

ECOLE

POLYTECHNIQUE

DE

THIES

genie mecanique

Gm. 0379

projet de fin d'etudes

ecole polytechnique
de thies

titre :

etude d'un type
d'eolienne

auteur :

KARAMA kito

directeur de projet :

DINH VO NGOC

date : 10 JUIN 1982

Je dédie ce projet à tous ceux, qui de
près ou de loin, par leur éducation, leurs conseils
et leurs enseignements, m'ont guidé dans toutes mes
entreprises, plus particulièrement à mes parents.

REMERCIEMENTS

Je ne peux commencer la rédaction de ce modeste travail sans adresser mes plus sincères remerciements à tous ceux qui m'ont aidé sous quelque forme que ce soit, lors de sa réalisation.

Cette aide m'a été des plus précieuses et sans elle, je n'aurais jamais pu mener à bien ce travail ; tant le temps et les moyens disponibles étaient modestes.

Aussi mon directeur de projet Mr DINH VO NGOC, qui m'a ménagé aucun effort malgré son horaire chargé, pour m'assister et me mettre constamment sur la bonne voie, je le remercie très vivement.

Ces remerciements vont aussi aux techniciens ci-dessous ; monsieur François HOUMAIRE pour la réalisation des divers modèles ; messieurs Marcel BLAIS et Sidy DIATA pour le prêt d'outillages.

sommaire

Ce projet consiste en la réalisation et à l'étude au laboratoire d'un type d'éolienne, à rotors constitués de deux (2) demi-parallépipèdes rectangles, réalisés en aluminium ordinaire, décalés par rapport à leur axe de symétrie et placés en aval d'un jet libre, afin d'en déterminer la performance, comparativement à celle d'une éolienne SAVONIUS. dans les mêmes proportions et ceci à l'aide de dispositif expérimental constitué, d'une soufflerie avec ses accessoires de mesures, de modèles réduits, d'un frein de PRONY pour déterminer le couple développé d'un rhoboscope et d'une balance analytique.

L'intérêt d'une telle étude réside dans le fait que ces modèles ne prêtent mieux à une technologie appropriée que prototype de par leur géométrie simple, contrairement au Savonius qui est constitué de rotors semi-cylindriques.

Bien que le montage dont nous disposons ne nous permette de simuler les couches limites de nature atmosphérique nous donne une idée sur ce que serait la performance d'un prototype réalisé à partir de ces modèles étudiés, quant à leur application dans les dispositifs d'exhaire ou comme force motrice ./.

liste des symboles

C_p	Coefficient de puissance
C_T	Coefficient du couple
ω (rd/s)	Vitesse de rotation du rotor
s (m)	Ecart central
T (N-m)	Couple ou le frein de Prony
V (m/s)	Vitesse du vent.
ρ (kg/m ³)	Mass volumique de l'air
H (m)	Hauteur du rotor.
D (m)	Diamètre balayé par le rotor
λ	rapport de vitesse
b (m)	Diamètre de la conduite
T.P.M	Tours par minute
ΔP (m d'eau)	Pression dynamique
N	Vitesse de rotation en T.P.M du rotor
Re	Nombre de Reynolds
ν (m ² /s)	Viscosité cinématique

table des matieres

	PAGES
Sommaire	ii
Liste des symboles	iii
Introduction	1
Chapitre I :	
- Analyse dimensionnelle	3
- Selection des parametres Significatifs	5
Chapitre II :	
Conception et description du montage experimental	
2.1 La soufflerie	7
2.2 Modèle experimental	7
2.3 Instruments de mesures	8
Chapitre III :	
Etude	12
3.1 Analyse theorique preliminaire	13
3.2 Determination de la vitesse en amont de l'aolienne	14
3.3 Determination de la Vitesse au niveau de l'aolienne	15
Chapitre IV :	
Analyse des resultats	18
Conclusion	20
Appendices	22

Caracteristiques des differents modeles	23
Tableaux de mesures	27
Tableaux de resultats et courbes	33
References bibliographiques	45

introduction

Cette étude a été effectuée à l'aide d'un dispositif expérimental constitué :

- De plusieurs modèles réduits à rotors semi-parallélogrammiques et d'un Savonius
- D'un frein de Piony pour la détermination du couple
- D'un stroboscope et d'un tachymètre servant à mesurer la vitesse de rotation du rotor.
- D'une balance analytique de sensibilité $1/100^{\circ}$ permettant de déterminer le poids de la grenaille de zinc servant à équilibrer le frein.

Les mesures ont été effectuées à une température ambiante d'environ $27 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ et pour ce faire, nous avons une valeur moyenne de la masse volumique de l'air de 1.1614 kg/m^3 et une valeur de sa viscosité cinématique de $1.665 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

L'étude consiste à soumettre nos modèles à un jet d'air situé à 70 cm et provenant d'une conduite d'ouverture 30 cm, la prise de pression étant située à 36 cm de l'ouverture.

Nous étions obligés de travailler dans une gamme de vitesse comprise entre 10 et 20 m/s pour le vent, afin d'obtenir des résultats significatifs.

Les mesures ne sont déroulées sans un certain nombre de problèmes, à savoir l'immersion de nos modèles

(problème existant pour le rotor Savonius) et les vibrations qui rendaient les mesures délicates.

L'exploitation des résultats obtenus expérimentalement n'a pu se faire qu'à l'aide d'un certain nombre de paramètres dimensionnels, à partir desquels on a pu obtenir des grandeurs qui se prêtent à une comparaison.

chapitre I
analyse dimensionnelle

Tous les problèmes de dynamique de corps ne ramènent à la détermination de certaines fonctions et valeurs numériques de grandeurs qui caractérisent le phénomène étudié.

Malheureusement dans notre cas, il n'est pas possible de déduire des résultats à l'aide de simple raisonnement mathématique, du fait des difficultés insurmontables inhérentes à ce dernier.

Pasfois, la complexité du phénomène mécanique, écarte toute possibilité de formulation mathématique.

Pour monter correctement une étude sur modèle réduit, et en tirer les conclusions qui s'imposent, permettant d'avoir une idée sur le comportement du prototype, il est indispensable d'étudier à fond la question en ayant recours à une analyse quantitative générale.

Cela montre à quel point le choix des paramètres adimensionnés est important, ceux-ci doivent être en nombre plus petit que possible et qu'ils traduisent sous la forme la plus commode les effets principaux.

Les théories de la similitude et de la dimension permettent de faire cette analyse théorique préalable d'ordre qualitatif et de choisir un ensemble de paramètres de définition adimensionnés.

Pour ce faire trois (3) conditions doivent être remplies :

- La Similitude géométrique

Signifie l'existence d'une forme similaire entre le modèle et le prototype et que les dimensions linéaire de l'un à l'autre soient reliées par un facteur à échelle constante

- La Similitude cinématique

Dans le cas d'écoulement sur deux (2) objets, géométriquement similaires, les champs d'écoulement doivent avoir la même forme et les rapports de vitesse et d'accélération correspondantes doivent être identiques, d'où une similitude géométrique des lignes de courant.

- La similitude dynamique

Elle est la conséquence des deux autres; car pour maintenir la similitude géométrique et cinématique, les forces agissant sur les masses de fluide correspondantes doivent être reliées entre elles par des rapports constants.

L'intérêt de l'analyse dimensionnelle, réside dans le fait qu'elle nous donne un maximum d'information à partir de très peu d'expériences, ce qui financièrement représente un avantage; et nous donne des renseignements sur le profil optimal, bien qu'il ait été

5
prouvé par de nombreux chercheurs qu'une similitude parfaite soit difficile dans le cas des éoliennes.

SELECTION DES PARAMETRES SIGNIFICATIFS (cf [1])

Elle requiert de l'expérience et un minimum de connaissance du phénomène à analyser.

Il s'agit de faire la liste de tous les paramètres affectant le rendement de l'éolienne.

D'après des études faites préalablement par Mr VINH NGUYEN - DUY (ancien professeur) sur les éoliennes Savonius un certain nombre de paramètres avaient été déterminés qui pour notre étude sont aussi valables, il s'agit de :

$$1) - C_p = \frac{T\omega}{\frac{1}{2} \rho H D V^3}$$

C_p est le coefficient de puissance, il est défini comme étant le rapport du couple disponible sur le rotor de notre éolienne sur celle fournie par le vent.

$$2) - C_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho V^2 H D^2}$$

C_T est le coefficient du couple et définit le rapport du couple disponible sur notre éolienne sur celui fourni

par l'air.

$$3) - \lambda = \frac{\Delta W}{2V}$$

λ est appelé le rapport de vitesse, constitue le rapport de la vitesse aérodynamique de notre modèle sur celle du vent.

$$4) - \frac{s}{D}$$

Constitue le rapport de l'écart central sur le diamètre du rotor

$$5) - \frac{H}{D}$$

Constitue le rapport de la hauteur de notre rotor sur le diamètre balayé

$$6) - Re = \frac{v_b}{\nu}$$

chapitre II

conception et description
du montage experimental

Trois parties sont à distinguer dans notre montage, la soufflerie qui va simuler le vent, le rotor Savonius étudié et enfin les divers appareils de mesures qui nous permettent de déterminer la performance de l'éolienne. (cf. fig. pages 22)

2.1 La soufflerie

Elle est constituée d'un ventilateur centrifuge aspirant l'air ambiant et le soufflant dans une conduite horizontale de diamètre ($\phi = 50\text{cm}$), et de longueur 218 cm

2.2 Modèles expérimental (cf pages 23 à 26)

C'est une éolienne à axe vertical, dont les rotors sont constitués de deux demi-parallélépipèdes rectangles, réalisés à partir de tôles d'aluminium perforées afin de réduire l'inertie du système, ou de deux demi-cylindres pecheaux pour le rotor Savonius.

Nos modèles sont constitués de :

2.2.1 L'axe de rotation (cf figures pages 23, 24)

Il est réalisé en aluminium et s'articule aux plaques supérieures et inférieures, sur lesquelles viennent se fixer les rotors.

Il porte deux (2) parties molles à ses extrémités pour entraîner les bagues intérieures des roulements à billes qui servent de butées.

2.2.2 Le rotor

Constitué de deux (2) demi-parallélépipèdes rectangles, en aluminium ordinaire, ils sont assemblés par deux plaques acéculaires, de façon à donner un "Z" renversé lorsqu'on en fait une vue en plan.

Il subsiste un écart entre les demi-parallélépipèdes qui se chevauchent, un rotor que le vent qui frappe la partie qui lui fait face passe par cette fente. et vient frapper l'autre moitié. L'air qui passe par cette fente devra intuitivement contribuer doublement à la rotation.

2.2.3 Le logement des roulements à billes (cf [2])

Constitué de blocs en plexiglass.

Ces blocs possèdent des épaulements et reposent par gravité dans des logements (trous) pratiqués sur le support de l'éolienne placé devant la soufflerie.

Après conception de notre modèle, celui-ci doit être équilibré statiquement et dynamiquement pour éviter les vibrations. Le premier équilibrage se réalise facilement, par une construction symétrique; quant au second, il nécessite un équipement approprié dont nous ne disposons pas.

2.3 Instrument de mesures

2.3.1

Frein de Prony. (cf [2])

Manque de précision du fait que le coefficient de frottement n'est pas constant à grand essorage d'où l'instabilité du bras. Le tambour de frottement est en acier ordinaire, ce qui entraîne moins d'échauffement et donc pas de grippage du teflon constituant le sabot de notre frein.

La plupart des accessoires sont réalisés en aluminium ordinaire, afin de rendre le frein le plus léger possible; il est constitué d'un cylindre creux en aluminium, percé sur la surface latérale de quatre trous par où passent les tampons de teflon, qui sont fixés sur un anneau non fermé en cuivre, concentrique au cylindre.

On peut diminuer ou augmenter le diamètre de cet anneau en faisant tourner dans un sens ou dans l'autre un bouton muni de filets et qui relie les deux extrémités de l'anneau ouvert; ceci a pour effet d'enfoncer plus ou moins les blocs de teflon dans les trous du cylindre, induisant ainsi un essorage sur le tambour de frottement moleté à l'axe de rotation.

Sur le cylindre creux est fixée une tige horizontale de 30 cm de longueur, qui passe entre les branches d'un "U", et portant à son extrémité une ficelle, passant par une poulie fixée sur le support de notre modèle et dont la gorge est perpendiculaire au bras du frein;

Les masses servant à équilibrer notre bras (tige) sont déposées dans une coupelle en plastique, attachée à l'extrémité libre de la ficelle.

2.3.2 Balance analytique.

Étant donné que les couples disponibles sur la motobla sont faibles, il nous a fallu pour cela un dispositif très précis de pesée est nécessaire.

Une balance de type SARTORIUS 2472, a été utilisée dont la gamme de pesée varie de 0 à 200 grammes, avec une précision de $1/100^{\circ}$ de gramme.

2.3.3 Stroboscope et tachymètre

À chaque niveau de serrage du frein de Prony, la vitesse de rotation du rotor (en T.P.M.), doit être connue, pour ce faire on utilise un stroboscope. Vu que si la fréquence du rotor est $1/n$ fois la fréquence du stroboscope, l'image du rotor est aussi stabilisée, raison pour laquelle on utilise un tachymètre qui nous donne l'ordre de grandeur de la vitesse.

2.3.4 Tube de Pitot

Pour la détermination de la vitesse moyenne du vent, on utilise un tube de Pitot relié à un manomètre diffé-

11
ientiel, qui nous donne la différence entre la pression totale
et celle statique permettant de déduire la vitesse par
l'équation :

$$V = \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$

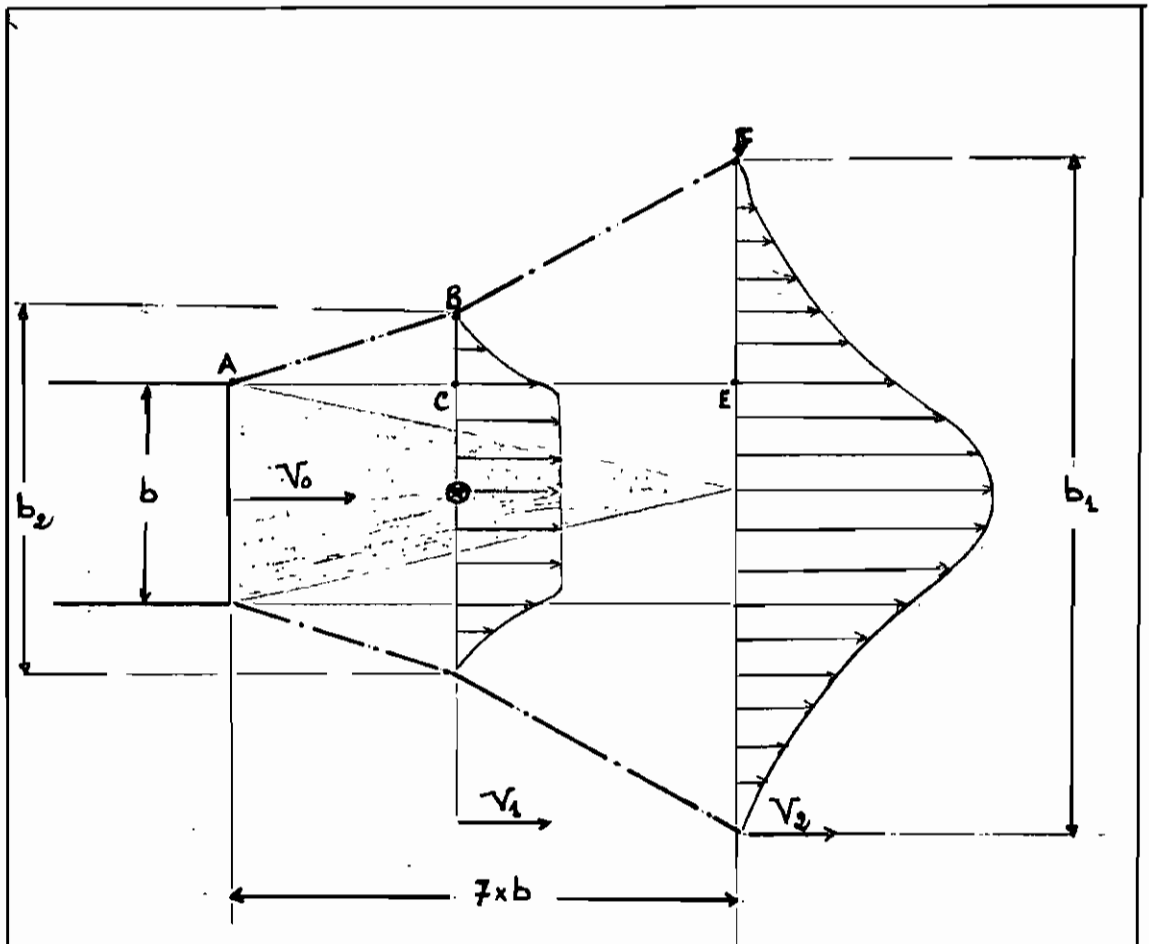
Il faut s'assurer que la partie horizontale du tube de Pitot se trouve dans la direction de l'écoulement; l'influence de la turbulence sur la mesure de la pression dynamique peut être supposée négligeable.

L'inconvénient majeur de cet instrument réside dans le fait qu'il ne donne la vitesse qu'en un seul point, or c'est la vitesse moyenne qui nous intéresse, ce qui fait qu'on sera amené à la déterminer à partir d'une mesure ponctuelle.

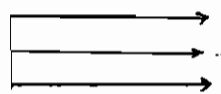
2.5.5 Schema d'ensemble du montage expérimental

(Voir figure page 22)

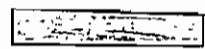
Notre tube de Pitot est placé à 36 cm de notre conduite de sortie d'air de 30 cm de diamètre, tandis que le rotor est à 70 cm de la sortie d'air et au centre du jet.



----- Contour de décollement



Profil de vitesse



Noyau potentiel



Localisation du rotor

figure 1 Présentation du profil de vitesse à la sortie, du jet d'air

3.1 - Analyse théorique préliminaire

En remarquant que l'écoulement à l'extérieur de la conduite s'assimile à celui d'un jet libre dont le diamètre de l'ouverture $b = 30 \text{ cm}$, dans le cas d'un écoulement turbulent est regardé à la gamme de vitesse dans laquelle nous opérons, la longueur du noyau potentiel sera :

$$- 7b \quad (2.1 \text{ m}) \quad (\text{cf [3]})$$

Le noyau potentiel constitue une zone dans laquelle la vitesse d'écoulement est constante et égale à la vitesse à la sortie de notre conduite; il est délimité par un volume conique dont la section de base est égale à b et la hauteur à $7b$

Le faisant on peut que notre soléenne sera dans la zone du noyau potentiel

3.2 - Détermination de la vitesse en amont de l'éolienne

Dans notre étude nous supposons d'abord que notre conduite est prolongée jusqu'à E à partir de A ; ce faisant notre modèle se trouve être dans une conduite fictive de section égale à b (30cm) ; Vu que notre écoulement est turbulent. ($Re > 2100$) et que notre éolienne ne trouve pas la ligne passant par e et B , on aura que la vitesse moyenne (V_1) en amont de l'éolienne pourra se déduire de l'équation de Prandtl - Karman (pour un écoulement turbulent uni-dimensionnel) (cf [3]) qui est supposée valable aussi pour notre hypothèse de profil symétrique , ce qui donne :

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{1}{1 + 4.07 \sqrt{f/8}} = \alpha \quad (1)$$

$$\text{avec } \sqrt{1/f} = 1.14 + 2 \log \frac{b}{e}$$

f : facteur de friction.

e : diamètre du grain de sable équivalent à la rugosité de la conduite.

Nous avons que e varie de .012 cm à .026 cm pour

la tôle (cf [3])

d'où

$$.65 \leq \alpha \leq .66$$

3.3

Détermination de la vitesse au niveau de l'éolienne

En notant que lorsque l'éolienne tourne, la surface projetée des demi-cylindres (pour le rotor Savonius) et des demi-parallépipèdes se trouvent dans un plan perpendiculaire à l'écoulement, deux (2) positions extrêmes correspondant au maximum et au minimum de surface projetée seront à considérer (Voir fig 2 et 3); obtenues lorsque le grand diamètre (D) respectivement le petit diamètre (D_1) sont dans un plan parallèle à une section droite de la conduite.

La vitesse moyenne du vent au niveau de l'éolienne se déterminera par l'équation de continuité et en admettant qu'il y ait écoulement d'air par l'écart central s , du fait de la dépression qui se crée en aval du rotor.

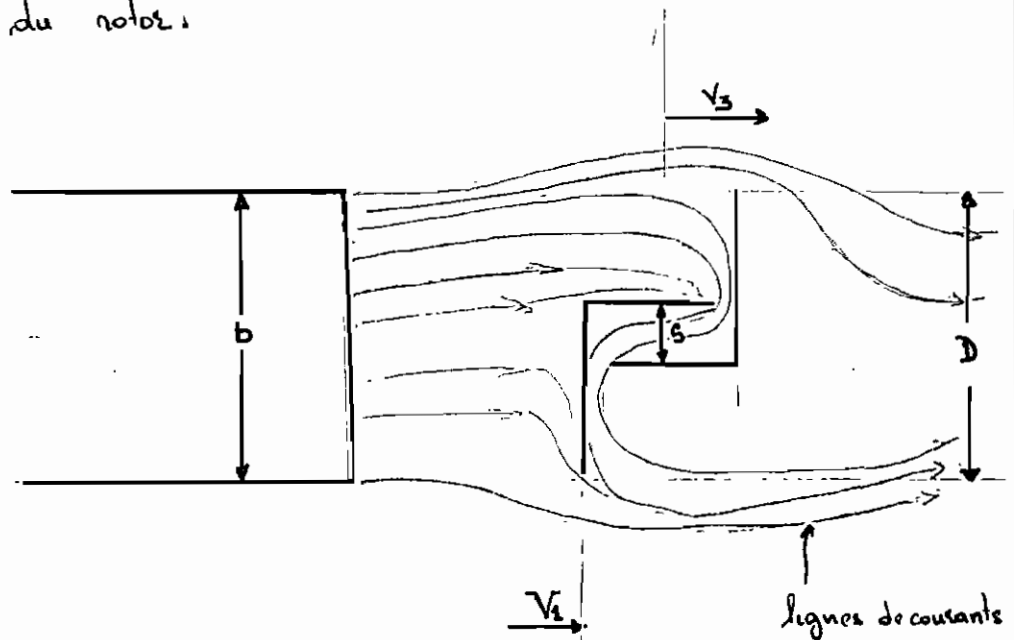


Figure 2

Position extrême A

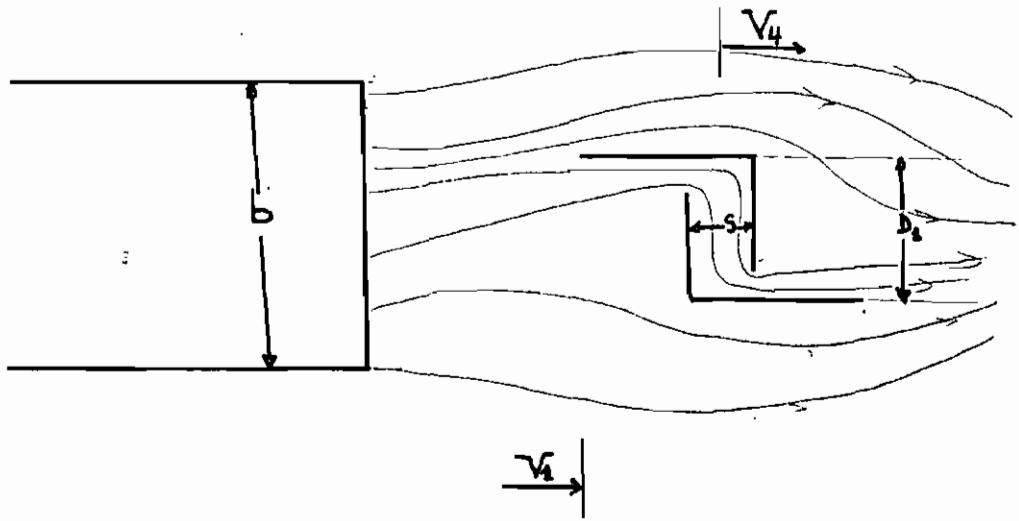


Figure 3 Position extrême 2

L'équation de continuité appliquée entre un point situé en amont de l'étranglement et un autre à son niveau pour les positions extrêmes 1 et 2 permet d'écrire :

$$V_1 A_1 = V_3 (A_2 - H D + H S) = V_4 (A_1 - H D_2 + H S)$$

avec $A_1 = \frac{\pi}{4} (b)^2$

donc $V_3 = \frac{A_1}{[A_1 - H(D-S)]} V_1$

$$V_4 = \frac{A_1}{[A_1 - H(D_2 - S)]} V_1$$

La vitesse au niveau de l'écluse sera prise, égale à la moyenne des vitesses prises au niveau de l'écluse pour les deux positions extrême :

$$(2) \quad V = \frac{V_3 + V_4}{2} = V_1 \times \frac{A_1}{2} \times \left[\frac{1}{[A_1 - H(D-S)]} + \frac{1}{[A_1 - H(D_1-S)]} \right]$$

$$\text{En posant } \beta = \frac{1}{2} A_1 \times \left[\frac{1}{A_1 - H(D-S)} + \frac{1}{A_1 - H(D_1-S)} \right]$$

Avec les modèles dont nous disposons, nous deduisons :

$$1.2 \leq \beta \leq 1.3$$

et en prenant $\beta = 1.2$ et $\alpha = .65$,

on aura vu que $V = \alpha \beta V_0$ d'après (1) et (2)

$$\alpha \beta = .8$$

Mais en réalité, du fait de la notation de notre écluse, nous avons une déformation des lignes de courant comme indiquée sur les figures 2 et 3 donc à tout point de vu notre section d'écoulement est plus grande que b (30 cm)

chapitre IV

analyse

des

resultats

NUMERO DU MODELE →	1	2	3	3'	4	5
λ	.4	.24	.54	.75	.868	.714
$C_{p \max}$	.0725	.051	.132	.14	.231	.22
$C_{T \max}$	.076	.1015	.118	.128	.129	.15
S/D	.086	.0827	.0686	.0686	.0882	.0502
H/D	.981	1.085	1.339	1.339	.974	1.083

Le tableau ci-dessus résume la localisation des optimums pour les différents modèles.

On constate pour les trois (3) premiers modèles (parce que semblables dans leur configuration) que le plus performant est le n°3. $C_{p \max}$ et $C_{T \max}$ ont les valeurs les plus grandes, et en raisonnant sur la base de S/D (ou H/D), on constate que le plus performant des trois est celui pour lequel S/D est plus petit (ou H/D plus grand)

Mais l'inconvénient dans un tel modèle, réside dans le fait qu'il ne s'amorce pas de lui-même; pour palier à un tel problème, nous avons ajouté des éléments de greffage sur les surfaces latérales délimitées par b et H (cf dessin page 25); mais cela n'a pas pu résoudre le problème; par contre la performance s'en est trouvée améliorée (modèle n°3); $C_p \text{ max}$ a augmenté de 6% et $C_T \text{ max}$ de 8%; cette augmentation bien que faible est significative, parce que délicate d'interprétation.

Mais comparées au SAVONIUS (modèle n°4) la valeur de $C_p \text{ max}$ est inférieure d'environ 39%, ce qui est très important; quant à l'écart sur $C_T \text{ max}$ il est insignifiant par rapport à celui sur $C_p \text{ max}$.

Afin de rechercher un tel écart, des modifications ont été apportées aux rotors de nos modèles étudiés, (cf dessin page 25) ce qui nous donne le modèle n°5, qui par la valeur de $C_p \text{ max}$ est comparable au Savonius, en effet elle est de 5% plus faible pour la valeur de $C_p \text{ max}$ et de 16% plus élevée pour celle de $C_T \text{ max}$.

- conclusion -

Les résultats obtenus avec notre modèle n°5, nous poussent à l'optimisme.

Mais cet optimisme n'est pas sans contraintes, en effet, hormis ses bonnes performances ($C_{pmax} = .22$, $C_{Tmax} = .15$), comparables à celles de notre modèle Savonius ($C_{pmax} = .231$, $C_{Tmax} = .129$), présente un problème pour son amortissage. Ce problème une fois résolu ferait que le modèle, serait une solution d'avenir.

Des solutions au cours du déroulement des études en laboratoire ont été esquissées; parmi celles-ci figurent; l'adjonction d'éléments de greffages ou des modifications au niveau du rotor par un dispositif à portes battantes; la dernière n'a pu être réalisée entièrement car nécessitant des améliorations qui n'ont pu être effectuées en regard à des contraintes de temps.

Une autre solution possible à ce problème, consisterait à disposer sur la plaque circulaire supérieure de notre modèle d'empennages placés à 120° l'un de l'autre et qui permettraient l'amortissage du système et par la suite. Nécessitent leur inconvenant à constituer des éléments de freinage entraîné par un autre dispositif lors de la marche.

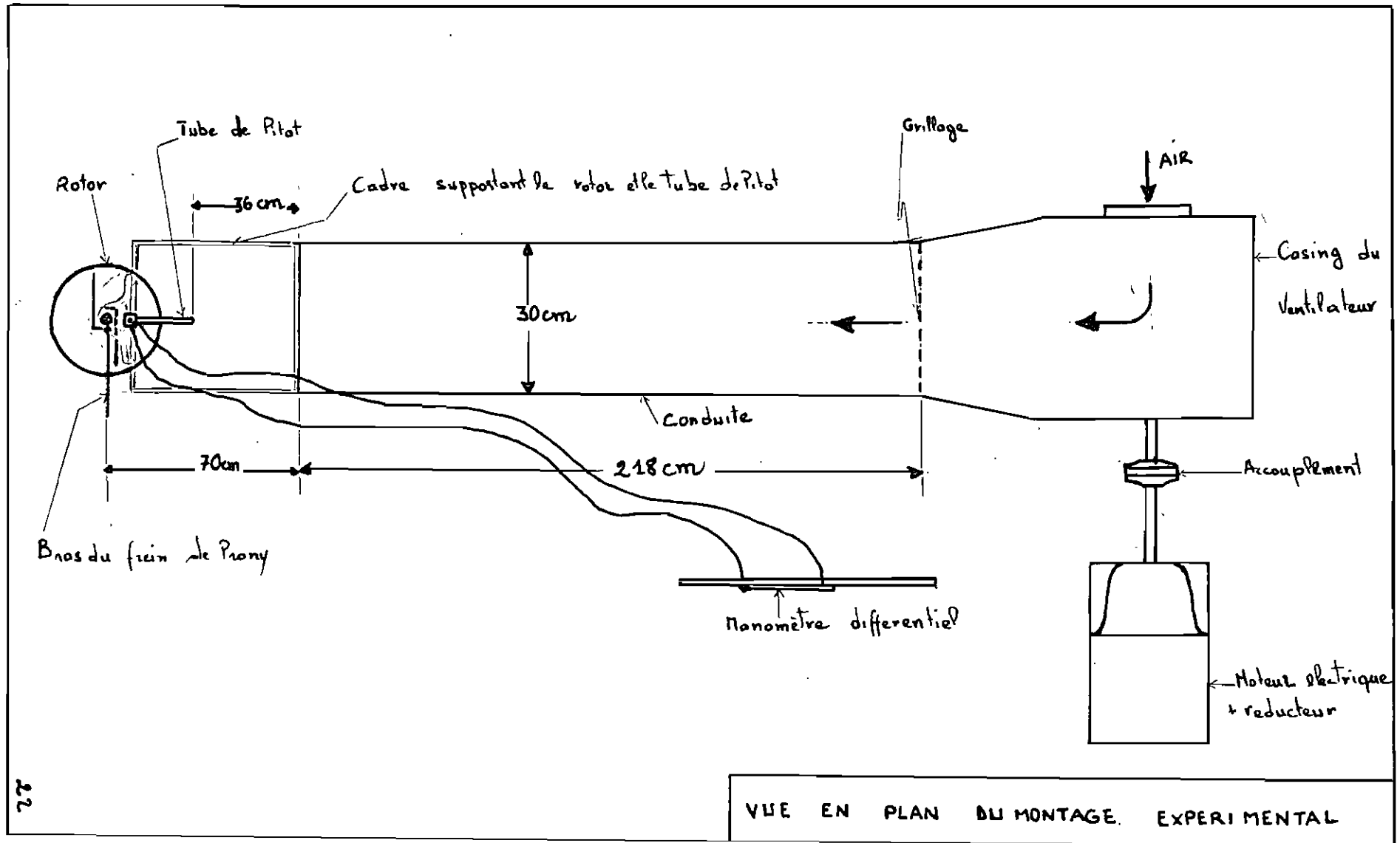
Une fois ces modifications menées à bien, on pourrait prétendre à leur réalisation en palette.

tressée . ou en plaquettes de bois , tout en prenant soins
à contourner les problèmes qui seraient induits par
l'utilisation de tels matériaux , à savoir le pourris-
sement , l'attaque par des termites etc....

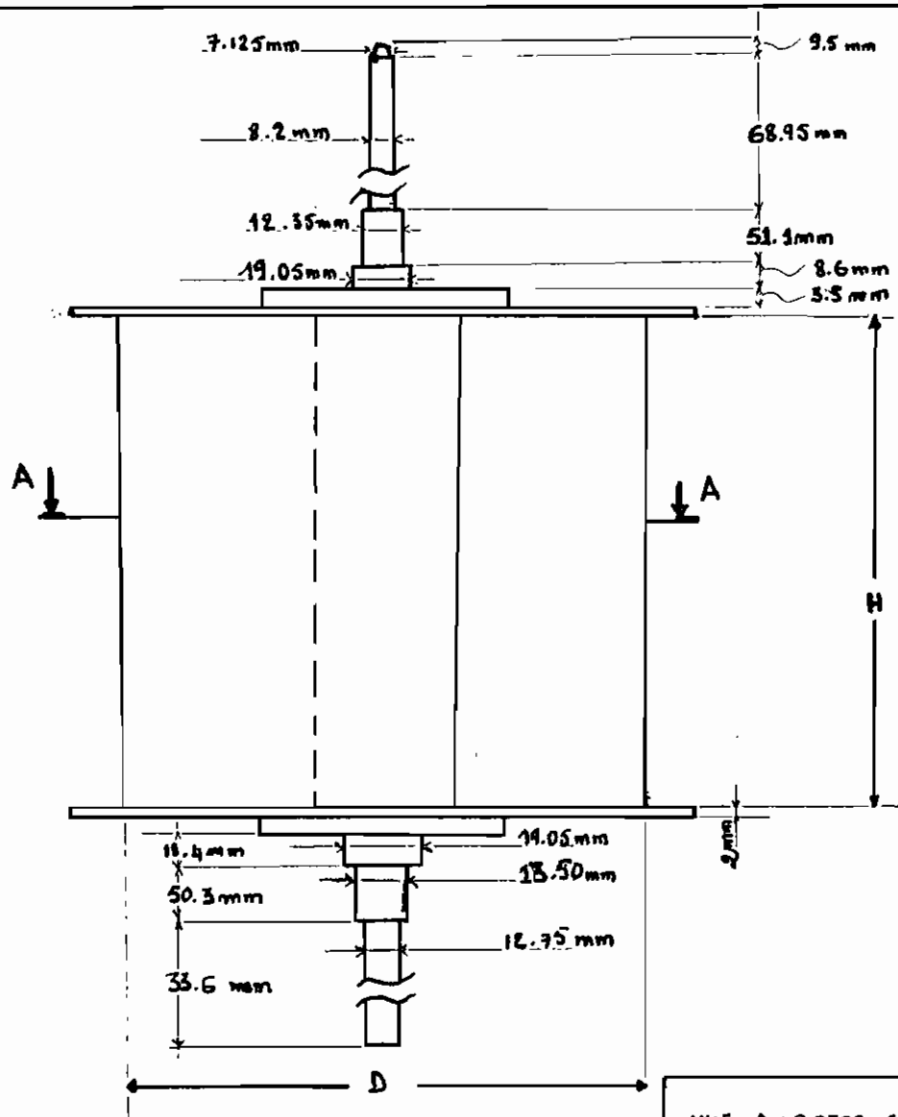
UNITED STATES GOVERNMENT
DEPT. OF THE INTERIOR
BUREAU OF LAND MANAGEMENT

appendices

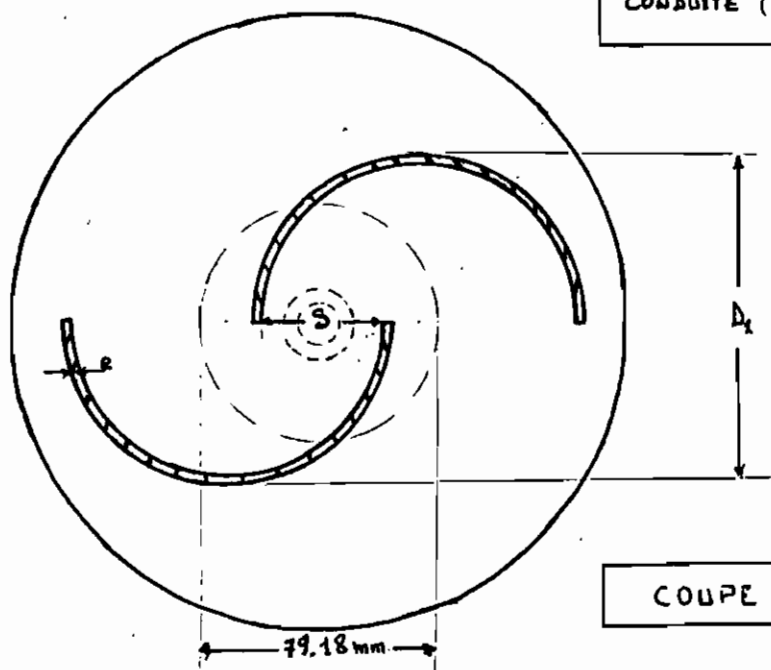
CARACTERISTIQUES
DES
DIFFERENTS MODELES



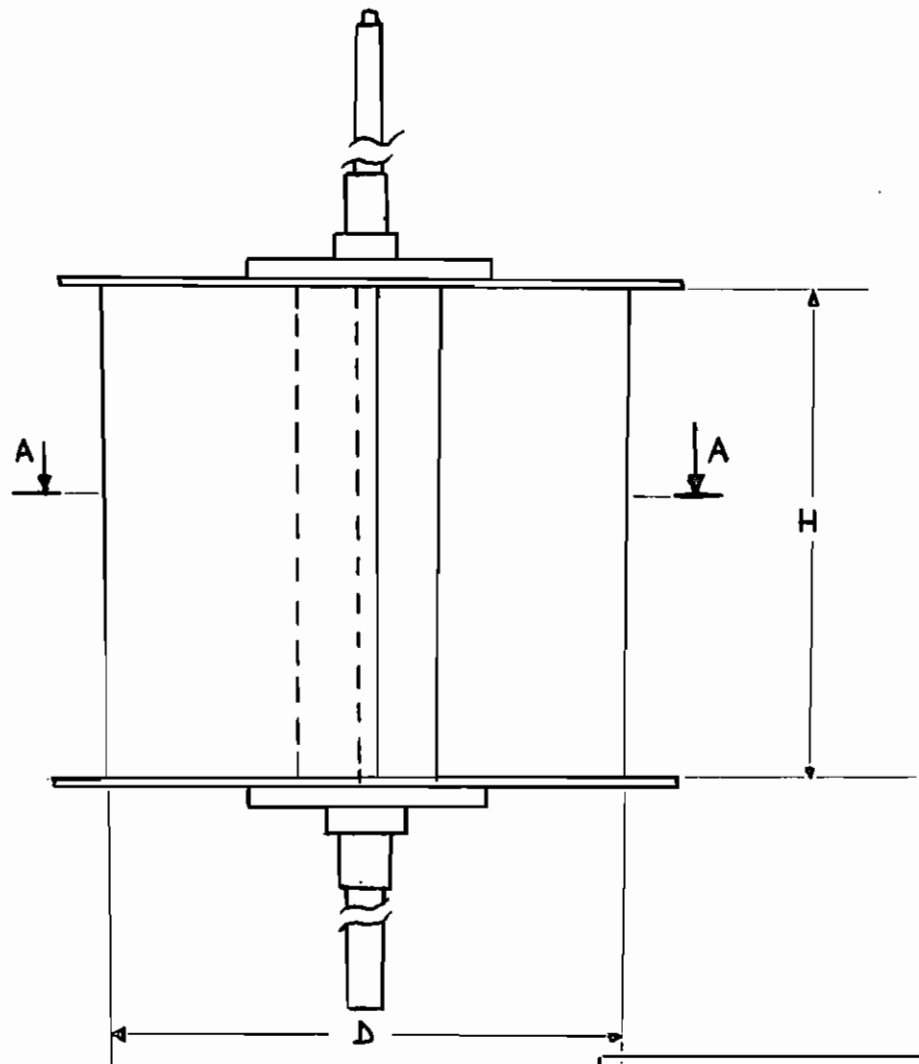
15
30
45
60



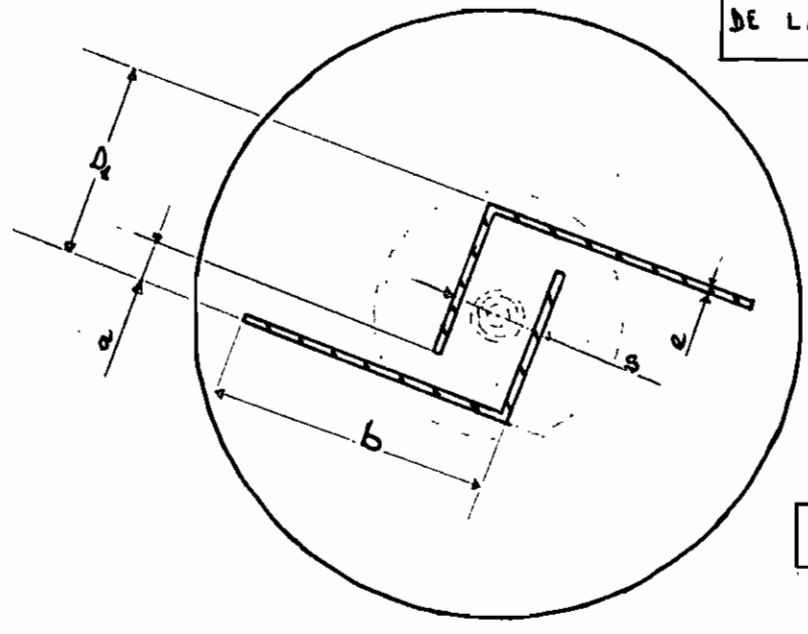
VUE DU ROTOR SANDNIUS
SUIVANT L'AXE DE LA
CONDUITE (N°4)



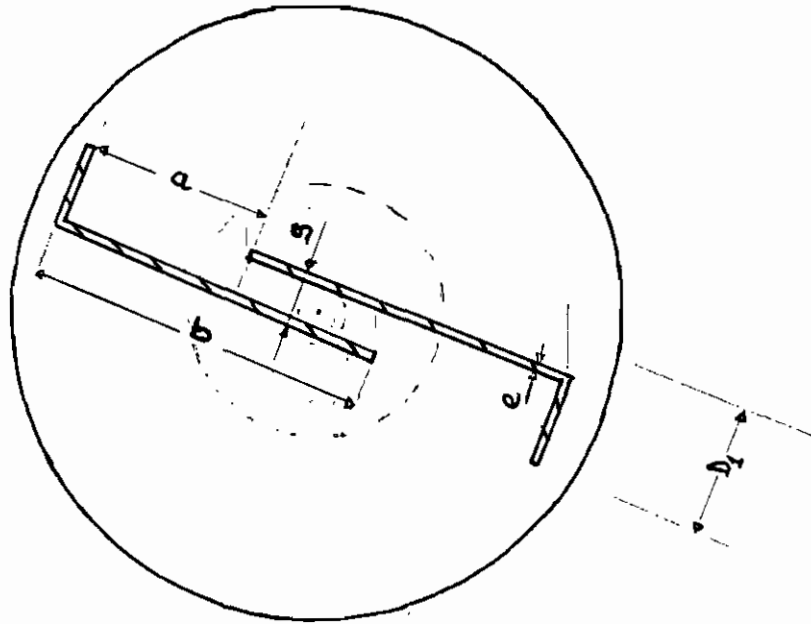
COUPE A-A (N°4)



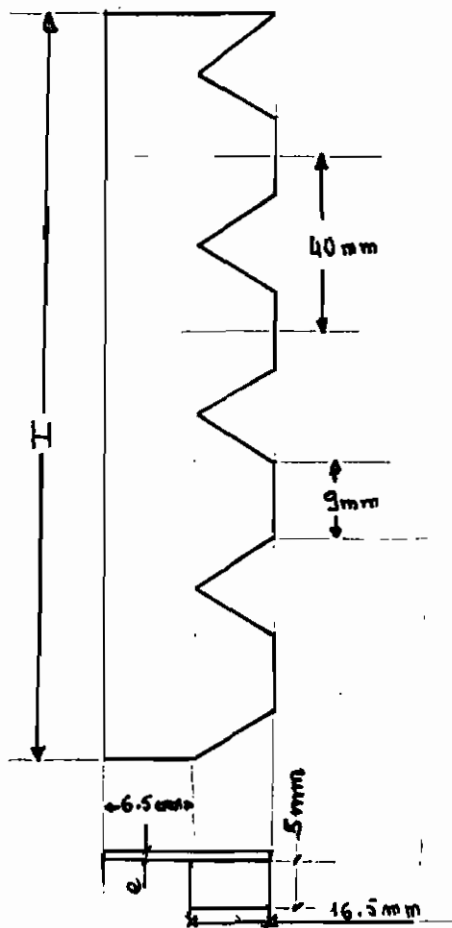
VUE DU ROTOR
DU MOBILE SUIVANT L'AXE
DE LA CONDUITE (N°1 & N°3)



COUPE A-A (N°1 & N°3)



COUPE A.A (N°5)



ELEMENT DE GREFFAGE

VALEURS DES PARAMETRES POUR LES DIFFERENTS MODELES

NUMERO DU MODELE →	1	2	3	4	5
a	16.50	33.05	46.90	-	40.5 58.50
b	73.40	70.65	58.35	-	71.48
S	12.30	10.85	7.25	12.75	6.55
D	143.07	131.15	105.75	144.50	130.42
D ₁	33.40	74.45	108.25	40.80	74.69
H	140.35	142.30	141.60	140.70	141.25

$e = .78$

NB : Ces valeurs
sont en mm

TABLEAUX
DE
MESURES

MOBELE N°1

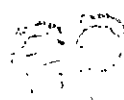
ΔP (inch d'eau)	N° (tpm)	Hauteur (en gramme)
.54	800	3.3073
	760	4.3349
	730	4.5464
	700	5.2172
	600	5.5718
	565	6.4117
	505	6.9183
	480	7.3334
	465	7.6660
	435	8.0613
	370	8.2503

MODELE N°2

AP (Inch cou)	N (tpm)	Haute (au gramme)
.54	580	0
	565	2.456
	540	3.0659
	525	3.6685
	495	4.2021
	485	4.6645
	450	5.4952
	420	5.6711
	365	6.0546
	360	6.4143
	325	6.8078

MOBELE N°3

ΔP (inch Eau)	N (+pm)	Masse (en gramme)
• 54	1520	0
	1460	2.4709
	1300	3.0659
	1180	3.9830
	1060	4.4425
	1020	4.6094
	910	4.9852
	810	5.2119
	760	5.6210
	720	5.6736
	580	5.9004
	500	6.2897
	455	6.5400
	430	6.9626
	335	7.4887


 2000 0000 0000 0000
 0000 0000 0000 0000

MOBELE N°4

ΔP (inch d'eau)	N (P.P)	Massé (en grammes)
. 37	1640	0
	1500	3.1290
	1370	4.5570
	1360	4.5818
	1320	4.8104
	1220	5.3990
	1150	6.1809
	1060	6.3182
	1020	6.8565
	960	7.4404
	810	7.6892

MODELE N°5

ΔP (inch eau)	N (r.p.m)	Masse (en gramme)
. 49	1900	0
	1780	3.2393
	1700	3.6926
	1620	4.5806
	1500	5.3043
	1420	6.2602
	1300	7.2561
	1200	8.3710
	1100	8.4786
	900	9.0783
	—	—

ΔP (Inch d'eau)	N (Tpm)	Masse (en grammes)
	1640	0
	1480	2.7322
	1400	3.2537
	1320	3.6771
	1220	4.1811
.54	1140	4.8840
	1020	5.2469
	780	5.4720
	740	5.7711
	530	5.9956
	385	6.5422

TABLEAUX DE RESULTATS
ET
COURBES

MODELE N°1

VITESSE DU VENT : 12.1776 m/s

NOMBRE DE REYNOLDS DANS LA CONDUITE PICTIVE : $2.4937 \cdot 10^5$

C_T	C_P	λ
$5.9457 \cdot 10^{-2}$	$5.8520 \cdot 10^{-2}$	.4921
$7.4681 \cdot 10^{-2}$	$6.7024 \cdot 10^{-2}$	.4675
$7.4197 \cdot 10^{-2}$	$6.6638 \cdot 10^{-2}$	.4491
$8.2177 \cdot 10^{-2}$	$7.0772 \cdot 10^{-2}$	.4306
$8.6395 \cdot 10^{-2}$	$7.3776 \cdot 10^{-2}$	.3691
$9.6387 \cdot 10^{-2}$	$6.7001 \cdot 10^{-2}$	.3476
0.1024	$6.3630 \cdot 10^{-2}$	.3107
0.1074	$6.3396 \cdot 10^{-2}$	.2953
0.1113	$6.3679 \cdot 10^{-2}$	.2860
0.1160	$6.2087 \cdot 10^{-2}$	.2676
0.1183	$5.3833 \cdot 10^{-2}$	.2276

MODELE N°2

VITESSE DU VENT : 12.1776 m/s ³⁴

NOMBRE DE REYNOLDS DANS LA CONDUITE "FICTIVE" : 2.493710⁵

C_T	C_P	λ
$2.3607 \cdot 10^{-2}$	$1.5442 \cdot 10^{-2}$	.3271
$5.7900 \cdot 10^{-2}$	$3.6894 \cdot 10^{-2}$	.3186
$6.6415 \cdot 10^{-2}$	$4.0448 \cdot 10^{-2}$	.3045
$7.4829 \cdot 10^{-2}$	$4.4306 \cdot 10^{-2}$	.2960
$8.2280 \cdot 10^{-2}$	$4.5934 \cdot 10^{-2}$	.2791
$8.8736 \cdot 10^{-2}$	$4.8538 \cdot 10^{-2}$	.2735
.1003	$5.0921 \cdot 10^{-2}$	.2538
.1028	$4.8690 \cdot 10^{-2}$	.2368
.1081	$4.4518 \cdot 10^{-2}$	.2058
.1132	$4.5948 \cdot 10^{-2}$	.2030
.1187	$4.3494 \cdot 10^{-2}$	.1833

MODELE N°3

VITESSE DU VENT : 12.1776³⁵ m/s

NOMBRE DE REYNOLDS DANS LA CONDUITE "FICTIVE" : 2.4937 10⁵

C_T	C_P	λ
$3.6489 \cdot 10^{-2}$	$5.0437 \cdot 10^{-2}$	.6911
$8.9815 \cdot 10^{-2}$	.1192	.6638
.1027	.1214	.5911
.1224	.1314	.5365
.1324	.1276	.4820
.1360	.1261	.4638
.1441	.1192	.4138
.1490	.1097	.3683
.1578	.1094	.3456
.1589	.1041	.3274
.1638	$8.6411 \cdot 10^{-2}$	.2637
.1722	$7.8313 \cdot 10^{-2}$	.2273
.1776	$7.3500 \cdot 10^{-2}$	.2069
.1868	$7.3028 \cdot 10^{-2}$	.1955
.1981	$6.0353 \cdot 10^{-2}$	.1523
—	—	—

Handwritten notes and stamps at the bottom right of the page, including a circular stamp and some illegible text.

MODELE N°4

VITESSE DU VENT : 10.0801 ³⁶/₅

NOMBRE DE REYNOLDS DANS LA CONDUITE FICTIVE : 2.0642 10⁵

C_T	C_P	λ
.0287	.0707	1.231
.0818	.1843	1.1254
.1061	.2181	1.0283
.1065	.2174	1.0208
.1104	.2187	.9908
.1204	.2204	.9156
.1336	.2307	.8632
.1360	.2164	.7956
.1451	.2222	.7656
.1550	.2234	.7206
.1592	.1936	.6080

MODELE N°5

VITESSE DU VENT : 11.6000³⁷ m/s

NOMBRE DE REYNOLDS DANS LA CONDUITE "FICTIVE" : 1.375410⁵

C_T	C_P	λ
.0265	.0593	1.1185
.0773	.1620	1.0479
.0844	.1689	1.0008
.0983	.1875	.9537
.1159	.2047	.8830
.1246	.2084	.8359
.1402	.2147	.7653
.1577	.2228	.7064
.1594	.2065	.6475
.1688	.1789	.5298
—	—	—

MODÈLE N°3 MODIFIÉ

VITESSE DU VENT : 12.1776³⁸ m/s

NOMBRE DE REYNOLDS DANS LA CONDUITE "FICTIVE" : 2.4937 10⁵

C_T	C_P	λ
.0365	.0544	1.0189
.0955	.1285	.9195
.1067	.1358	.8698
.1158	.1391	.8201
.1267	.1406	.7580
.1419	.1471	.7083
.1497	.1389	.6337
.1546	.1097	.4846
.1610	.1084	.4598
.1659	.0800	.2410
.1777	.0622	.1751

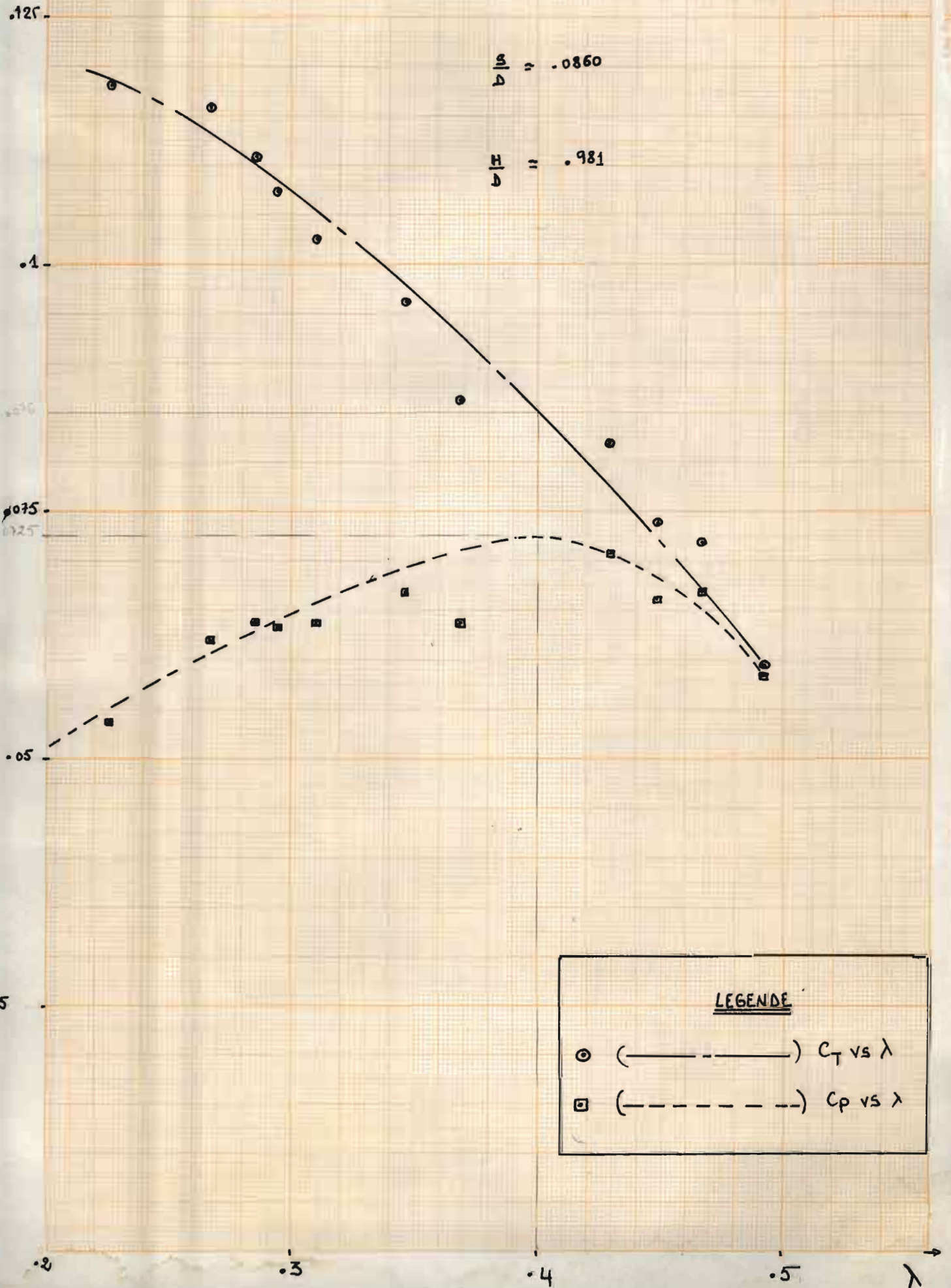
$C_T, C_p \uparrow$

COURBES DE C_T & C_p VS λ

MODELE N°1

$$\frac{S}{D} = .0860$$

$$\frac{H}{b} = .981$$



LEGENDE

- (—————) C_T vs λ
- (- - - - -) C_p vs λ

$C_T, C_p \uparrow$

COURBES DE C_T & C_p VS λ

MODELE N° 2

$\frac{s}{D} = .0827$

$\frac{H}{D} = 1.085$

.125-

.105-
.1-

.075-

.05-

.025-

.1

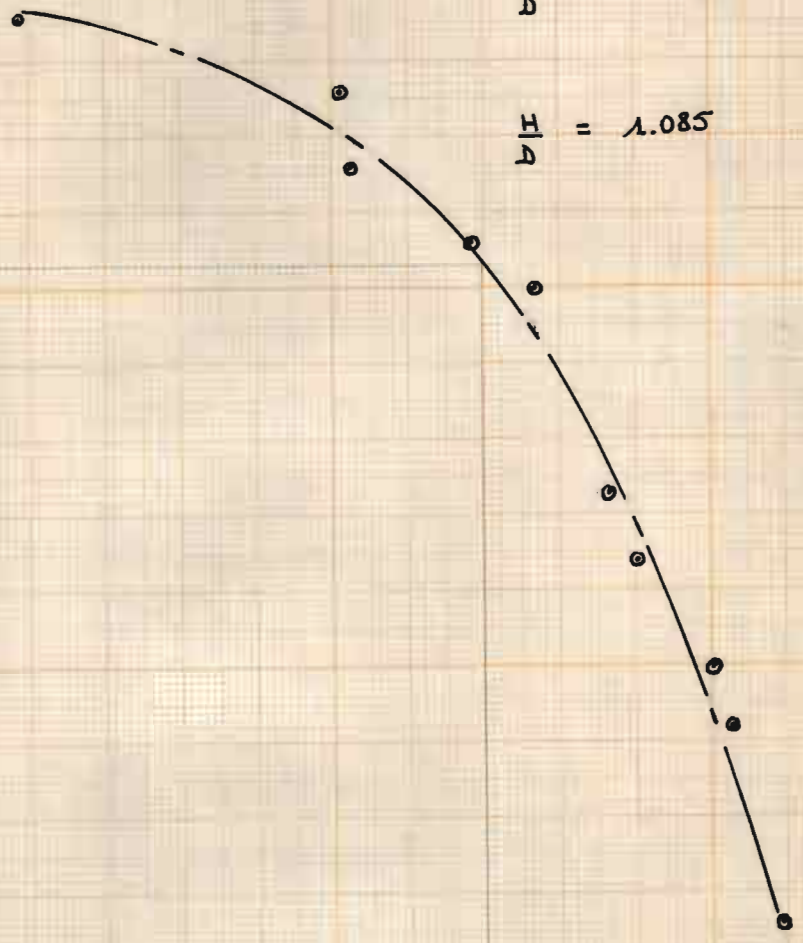
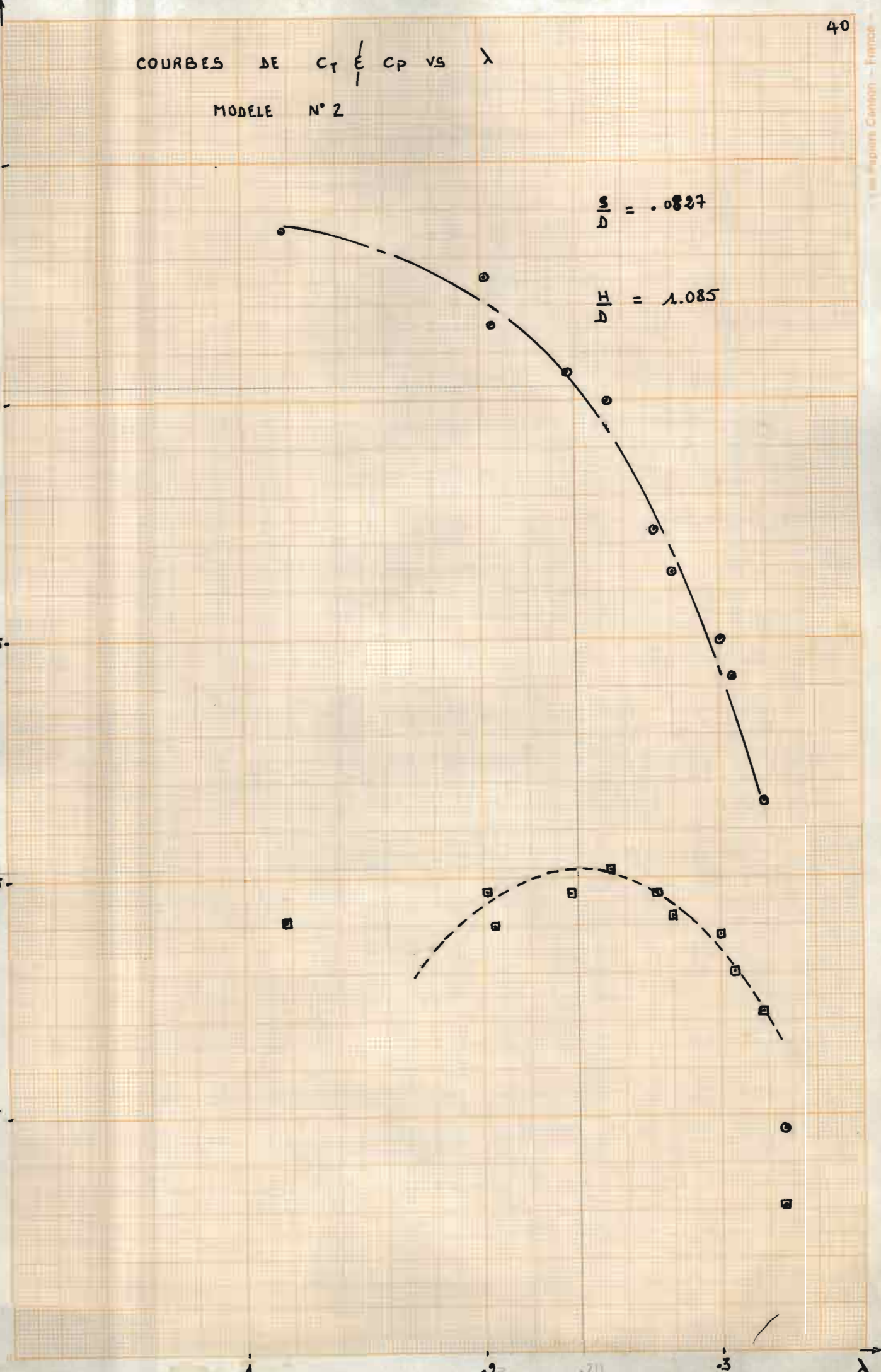
.2

.25

.3

λ

Les Éditions Clément - Frensch

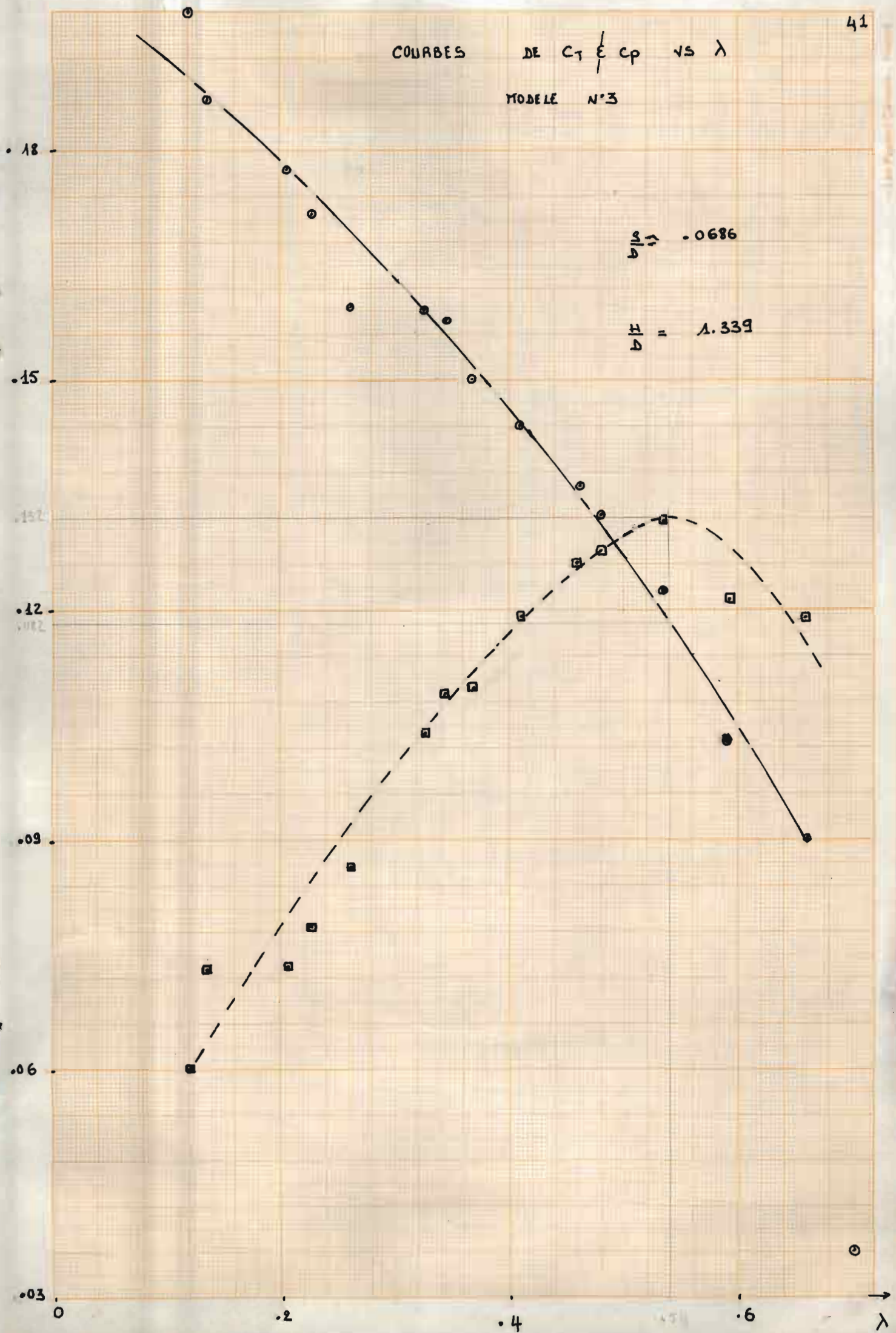


COURBES DE C_T & C_p VS λ

MODELE N°3

$\frac{H}{D} = 0.0686$

$\frac{H}{D} = 1.339$



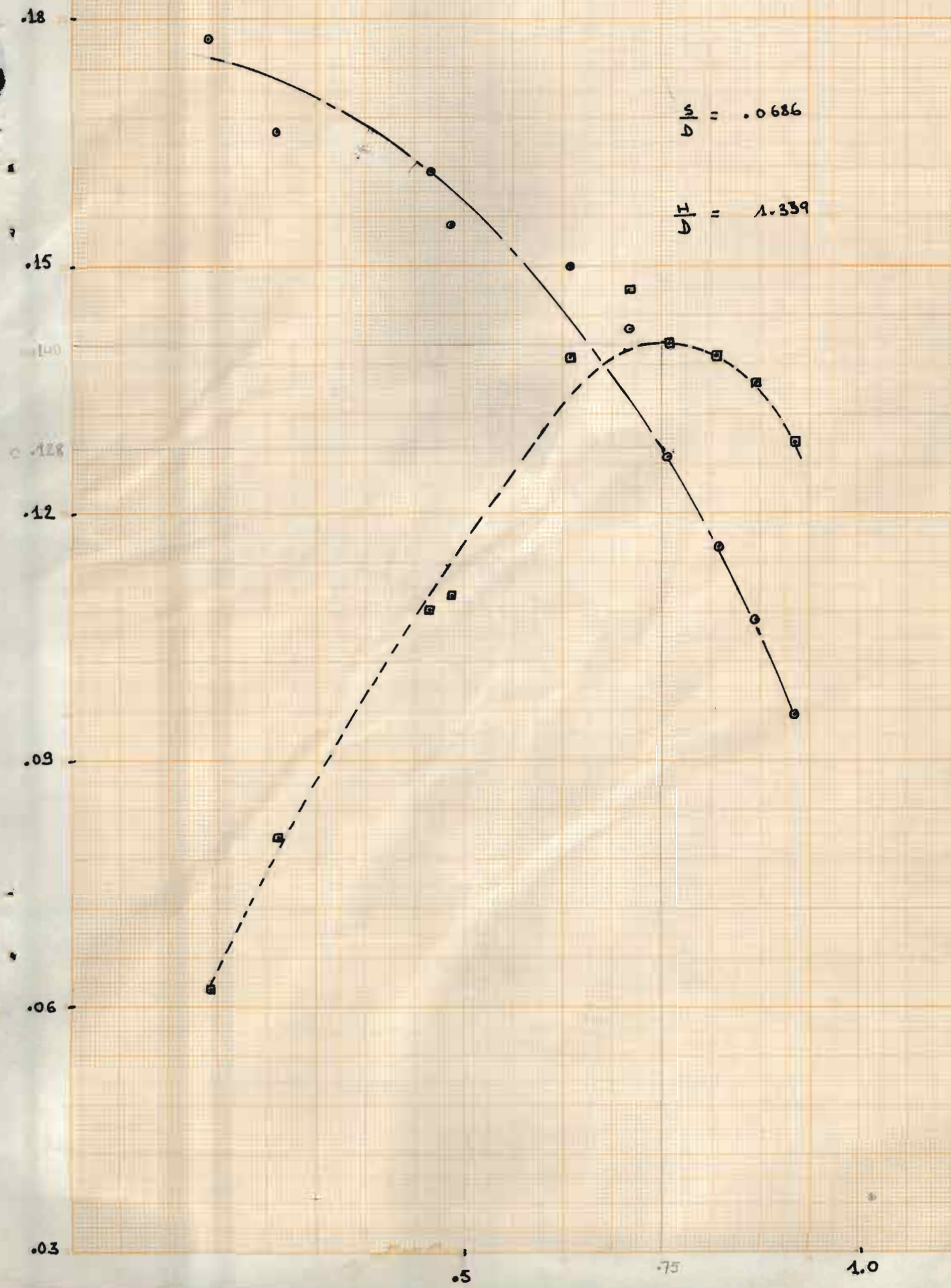
C_T, C_P ↑

COURBES DE C_T & C_P VS λ

MODELE N°3 MODIFIÉ (ou N°3')

$\frac{s}{D} = .0686$

$\frac{H}{D} = 1.339$



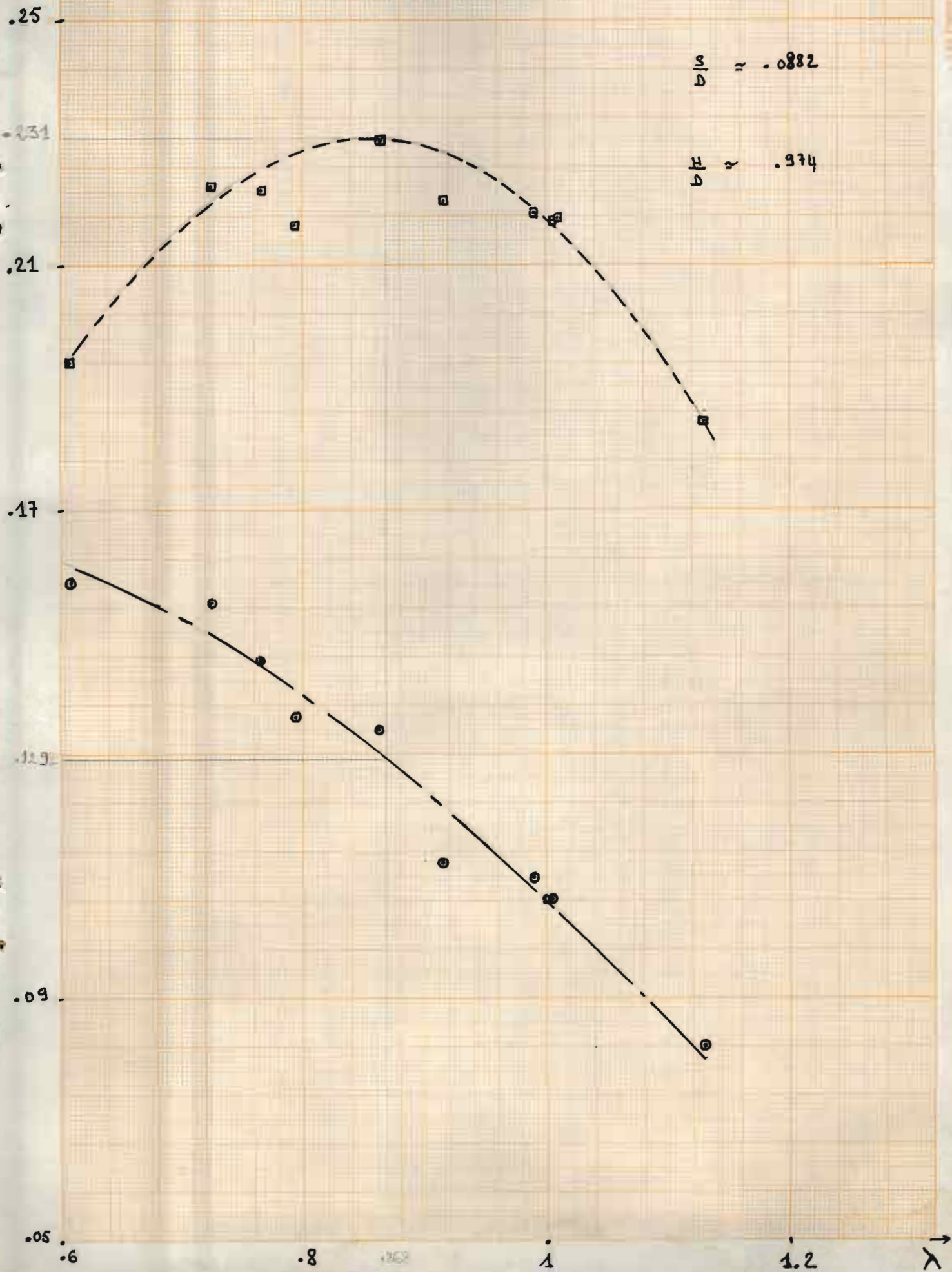
$C_T, C_P \uparrow$

COURBES DE C_T & C_P VS λ

MODELE N°4

$\frac{b}{D} = .0882$

$\frac{H}{b} = .974$



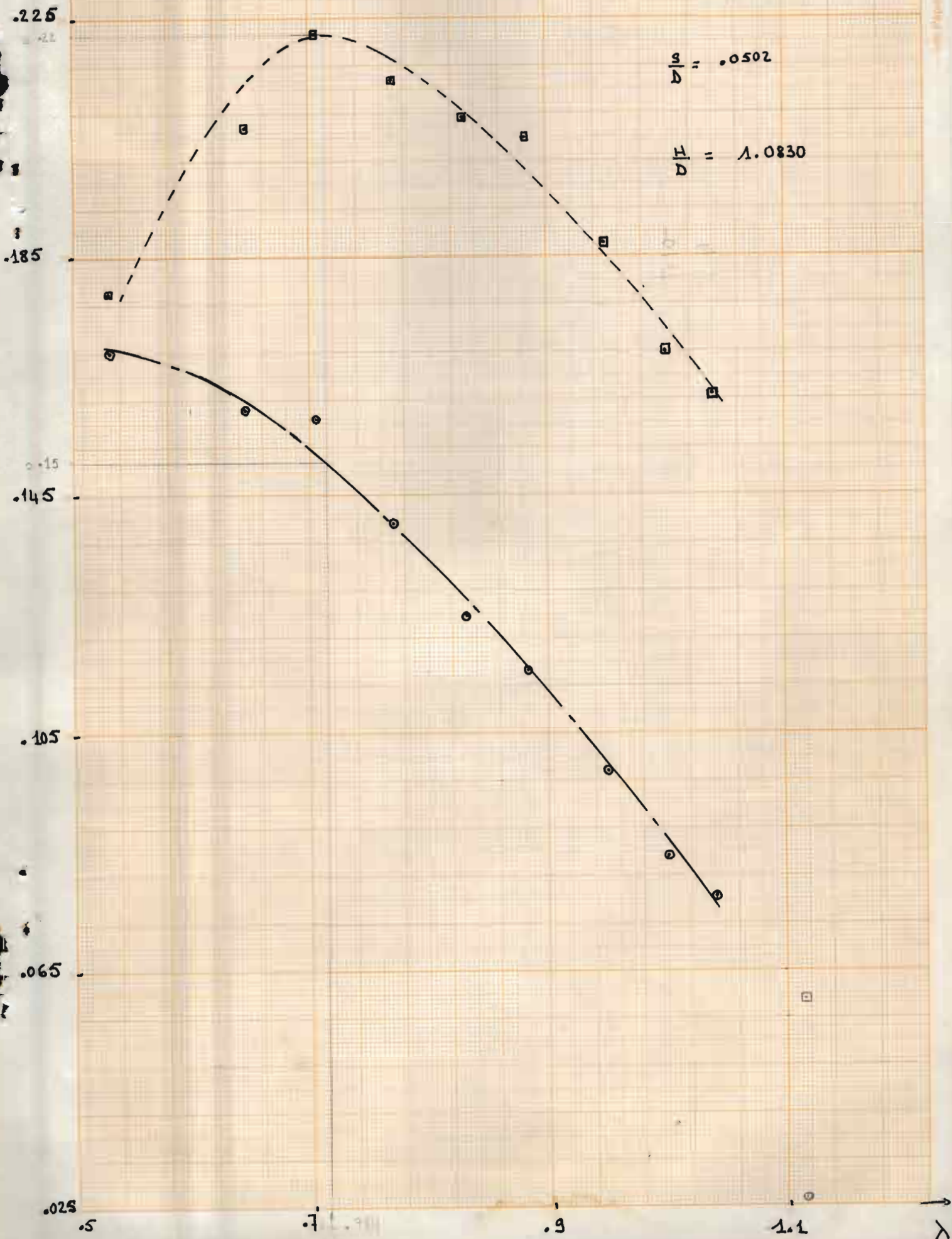
$C_T, C_P \uparrow$

COURBES DE C_T & C_P VS λ

MODELE N°5

$\frac{s}{D} = .0502$

$\frac{H}{D} = 1.0830$



references

bibliographiques

- [1] Par D. V NGUYEN Mesures comparatives de la performance de quelques roues Savonius modifiées au moyen d'un greffage
- [2] Alassane SARR Projet de fin d'étude 1999
étude de la performance d'une roue SAVONIUS dans une veine fermée avec diverses valeurs de l'écart central
- [3] Dally & Harleman Addison Wesley Fluid dynamics
Chapitre 16 page 421
- [4] Association de professeurs Mc Graw - Hill Hand book of fluid dynamics
page 3.12, 3.15, 3.16