,0074
348	20	46	45	43	19,71	0,0074
365	21	47	45	44	18,77	0,0073
382	22	47	45	44	17,92	0,0073
400	23	47	46	44	17,14	0,0073
417	24	47	46	44	16,42	0,0072

CONCLUSION

D'un point de vue général, nous constatons que l'augmentation de l'effectif d'une souche permet d'améliorer l'effort de sélection et de rendre plus facile la conduite d'un troupeau fermé.

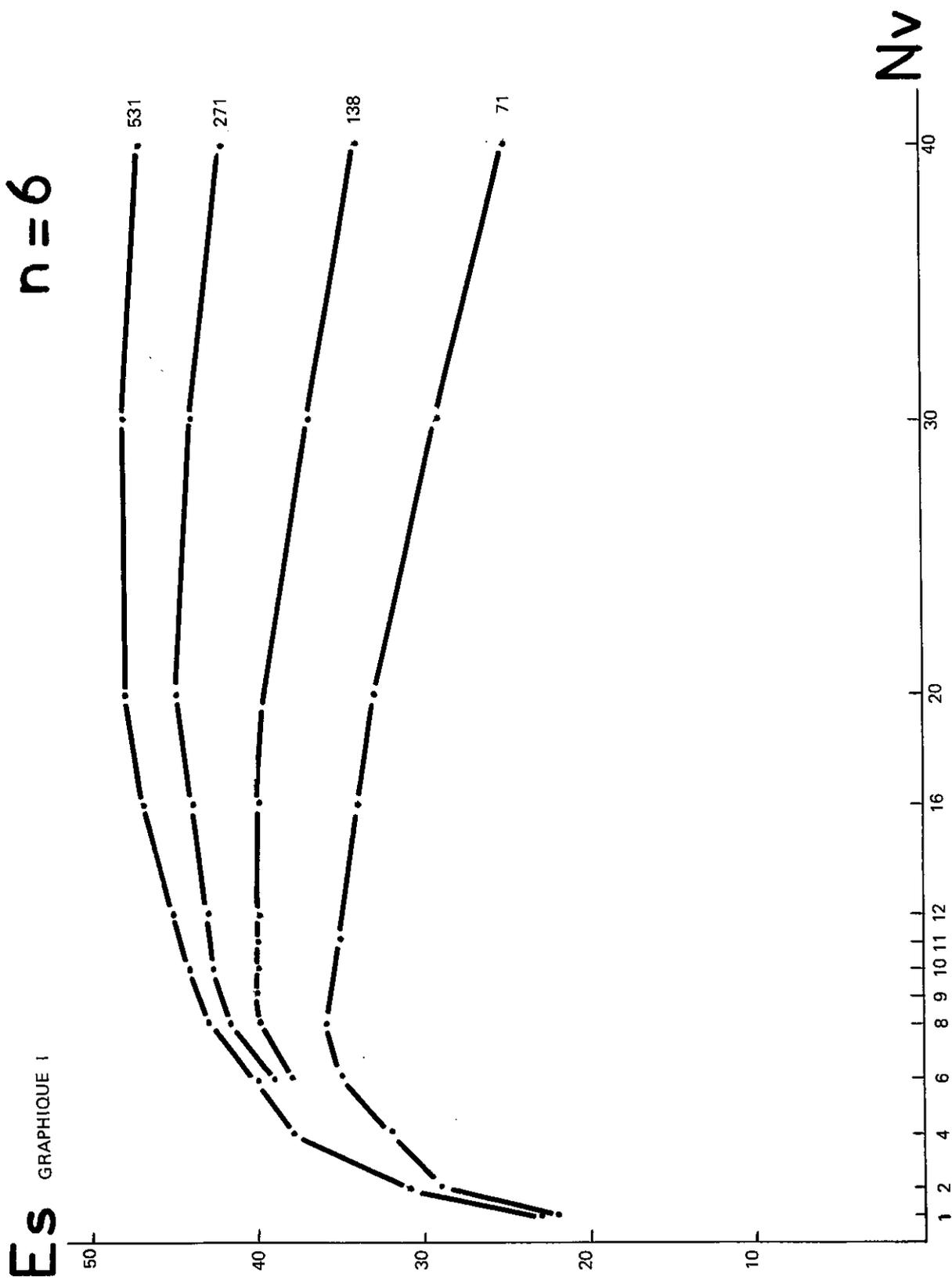
Pratiquement :

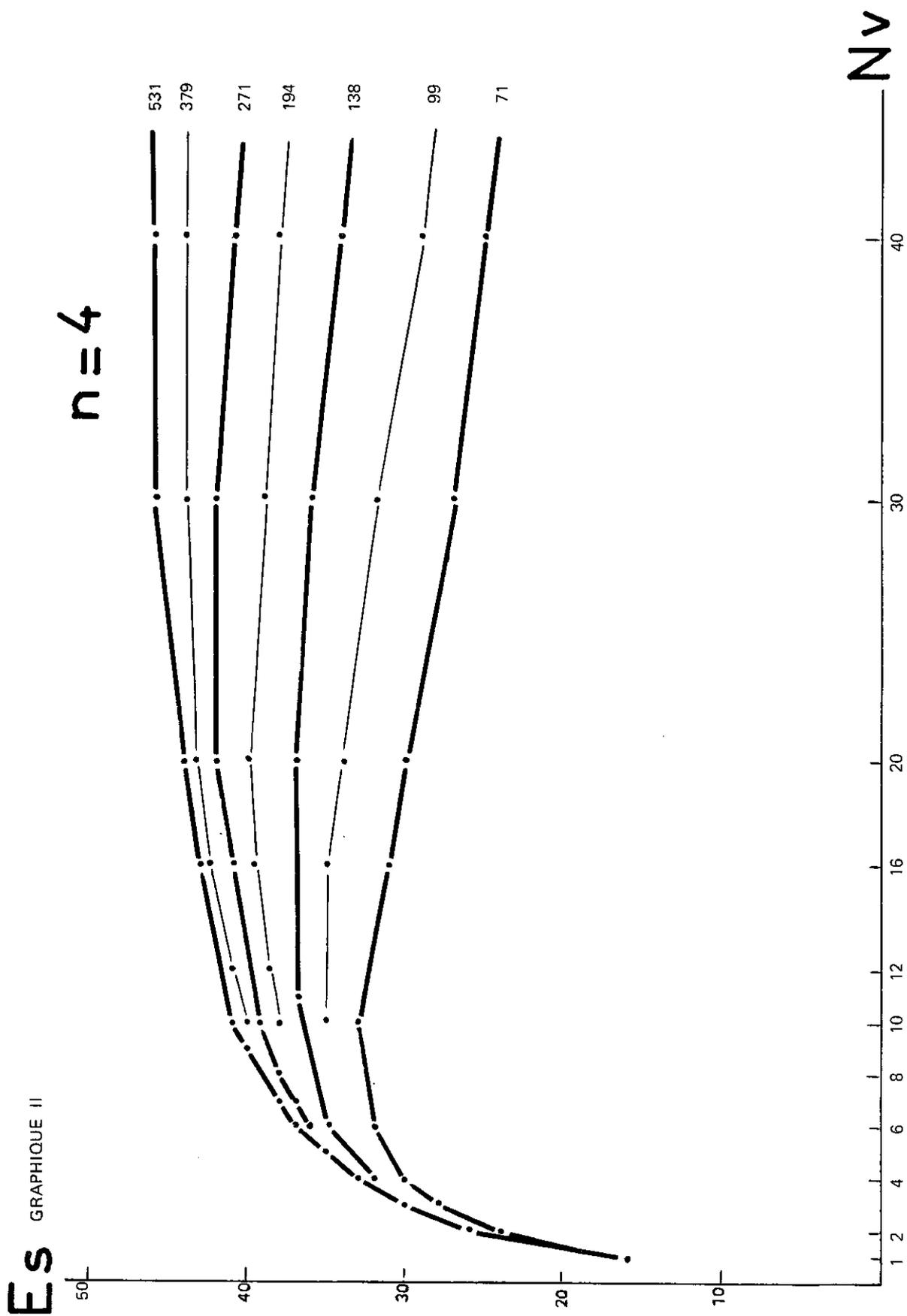
Si $N < 100$	Il est difficile tant sur le plan génétique qu'économique de travailler en troupeau fermé.
Si N augmente jusqu'à 200 ..	Nous obtenons une nette amélioration tant sur le plan génétique qu'économique.
Entre 200 et 400	L'amélioration est beaucoup plus faible.
Au-delà de 400	Il y a très peu d'intérêt à augmenter l'effectif aussi bien sur le plan génétique qu'économique.

Cette étude permet en outre de poser le problème du troupeau de moins de 100 portées/an pour lesquelles les charges verrats par portées sont trop lourdes. Si l'on ne tient plus compte de la consanguinité on pourra:

- 1^o/ Réduire l'effectif des verrats utilisés simultanément et augmenter leur durée d'utilisation. On aboutira effectivement à forte chute du C_m , mais au prix d'une diminution de la signification des contrôles à l'élevage sur les truies.
- 2^o/ On pourra aussi faire appel de façon complémentaire à des verrats extérieurs en particulier par l'insémination artificielle, ce qui permet de rétablir la signification des contrôles de performances tant au niveau des truies que des verrats.

Un examen du graphique 5 nous montre qu'un troupeau inférieur à 100 portées/an peut rester compétitif avec un troupeau fermé de 200 portées/an s'il ne paie pas ses doses plus de 30 à 40 F. par portée fécondée.



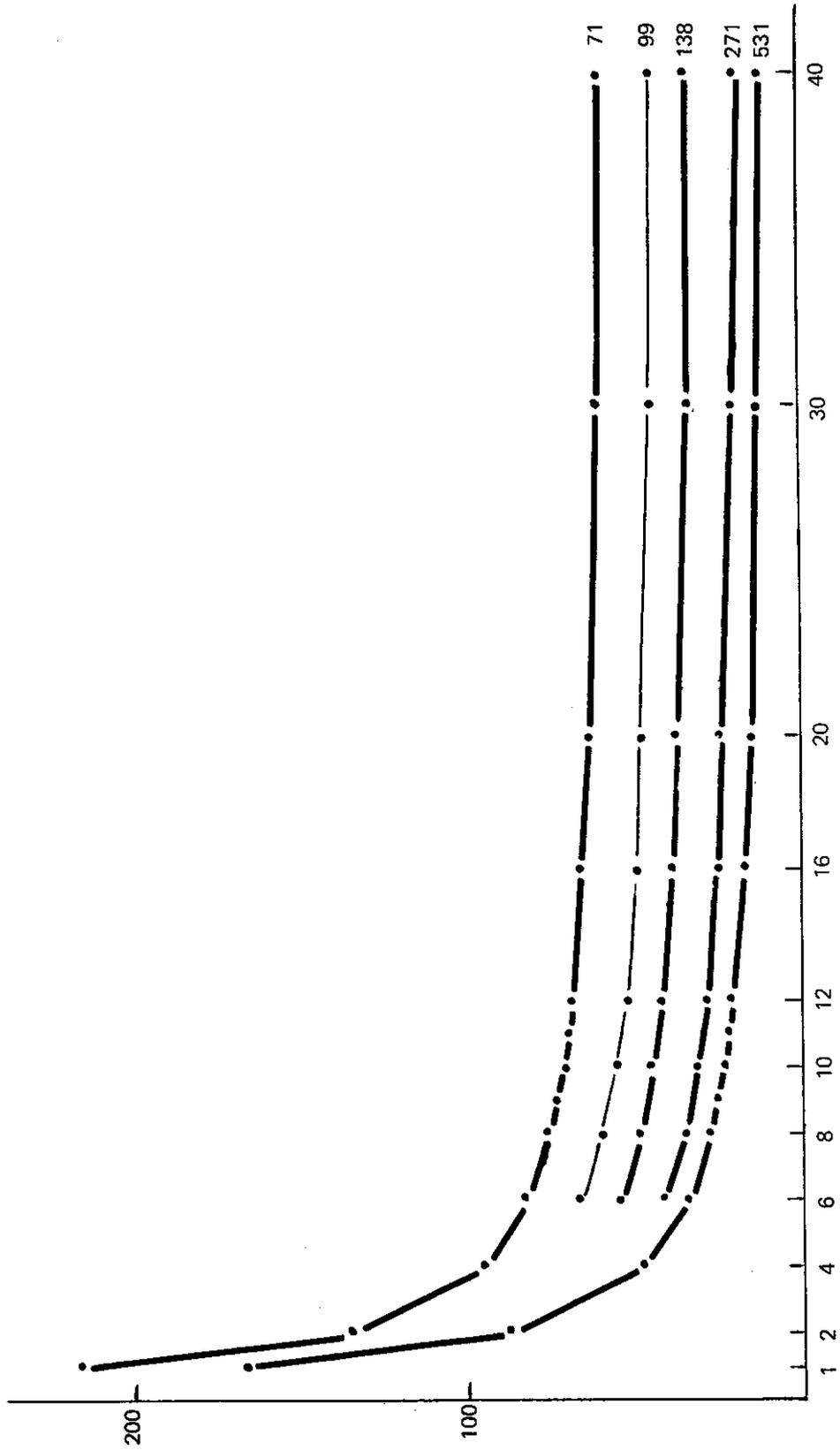


ES

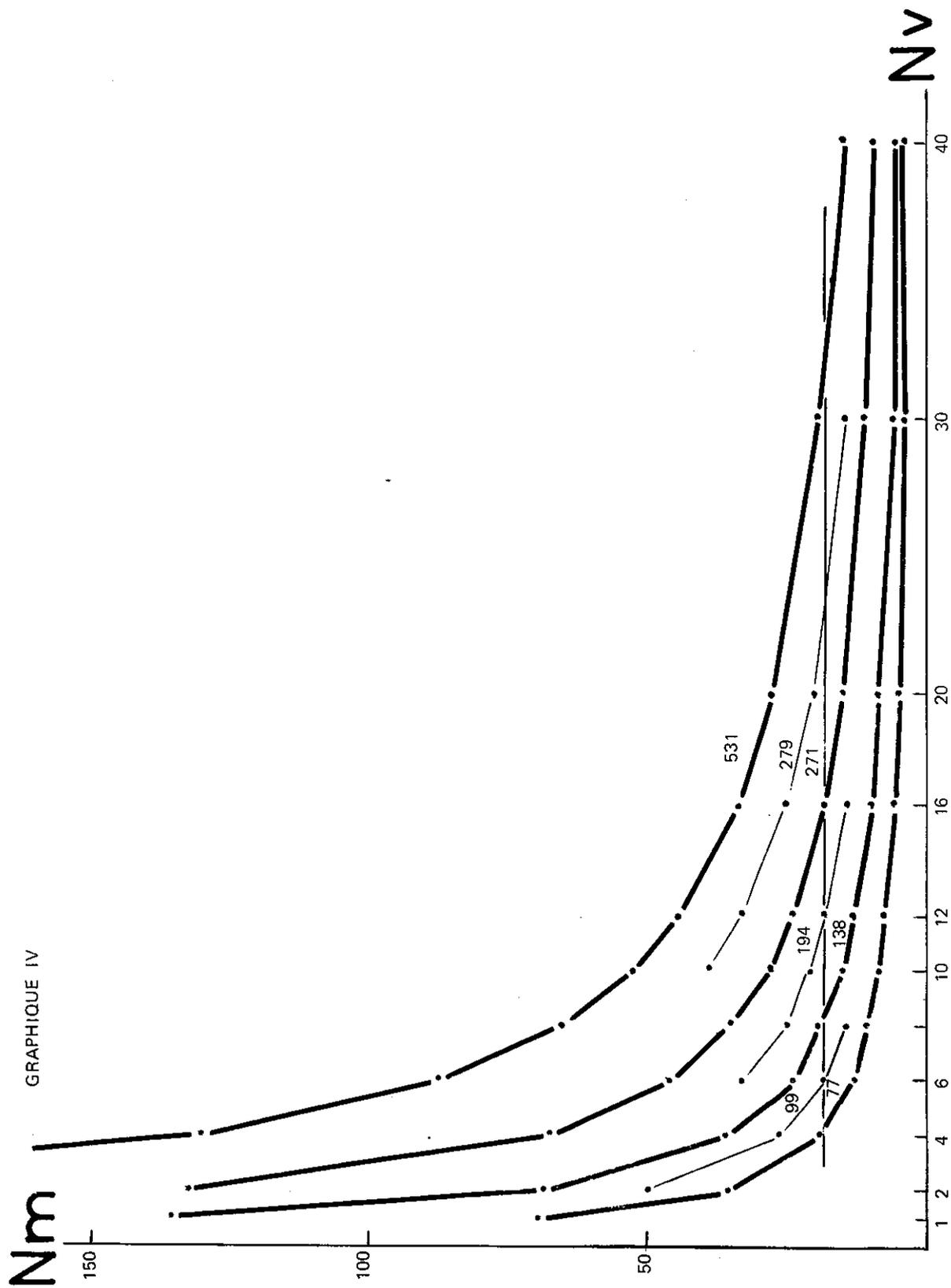
Nv

GRAPHIQUE III

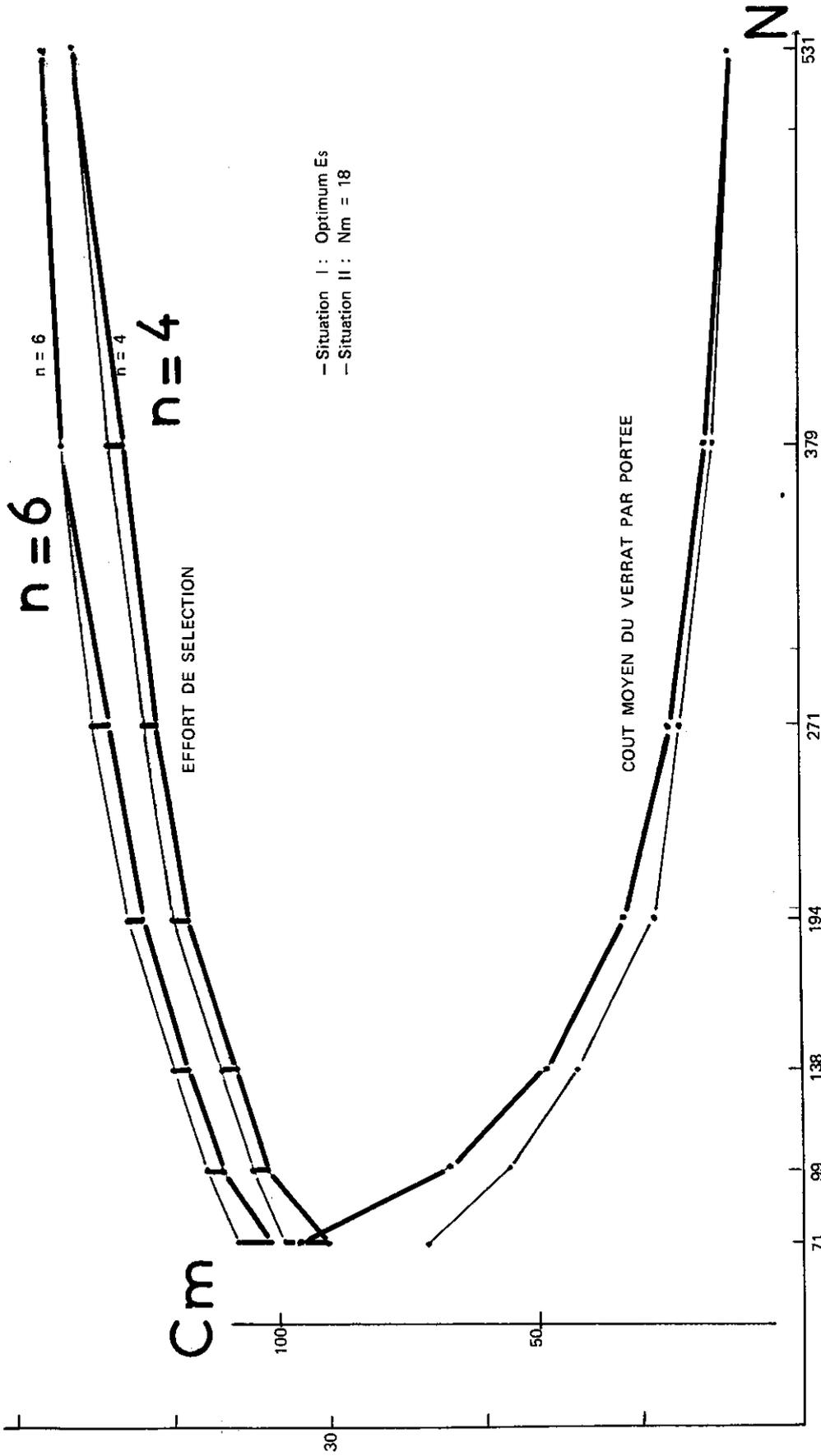
Cm



Nv



Es GRAPHIQUE V



Note : Effort de sélection : Courbe en trait fin : Optimum de sélection
 Courbe en trait fort : Limite troupeau ouvert et fermé