

MARINE d'AUJOURD'HUI

REVUE TECHNIQUE

de l'École Nationale de la Marine Marchande
du Havre

et

BULLETIN DE LIAISON
des Élèves



N° 4 - Mai 1967

Prix : 5 Francs

MARINE d'AUJOURD'HUI

REVUE TECHNIQUE

de l'École Nationale de la Marine Marchande
du Havre

et

BULLETIN DE LIAISON
des Élèves



N° 4 - Mai 1967

Prix : 5 Francs

REVUE TECHNIQUE

de l'École Nationale de la Marine Marchande
du Havre

Des lumières d'une "nuit" à celles des Étoiles

Sans la lumière qui frappe ou quitte sans trêve la matière disséminée dans l'Espace, tissant à travers le Monde une immense et subtile toile, il nous serait malaisé, sinon impossible, de connaître quoi que ce soit du Cosmos.

La lumière ne nous permet pas seulement la perception des objets extérieurs, des formes et des couleurs. Elle est également l'irremplaçable révélatrice de la vie intime aussi bien des atomes que des Étoiles.

Nous savons que la lumière se propage à la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde et cependant celle que nous recevons d'innombrables corps célestes met pour nous parvenir des centaines de millions d'années. Cette inlassable Messagère nous transmet l'aspect qu'ils présentaient à une époque où l'humanité n'existait pas.

Ainsi, nous observons cette étoile, et elle nous apparaît comme elle était il y a cent siècles !

La lumière a quitté l'étoile bien avant l'époque des Pyramides d'Égypte. La civilisation égyptienne, puis celle des Grecs et celle des Romains ont fleuri et disparu.

La lumière était en route vers nous et voilà qu'elle nous parvient ce soir pour nous dévoiler l'image de cet astre qui, peut-être, n'est plus.

La distance, comme la durée, place les événements et les hommes dans une nouvelle perspective et nous les fait voir, comme nous voyons les Étoiles dans le scintillement des années de lumière, au centre d'un présent qui se crée avec du passé.

C'est bien en regardant vers le passé que le présent est connu et que l'avenir s'éclaire.

Car l'Homme est toujours le même, avec ses vertus et ses faiblesses. Et c'est cette immuabilité de la nature humaine qui donne toutes leurs valeurs aux enseignements de l'Histoire. Ils nous montrent que l'Homme n'a d'équilibre que dynamique et doit toujours faire effort pour monter s'il ne veut pas déchoir.

R. HERVIEU,

(Extrait de la plaquette éditée
par les Elèves à l'occasion du Bal
de l'E.N.M.M., le 15 avril 1967)

LES PRINCIPES DE LA RÉGULATION AUTOMATIQUE

(COURS PROFESSÉ AUX C.L.C.)

CHAPITRE V

COMPENSATION DES SYSTEMES ASSERVIS

Les régulateurs à action proportionnelle présentent un premier défaut : l'erreur de statisme. Dans certaines applications, ce manque de précision peut être gênant. On cherche alors à augmenter le gain, mais un deuxième défaut apparaît : la tendance au pompage (dilemme stabilité - précision).

Nous allons étudier comment on peut corriger ces deux défauts, en introduisant une action intégrale (AI) pour annuler l'erreur de statisme et une action dérivée (AD) pour améliorer la stabilité et augmenter l'amortissement.

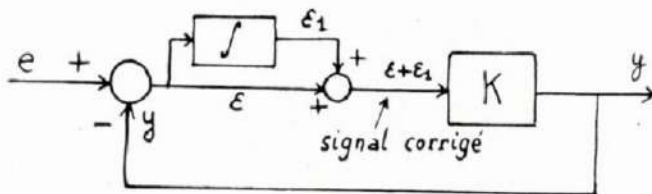


Fig. 20
Compensation par action intégrale

I. — PREMIERE PARTIE COMPENSATION PAR ACTION INTEGRALE (AI)

(appelée aussi : réglage flottant à vitesse variable)

On ajoute dans la chaîne un élément à action intégrale qui introduit un signal de correction ε_1 proportionnel à l'intégrale de l'écart

$$\varepsilon_1 = K_i \int \varepsilon dt$$

L'existence d'AI supprime tout écart permanent : en effet, si un tel écart ε existait, le signal de correction serait $\varepsilon_1 = K_i \varepsilon t$. Il augmenterait sans cesse, donc y aussi. Ainsi, la sortie y , qui était légèrement inférieure à e à cause de l'erreur de statisme ε , doit augmenter jusqu'à ce qu'elle ait atteint la valeur e . A ce moment-là, le système se stabilise, car $\varepsilon = 0$, donc ε_1 et y cessent d'augmenter.

On peut dire aussi que le gain statique d'une action intégrale étant infini, l'écart $\varepsilon = \frac{e}{1 + K}$ est nul.

Remarque. — La compensation par action intégrale s'appelle aussi compensation par retard de

phase, car on a vu que les éléments à AI introduisaient en régime harmonique un déphasage AR, qui s'ajoute au retard propre de la chaîne.

1° Réalisation de la compensation par action intégrale

Dans la pratique, aucune sortie ne devient infinie, à cause des saturations, des fins de course, du temps nécessaire, etc... D'ailleurs, il n'est pas tout à fait nécessaire qu'il en soit ainsi, le but recherché étant seulement de pouvoir utiliser un gain statique élevé sans compromettre la stabilité.

On pourra donc se contenter d'éléments dont l'action, sans être intégrale pure, s'en rapproche suffisamment pour l'amélioration que l'on veut obtenir.

Action intégrale seule : l'AI s'emploie rarement seule, car, ne réagissant pas aux variations rapides, elle est incapable de lutter contre des perturbations de faible durée et d'empêcher un dépassement important.

Nota. — Se rappeler, en considérant une entrée sinusoïdale $\varepsilon = E \sin \omega t$ que l'AI seule

$$y = K_i \int \varepsilon dt = K_i \frac{E}{\omega} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

étouffe les HF (ω au dénominateur) et amplifie les BF.

Action proportionnelle et intégrale AP + AI

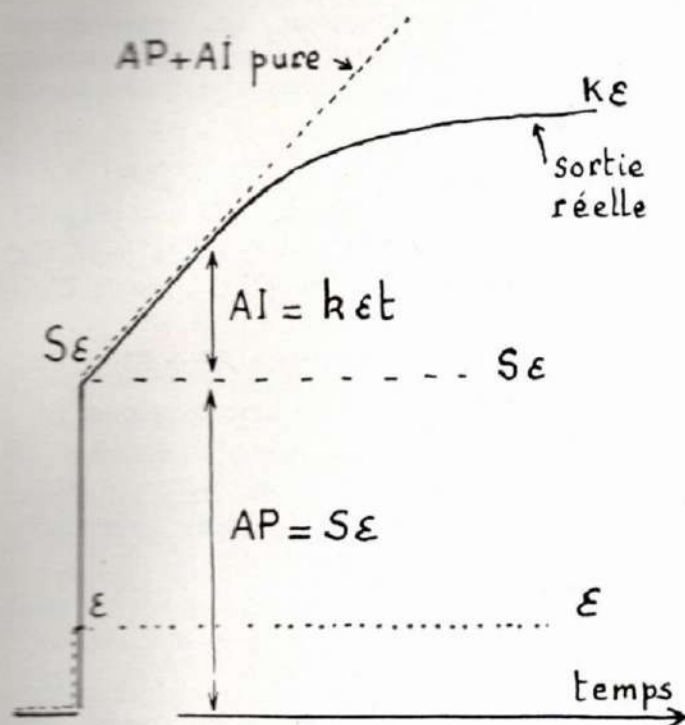
L'action intégrale est utilisée d'habitude pour corriger un élément à action proportionnelle de son manque de précision (écart permanent). Elle se superpose donc à l'AP, selon le schéma de la figure 20, et l'action résultante est :

$$y = AP + AI = S\varepsilon + K_i \int \varepsilon dt$$

S s'appelle sensibilité proportionnelle (elle diffère ici du gain statique). En pratique, on ne trouvera pas d'éléments fournissant, outre l'AP, une AI pure, c'est-à-dire de la forme $k \int \varepsilon dt$ exactement. On pourra toutefois reconnaître sans calculs leur effet intégrateur en comparant leur courbe de réponse à la réponse idéale de AP + AI.

Par exemple, il suffira qu'un élément ait les caractéristiques ci-après. Sur la figure de gauche, on voit que l'action est proportionnelle avec le gain S pour les variations brusques, et qu'elle est aussi proportionnelle, mais avec le gain $K > S$ pour le régime permanent.

On le voit aussi sur le diagramme de Nyquist,



lequel montre en outre le retard qu'introduit un tel élément pour les fréquences intermédiaires.

Ainsi, le gain S en HF est assez faible pour que le lieu de transfert de l'ensemble de la chaîne d'action ne passe pas trop près du point critique. Après le régime transitoire, le gain augmente ensuite progressivement jusqu'à la valeur K , suffisamment élevée pour assurer une bonne précision (écart permanent faible).

Le schéma de la figure 20 (amplificateur attaqué par $\varepsilon + \varepsilon_1$) est rarement utilisé. Toutefois, à titre d'exemple, montrons comment on pourrait l'obtenir :

Les éléments intégrateurs habituellement utilisés, soit dans le matériel pneumatique, soit dans l'appareillage électronique, fonctionnent suivant le même principe :

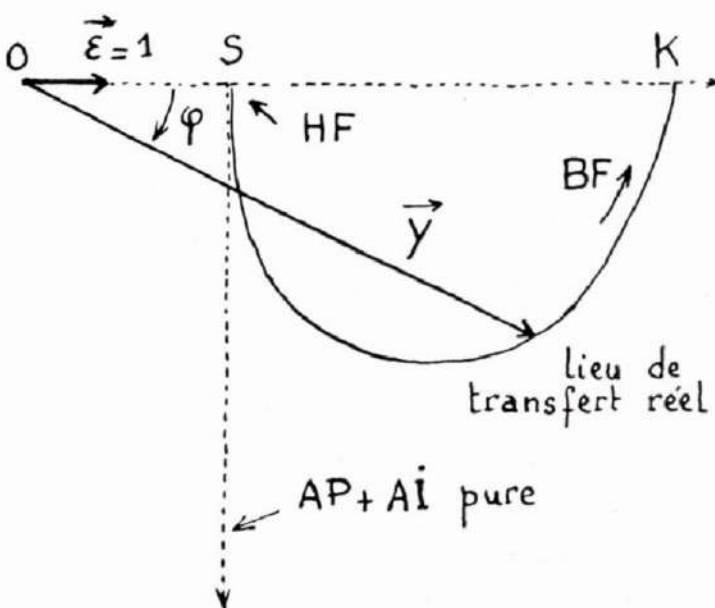
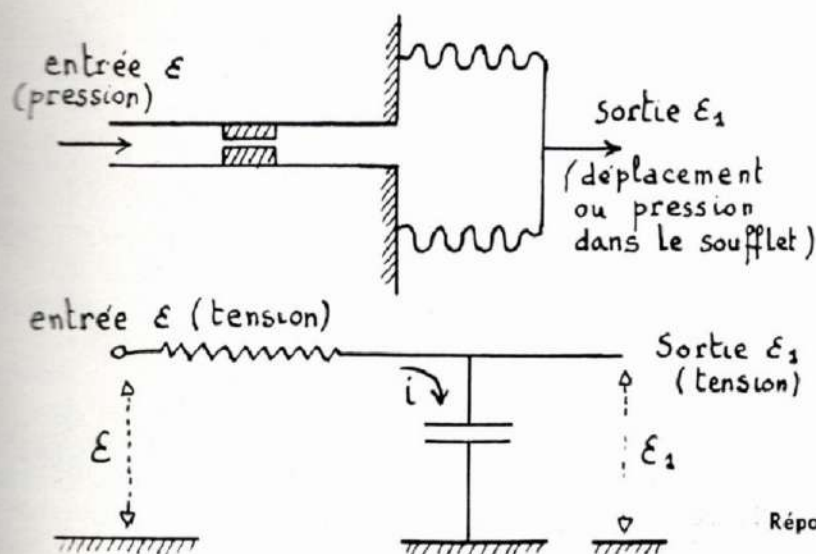


Fig. 21

Réponse à un échelon, et réponse en fréquence, figurée par le lieu de transfert sur le diagramme de Nyquist

Examinons par exemple leur réponse à une entrée ε en échelon. La pression ε étant appliquée brusquement, l'air pénètre progressivement dans le soufflet, freiné par la restriction. La pression dans le soufflet augmente donc progressivement et atteint asymptotiquement la pression d'entrée ε .

De même, croissance exponentielle de la tension du condensateur jusqu'à la tension d'entrée ε , atteinte en fin de charge. On reconnaît donc bien la réponse caractéristique d'un élément à action proportionnelle et intégrale, lorsqu'on ajoute ε et ε_1 .

2° Réalisation pratique de $AP + AI$: réseau correcteur dans le circuit de réaction de l'amplificateur

L'effet de l'action intégrale pure, pour une entrée constante, est de faire augmenter la sortie

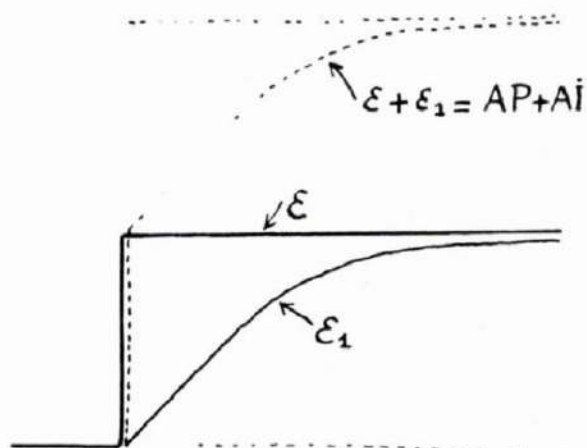


Fig. 22

Réponse d'un élément intégrateur pneumatique ou électrique à une entrée en échelon (courbe en trait plein)

indéfiniment. Au lieu d'agir sur le signal lui-même en lui superposant à l'entrée son intégrale, il revient au même d'agir sur le gain de l'amplificateur en le faisant augmenter indéfiniment à partir de la valeur initiale S , dès qu'un signal est appliqué.

Or, il est facile d'agir sur le gain des amplificateurs à réaction : il suffit d'agir sur le taux de réaction. Prenons par exemple le cas d'un amplificateur électronique : on introduit le réseau RC dans le circuit de réaction. C'est la tension du condensateur que l'on appliquera en réaction à l'entrée. Comme cette tension n'apparaît que progressivement (action retardée) on obtient une variation continue du taux de réaction, et donc du gain global de l'amplificateur.

AP + AI s'obtient d'habitude par réaction positive retardée

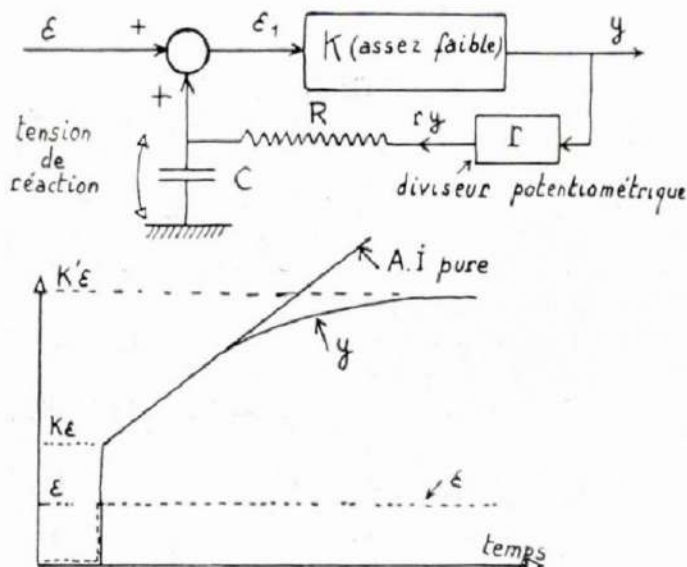


Fig. 23

Action intégrale par réaction positive retardée (+ AP)

Appliquons brusquement la tension ε . La sortie y prend instantanément la valeur $S\varepsilon$. Sous l'effet de cette tension $S\varepsilon$, la charge du condensateur C à travers R commence, et la tension du condensateur, reportée à l'entrée en réaction positive fait augmenter le gain progressivement, donc aussi la sortie.

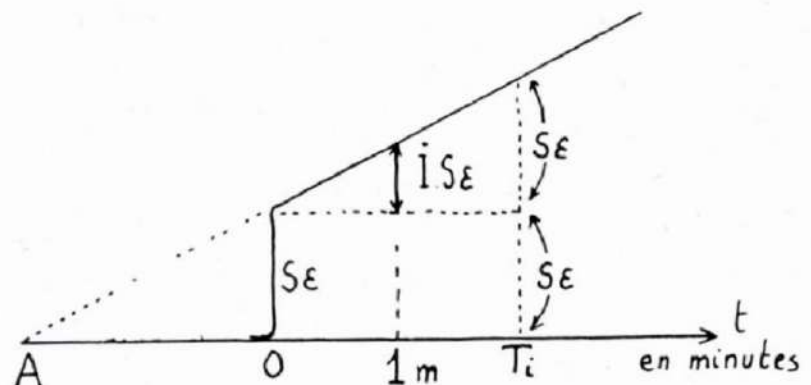
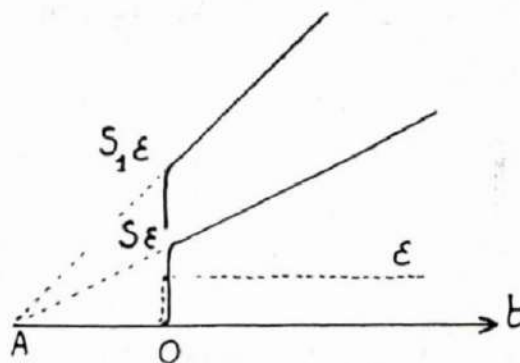


Fig. 24
AP + AI : définitions

Lorsque le condensateur est complètement chargé, sa tension s'est stabilisée à la valeur $r y$, donc le gain global se stabilise à la valeur élevée

$$K' = \frac{S}{1 - rS}$$

(voir chapitre précédent, revue M. d'A n° 3 page 23).

Au bout de quelques constantes de temps RC la sortie a donc augmenté depuis $S\varepsilon$ jusqu'à $K'\varepsilon$.

3° Définitions relatives au mode AP + AI

Ce mode d'action a deux caractéristiques :

1. S = sensibilité proportionnelle initiale ;
2. pente de l'action intégrale. Dans le schéma de la figure 20 et en changeant un peu les notations (I au lieu de K_i , et S au lieu de gain K) on a :

$$\varepsilon + \varepsilon_1 = \varepsilon + I \int \varepsilon dt$$

$$y = S (\varepsilon + I \int \varepsilon dt) = S\varepsilon + SI \int \varepsilon dt$$

On voit que le réglage de sensibilité proportionnelle agit aussi sur la pente de l'action intégrale. Il en est de même lorsque l'AI est réalisée dans le circuit de réaction de l'amplificateur lui-même, car c'est alors la sortie $S\varepsilon$ que l'on intègre.

En particulier, si on fait varier S , toutes les droites d'AI pour une réponse à un même échelon ε passent par le même point A.

— Pour ε constant, on peut écrire

$$y = S\varepsilon + SI\varepsilon t \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{dans } SI\varepsilon t, S\varepsilon \text{ est homogène à } y, \\ \text{donc le produit } I \times t \text{ est sans dimension,} \end{array} \right.$$

I représente l'inverse d'un temps. On pose $I = \frac{1}{T_i}$

I = constante d'intégration = vitesse d'action caractérise la pente de l'AI.

T_i = constante de temps d'intégration, généralement exprimée en minutes.

$$\text{On a donc aussi } y = S\varepsilon + S\varepsilon \frac{t}{T_i}$$

— Pour $t = 1$ mn, l'AI vaut $I.S_\varepsilon = I$ fois la réponse proportionnelle initiale. Donc I s'exprime en nombre de répétitions par minute.

— Pour $t = T_i$, l'AI vaut S_ε , reproduisant une fois la réponse proportionnelle initiale. Donc T_i est le nombre de minutes par répétition.

Sur l'exemple de la figure,

$$T_i = 2 \text{ minutes}$$

$$I = 0,5 \text{ répétitions/mn}$$

4° Explication qualitative de l'action P + I

Ce mode d'action est employé intuitivement par les opérateurs dans les installations non automatiques. En cas de perturbation brusque, l'opérateur réagit immédiatement, de façon proportionnelle à la perturbation. Puis, constatant un écart résiduel, il poursuit son action, par retouches successives jusqu'à ce que tout écart soit annulé. Or si on considère seulement son action moyenne, on peut constater que cette action résiduelle a une vitesse moyenne, qui est d'autant plus lente que l'écart résiduel est plus petit. Donc, la vitesse d'action est proportionnelle à l'écart. Cette vitesse d'action peut se représenter par dy/dt

$$\frac{dy}{dt} = K_1 \varepsilon \rightarrow y = K_1 \int \varepsilon dt$$

C'est donc bien une action intégrale qui suit l'AP.

II. — DEUXIEME PARTIE

COMPENSATION PAR ACTION DÉRIVÉE (AD)

Ce type de correction a pour but d'améliorer la stabilité en augmentant l'amortissement du régime transitoire.

On superpose au signal d'erreur ε un signal de correction ε_2 proportionnel à la dérivée de l'écart :

$$\varepsilon_2 = K_2 \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Ce mode d'action s'appelle aussi : compensation par avance de phase car on sait qu'en régime harmonique, un élément à AD introduit une avance de phase. Cette avance compense le retard de la chaîne. Le retard de phase total est diminué, et la stabilité est améliorée, puisque ce sont les retards qui sont cause d'instabilité.

On peut comprendre autrement l'action stabilisatrice de l'AD :

— Considérons une oscillation du régime transitoire

En A, l'écart est nul, mais il est en train d'augmenter rapidement. Un opérateur intelligent sait qu'une embardée ne va pas manquer de se produire et qu'une action proportionnelle ne suffit pas pour la prévenir.

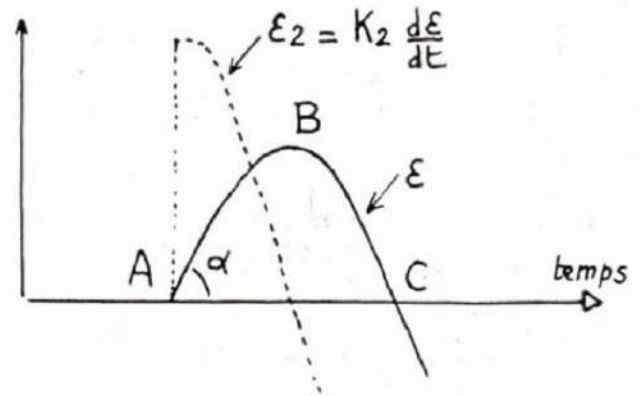


Fig. 25
Action dérivée

Car en A, il ne faut pas une action nulle comme l'est l'AP, mais une action d'autant plus grande que l'écart est en train de varier plus rapidement. Donc une action proportionnelle à la dérivée de l'écart.

On peut dire aussi que pour des oscillations lentes, de l'entrée, le système a le temps de suivre, avec une AP seule, et l'écart reste toujours faible. Mais si l'entrée varie plus rapidement, l'écart atteint une valeur maximum plus grande. Il faut donc prévoir une contre-action plus forte au moment où l'écart commence à se produire (en A). Donc contre-action proportionnelle à la rapidité des variations, donc à leur dérivée.

Ainsi, l'homme de barre qui « rencontre » exerce une action par dérivation. On comprend qu'une telle action amortisse rapidement les oscillations et augmente la stabilité.

L'AD prévoit l'embardée qui va se produire. Elle anticipe (piloter tôt pour piloter peu). Ce point de vue rejoint donc celui d'avance de phase.

En réalité, l'action dérivée ne peut pas s'employer seule, puisqu'elle n'agit pas en régime permanent. Elle ne transmet pas les actions continues telles que la valeur de consigne. Elle tolérerait donc un écart important pourvu qu'il soit constant. Pour éviter cet inconvénient, on utilise la combinaison AP + AD.

1° Réalisation de la combinaison AP + AD

Première méthode :

Action Dérivée par entrée avancée

On interpose dans la chaîne, avant l'amplificateur, un élément à action dérivée, c'est-à-dire un système introduisant une avance de phase (d'où le nom d'entrée avancée).

Exemple électrique : Condensateur de liaison et résistance. En régime harmonique, C absorbe une intensité en avance sur sa tension aux bornes v. La résistance R sert uniquement à mettre en évidence l'intensité i par la chute Ri. Si nous négligeons pour le moment cette chute Ri, la tension v du condensateur est égale à la tension d'entrée ε.

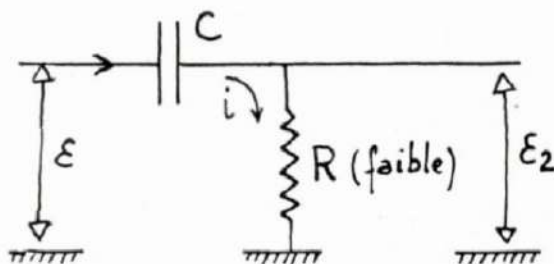


Fig. 26

Action dérivée par un circuit électrique

$$i = \frac{dq}{dt} \rightarrow q = C \varepsilon \rightarrow i = C \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$\rightarrow Ri = \varepsilon_2 = RC \frac{d\varepsilon}{dt}$$

L'inconvénient de ce réseau est qu'il ne laisse pas passer les tensions continues. Il supprime toute action proportionnelle s'il est utilisé en série dans la chaîne.

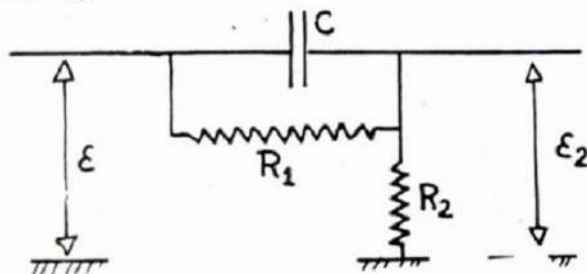


Fig. 27

AP + AD par entrée avancée

Pour permettre la transmission des actions continues, il suffit de shunter le condensateur par une résistance R_1 . Un tel réseau transmet intégralement les HF (qui passent par C) avec un gain $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$

$G = 1$, et il réduit les BF dans le rapport $\frac{R_2}{R_1 + R_2}$ car R_1 et R_2 constituent un diviseur potentiométrique pour les courants continus. Ce réseau n'introduit une avance de phase que pour les fréquences intermédiaires. On obtient bien AP + AD.

Deuxième méthode :

AP + AD par réaction négative retardée

La réaction négative réduit le gain statique à la valeur $K' = \frac{1}{r}$.

Mais la tension de réaction n'apparaît que progressivement aux bornes de C. Donc le gain de l'amplificateur n'est pas réduit tout de suite (en cas d'entrée en échelon).

Le gain diminue exponentiellement de K à $1/r$ au bout de quelques constantes de temps.

L'amplificateur présente donc le K en HF et le gain $1/r$ en BF.

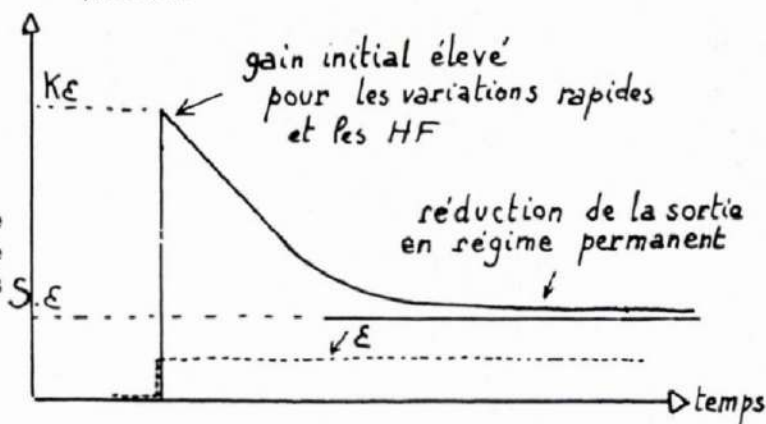
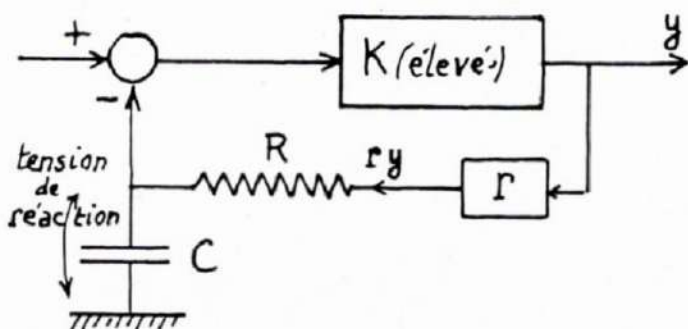


Fig. 28

AP + AD par réaction négative retardée

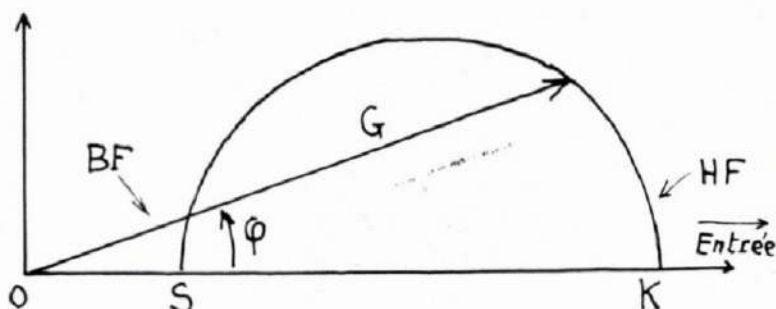


Fig. 28 (suite)
Lieu de transfert

La figure 28 représente la réponse caractéristique d'une action P + D à une entrée en échelon. On retrouve donc bien le même comportement qu'avec le réseau précédent.

On peut s'étonner d'obtenir une action dérivée en utilisant un réseau intégrateur dans le circuit de réaction. Un terme correcteur de la forme $\varepsilon_2 = K_2 \frac{d\varepsilon}{dt}$ est difficile à faire apparaître sans

faire l'analyse mathématique complète du système, d'autant plus d'ailleurs que cette AD n'est pas pure. Notamment, y ne devient pas infinie pour une entrée en échelon (pour laquelle $d\varepsilon/dt$ est infinie au début).

Il vaut mieux se contenter de déceler l'action dérivée par ses effets :

1. valeur élevée du gain pour les variations brusques, rapides, donc d'une façon générale pour les hautes fréquences ;

2. avance de phase produite par la réaction négative retardée, car le circuit intégrateur, alimenté par la tension y , fournit aux bornes de C une tension de réaction v en retard sur y (raisonner en régime harmonique). Mais comme on reporte $-v$ à l'entrée, c'est finalement un signal en avance sur la sortie qu'on injecte à l'entrée.

Toutes ces propriétés de l'AP + AD ainsi obtenue sont résumées sur le lieu de transfert (gain et déphasage entrée/sortie en fonction de la fréquence).

Ici encore, nous avons raisonné sur un amplificateur électrique, mais l'action dérivée par réaction négative retardée se réalise suivant le même principe dans les amplificateurs pneumatiques : le système buse-palette est transformé en amplificateur proportionnel par contre-réaction. Celle-ci est réalisée par un soufflet de réaction négative sur la palette. La capacité de ce soufflet joue le rôle de condensateur C . La réaction négative est retardée par une restriction qui joue le rôle de résistance.

Remarque : dans l'hypothèse d'une AD pure superposée à l'AP, la sortie est de la forme

$$y = S \varepsilon + K_2 \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Ici encore, lorsque l'AD est obtenue dans le même étage amplificateur que l'AP, elle contient en facteur la sensibilité proportionnelle S . Donc

$$y = S \varepsilon + S.D \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Le produit $S.d\varepsilon$ est homogène à y . Donc D est homogène à un temps. On pose $D = Td = \text{constante de temps de dérivation}$ (exprimée en minutes).

Le temps D se met en évidence si, au lieu d'envisager une entrée en échelon comme précédemment, on considère une entrée augmentant à vitesse constante $\varepsilon = at$ d'où $y = S a(t + D)$.

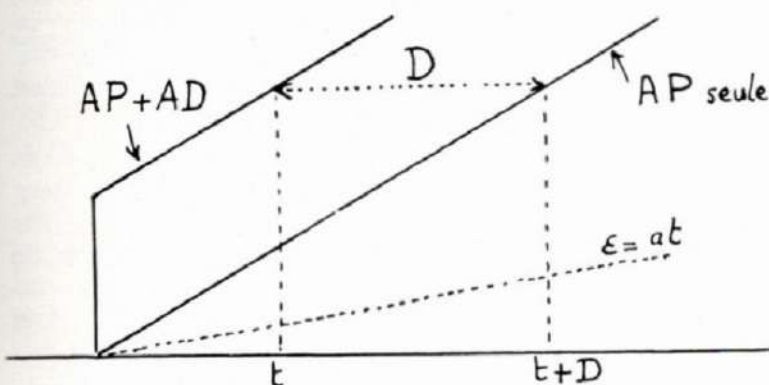


Fig. 29
AP + AD - Définition de D

On en déduit que l'AP + AD a la valeur y ci-dessus au temps t , alors que l'AP seule $y_1 = S at$ n'atteindrait la même valeur qu'au bout du temps $t + D$. Donc, D représente l'avance produite par l'AD par rapport à l'AP seule.

Remarque sur l'action dérivée pour $\varepsilon = E \sin \omega t$,

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \omega E \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}), \text{ dont l'amplitude est}$$

proportionnelle à ω , donc à la fréquence. Ainsi, l'AD augmente le gain pour les fréquences élevées. On pourrait penser que cela va rapprocher le lieu de transfert du point critique, donc compromettre la stabilité. Cela est en contradiction avec ce que l'on sait déjà de l'AD.

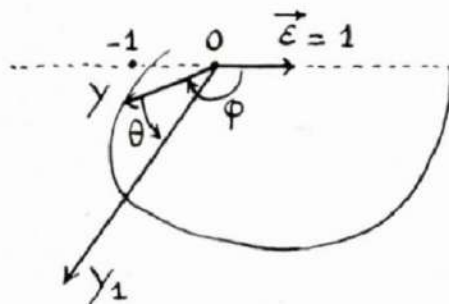


Fig. 30
Représentation de la compensation par avance de phase sur le diagramme de Nyquist

En réalité, il ne faut pas oublier que l'AD s'accompagne d'une avance de phase θ , qui compense les retards de la chaîne d'action (ϕ). Le

vecteur $\vec{Y}$, représentant une sortie sinusoïdale, devient $\vec{Y}_1$. On a bien $Y_1 > y$, mais ce vecteur, en tournant de θ vers l'A, s'est éloigné du point critique d'où stabilisation.

Cela traduit le fait que pour être efficace, une action stabilisatrice doit satisfaire à deux conditions :

1. une condition d'amplitude : il faut que l'action soit assez forte en HF pour lutter contre les variations brusques ;
2. une condition de phase : il faut surtout que l'action stabilisatrice se produise au bon moment, pour arriver à contre-temps avec les perturbations.

III. — TROISIEME PARTIE : COMBINAISON AP + AI + AD (régulateurs tri-action)

La compensation des systèmes asservis permet de sortir du dilemme stabilité-précision. On remarque que les deux actions I et D agissent en sens inverse : l'AI intègre et retarde. L'AD dérive et avance. L'AI laisse passer les BF et étouffe les HF, au contraire l'AD laisse passer les HF et arrête les BF.

Cependant, ces deux modes d'action ne s'excluent pas mutuellement, car l'AD agit pendant les périodes transitoires (et pas l'AI) tandis que l'AI agit en régime permanent (et pas l'AD).

L'action dérivée est nécessaire en cas de variations brusques, pour amortir les oscillations et réduire le dépassement. L'action intégrale n'inter-

vient que pour les actions lentes, pour réduire l'écart permanent.

L'idéal est donc d'utiliser la combinaison P, I, D qui réunit tous les avantages. La sortie y a alors pour expression :

$$y = S \varepsilon + S I \int \varepsilon dt + S D \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Inconvénient des régulateurs P I D = matériel plus complexe, plus coûteux. Plus grande difficulté de mise au point pour obtenir un réglage optimal des paramètres S, I, D (lesquels réagissent souvent l'un sur l'autre). Dans beaucoup d'applications, on se contente de AP + AI ou de AP + AD.

1° AP + AD

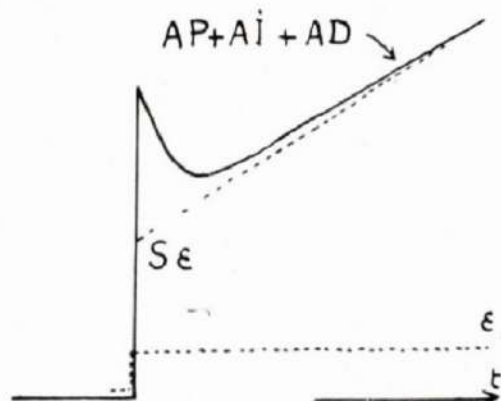


Fig. 31

Réponse à un échelon d'un régulateur à trois actions

Permet d'utiliser une sensibilité proportionnelle S élevée, sans compromettre la stabilité. Or, S élevé combiné à AD contribue à réduire le dépassement, ainsi que l'écart permanent. De ce point de vue, l'AI devient alors souvent inutile. Donc choisir AP + AD lorsque les variations d'écart risquent d'être rapides, ou même brutales.

Nota. — Une AD pure ne serait pas souhaitable, car elle donnerait un gain trop élevé en HF, donc amplifierait les vibrations et les parasites d'une façon intempestive → AD pure = bruit de fond. Pour pallier cet inconvénient, on prévoit quelquefois un dispositif rendant l'AD inopérante pour des signaux de faible amplitude, même s'ils sont très rapides. Une solution plus simple consiste à limiter le gain aux fréquences élevées, ce qui évite l'amplification du bruit de fond.

2° AP + AI

Ce mode se caractérise par l'absence d'écart permanent, mais par un écart maximal notable (dépassement). Le temps de stabilisation est assez long. Ce mode est donc à éviter dans les processus à accumulation d'énergie ou à grande constante de temps (régulation de niveau dans un réservoir, régulation de température d'un four). Une AI trop forte donnerait une tendance à l'instabilité.

3° Action dérivée séparée

La réalisation de l'AD dans le même étage que l'AP et l'AI présente des inconvénients :

1° Il peut se produire des écarts très brusques et très importants si un opérateur change trop rapidement la valeur de consigne, ainsi que lors du passage brusque de « Manuel » sur « Automatique ». L'AD, en dérivant un écart aussi brusque, fournit un signal très grand et le régulateur envoie une impulsion très brutale aux organes mécaniques de la chaîne d'action.

2° En cas d'interruption prolongée, ou encore lors du démarrage direct de l'installation en « Automatique », l'écart garde longtemps une valeur élevée. L'AI, en intégrant cet écart, fournit un signal tellement grand que l'amplificateur est porté à saturation.

Par exemple, la palette d'un amplificateur pneumatique est poussée complètement au contact de la buse, fournissant une pression de sortie maximum et constante. Dans ces conditions, l'AD ne peut fournir aucun signal, car, située dans le circuit de réaction de l'ampli, elle dérive la sortie du régulateur. Donc, aucune AD, bien que la mesure soit en train de se rapprocher à grande vitesse de la valeur de consigne, sous l'effet par exemple d'une vanne grande ouverte.

L'AI continue à saturer l'amplificateur, même lorsque la mesure arrive dans la bande proportionnelle. La mesure traverse donc rapidement la valeur de consigne, et ce n'est que lorsque l'écart a changé de sens depuis un certain temps que la saturation cesse. Mais il est trop tard, et l'AD n'a pas pu intervenir pour empêcher un dépassement considérable.

Ces deux inconvénients ne se présentent pas si l'on place l'AD dans un étage séparé et dans le circuit de mesure : en effet, étant séparée de l'étage AP + AI, elle n'est plus affectée par la saturation de cet étage, et peut intervenir beaucoup plus tôt. Si, de plus, on la dispose dans le circuit de mesure, elle est beaucoup moins sensible aux variations brutales de la consigne, car elle ne dérive maintenant que la mesure y , dont les variations sont toujours beaucoup plus progressives, à cause de l'inertie du processus.

Toutefois, l'AD séparée est une solution coûteuse, car elle nécessite un étage amplificateur supplémentaire. Il existe des artifices pour éviter les dépassements trop grands, lors du passage de « Manuel » en « Automatique ». Par exemple des commutateurs qui empêchent l'AI d'intégrer tant qu'on est sur « Manuel ».

Remarque. — Les actions dérivée et intégrale ne s'emploient pas seulement dans les régulateurs. On les utilise aussi dans d'autres organes (transmetteurs) qui ont besoin d'être corrigés en stabilité et en précision.

(A suivre)

J. CHAUFFAILLE,
Professeur en Chef de 2^{me} classe

LES TERMES MARITIMES

Radoub, ce terme, qui indique le passage au bassin d'un navire pour entretien ou réparation de la coque, est fort courant mais peu de ses utilisateurs songent sans doute, en l'employant, au cheminement obscur qu'il a suivi avant d'avoir son sens actuel. D'abord « dubban » (germanique) dont la signification est « frapper » a donné en français « adouber » qui s'est employé pour « armer un chevalier » puis pour « équiper », enfin pour « arranger ». « Radouber » (re + adouber) c'est adouber à nouveau, donc « réparer », en quelque sorte redorer son blason. Telle semble avoir été l'évolution démocratique d'un terme noble à l'origine.

Brouettage. Le mot est employé parfois dans la batellerie pour désigner le transport de cargaisons diverses d'une ville à l'autre par les péniches. Il vient, bien entendu de brouetter, issu lui-même de « brouette ». La brouette dont le nom indique qu'elle avait deux roues à l'origine (bis + rouette) comporte d'ailleurs une légende qu'il convient ici de détruire. On dit souvent et l'on enseigne même que Pascal serait le père de la brouette. Or c'est de la « vinaigrette » sorte de chaise possédant une roue à l'avant et une autre à l'arrière qu'il s'est occupé. La vérité historique étant ainsi rétablie, revenons aux choses maritimes.

Timonier. En bas latin « timo » c'est le timon de la charrie. Il vient lui-même de « teneré », tenir. Dès l'Antiquité, on l'employa pour désigner la barre du gouvernail puis le gouvernail lui-même, je devrais dire les gouvernails puisqu'il y eut autrefois deux gouvernails latéraux.

Se souvient-on encore, à ce propos, que, pendant des siècles on enlevait au port les gouvernails numérotés, inscrits et déposés à la garde d'un officier préposé. On ne les rendait qu'au départ, après l'acquittement des droits de port, quelquefois même, dit-on, afin de retarder l'appareillage d'un navire, et de favoriser ses amis.

Coup de tabac. C'est une expression très familière, qui s'emploie encore pour « coup de mer », « coup de vent ». Il reste à savoir ce que vient faire le tabac dans tout ceci.

La Marine n'en a pas, d'ailleurs, l'exclusivité dans le sens péjoratif. « Il va y avoir du tabac » signifiait qu'une bagarre s'annonçait. « Tomber dans le tabac » était synonyme de tomber dans la détresse. Le tabac a donc mauvaise réputation.

Pour en découvrir la raison, sans doute faut-il remonter à ses débuts. C'est Christophe Colomb qui vit pour la première fois des fumeurs de petits tisons d'herbe appelés « tabaco ». En prenant la partie pour le tout, la plante a pris ce nom, elle aussi, puis elle a fait son chemin et causé bien des ennuis à ses adeptes.

La crainte du feu, la tenue des mauvais sujets qui se réunissaient dans des tripots appelés « tabagies » ont suffi à mettre le tabac à l'index.

En 1698 une ordonnance synodale interdit l'usage du tabac aux ecclésiastiques qui en prisait dans les églises. Amurat IV le défendit sous peine d'avoir le nez coupé. L'Angleterre en refusa l'entrée.

Un Ordre du Roi, rapporte Jal, s'exprime en ces termes vers 1681 : « Sa Majesté, voulant prévenir les accidents du feu qui pourraient arriver si les officiers mariniens, matelots et soldats qui y servent avaient la liberté de prendre du tabac en fumée veut et ordonne que tout officier marinier, matelot et soldat soit privé d'un mois de solde et mis aux fers pour huit jours... » Sur les galères les sanctions vont jusqu'à faire ramer les gradés et faire « courir la bouline » aux galériens.

Ainsi tous les excès commis à propos du tabac, synonyme de tabagie, incendies, rixes, descentes de police, semblent expliquer qu'un « coup de tabac » soit l'équivalent d'un « coup dur ».

Jean HORREARD,
Professeur de français
à l'E.N.M.M. du Havre

Le Comité de rédaction de ce numéro était constitué par :

M. Calbourdin, Professeur en Chef de 2^{me} Classe, Président.

M. Pontoizeau, Sous-Directeur, Secrétaire.

MM. Fortin, Chauffaille, Menan, Fouché, Lacoste, Gavout, Lefèvre, Petitpas, Benjelloun, de Dortan, Vandenberghe, Chenu, Blaizot, Marty, Fombeur.

LE DAUPHIN

Auxiliaire, aux capacités étonnantes, des Marines d'Aujourd'hui

Tout ce qui a trait au Dauphin pourrait se mettre au superlatif.

Ce Mammifère — ce n'est pas un Poisson, il possède des poumons et la femelle allaite ses petits — a de surprenantes capacités de mémoire, d'audition, de phonation, de vision.

Il possède une force musculaire et une vitalité exceptionnelles, nage à grande vitesse et plonge à des profondeurs déconcertantes.

Il est doté d'un système sonar qui dépasse de beaucoup, par ses performances, ceux créés par l'homme.

Certains savants estiment que cet être, au cerveau développé et à l'intelligence subtile, pourrait même apprendre à parler.

Animal de cirque et de laboratoire depuis plusieurs années, animal domestique en puissance, il est déjà utilisé couramment par la Marine Américaine pour des travaux de coopération à la mer.

De l'antiquité à nos jours

Apollon était adoré à Delphes sous de nombreux surnoms et particulièrement sous celui de Delphinien.

Pour expliquer ce qualificatif, on racontait que le dieu s'était montré sous la forme d'un Dauphin aux Crétois qu'il avait guidés jusqu'au rivage de Delphes. Ces derniers y avaient fondé l'oracle le plus vénéré du monde connu des Grecs.

Cette légende n'a eu peut-être d'autre origine que la ressemblance du nom de Delphes avec celui de Dauphin, Delphin. Mais elle est de la plus haute antiquité et on en lit les détails dans l'Hymne en l'honneur d'Apollon que l'on attribue à Homère.

Les Grecs ont respecté le Dauphin non seulement parce qu'il était cher à Apollon, à Bacchus, mais encore à Neptune qu'il avait aidé, suivant une tradition religieuse rapportée par Oppien, poète grec du II^{me} siècle, à découvrir Amphitrite qui, ne voulant pas épouser le souverain des ondes, s'était enfuie jusque dans l'Atlantique.

Neptune était adoré à Sunium sous la forme d'un dauphin.

Il ne faut donc pas s'étonner si, dans la Grèce, le Dauphin portait le nom de Hieros Ichthys, Poisson Sacré.

Comme on le voit, le Dauphin a été plus que consacré, il a été divinisé, et son nom fut donné à une constellation.

La forme sous laquelle on représentait les Dauphins, symboles d'Apollon, à Delphes, est

passée sur les monuments des Anciens et s'est perpétuée jusqu'à nos jours.

Les peintres, les sculpteurs, les graveurs continuent à représenter le Dauphin comme les artistes grecs du temps d'Homère, avec la queue relevée, la tête très grosse, la gueule très grande... et des écailles.

Dans l'Antiquité, le Dauphin était considéré comme une bête affectueuse.

« C'est le seul animal, écrivait Plutarque, qui aime l'homme pour lui-même. Certains animaux terrestres évitent soigneusement l'homme, et ceux qu'il a domestiqués, comme le chien et le cheval, ne sont familiers que parce qu'il les nourrit. Le Dauphin est le seul être auquel la nature ait accordé ce que les meilleurs philosophes recherchent : l'amitié désintéressée. »

On croyait que les Dauphins avaient une prédilection particulière pour la musique ainsi que pour le son de la voix humaine.

On pensait également qu'ils aimaient être appelés du nom de Simo, reproduction par onomatopée des sons qu'ils étaient censés émettre.

Les Anciens prétendaient que la familiarité de ces Cétacés était plus grande avec les enfants qu'avec l'homme adulte.

Dans son « Histoire Naturelle », Pline (79-23 avant Jésus-Christ) raconte qu'un Dauphin qui avait pénétré dans le lac Lucrin (près de Naples) recevait tous les jours du pain que lui donnait un jeune enfant, qu'il accourait à la voix de ce dernier, qu'il le portait sur son dos et que l'enfant ayant péri, le Dauphin qui ne revit plus son jeune ami, mourut bientôt de chagrin.

La naturaliste romain a encore écrit qu'en Barbarie, à proximité de la ville de Hippo Dyarrhite (près de Bizerte), un Dauphin s'avancait sans crainte vers le rivage, venait recevoir sa nourriture de la main de celui qui voulait la lui donner, s'approchait de ceux qui se baignaient, se livrait autour d'eux à divers mouvements d'une gaieté très vive, souffrait qu'ils montassent sur son dos, se laissait même diriger avec docilité.

Que doit-on penser de ces « légendes » ?

A partir de 1955, sur la plage de Hokianga, en Nouvelle-Zélande, un Dauphin fréquenta les nageurs pendant plusieurs années. Ce Dauphin baptisé du nom d'Opo, bien observé, fit l'objet d'un chapitre du livre intitulé « Dauphins : le Mythe et le Mammifère », (« Dolphins : The Myth and the Mammal ». A. Alpers, Cambridge, Massachusetts, 1961).

Les Dauphins sauveteurs

Les histoires de Dauphins sauvant des vies humaines sont nombreuses de l'Antiquité à nos jours.

On raconte qu'il y a quelques années, aux Etats-Unis, entre Miami-Beach et Palm-Beach, un Dauphin a sauvé la vie à une nageuse qu'un requin menaçait. Il s'est lancé, l'a soulevée et transportée jusqu'à la plage.

Les spécialistes, peu sentimentaux, assurent que des épisodes de ce genre sont dus au tempérament joueur de l'animal.

Il ne cherche pas à sauver des vies, il s'amuse simplement à pousser des objets devant lui.

L'éducation des Dauphins

C'est à un Allemand de Hambourg, Adolph Fröhn, dresseur de phoques et d'otaries et dont le père était dompteur, émigré après la dernière guerre aux Etats-Unis, que l'on doit l'introduction, parmi les animaux de cirque, du dauphin et plus particulièrement du *Tursiops truncatus*, le Dauphin au nez en bouteille.

En Floride, dans les cirques marins qui jusque là étaient uniquement spécialisés dans la présentation, dans de vastes aquariums, d'animaux tels que Requins-tigres, Tortues, Raies géantes, etc... et Dauphins, Fröhn remarqua qu'il était relativement aisé d'apprivoiser ces derniers en leur donnant la nourriture à la main.

La meilleure façon d'obtenir de l'animal une attitude amicale et une coopération volontaire est de le récompenser par un poisson. On n'obtient rien d'un Dauphin puni. Il reste dans « son coin » évitant tout rapport avec celui qui lui a fait mal.

Ayant à sa disposition une espèce qui s'adaptait rapidement à l'homme en recherchant son contact, Fröhn fit donc appel à la technique classique du dressage par récompense.

Il obtint des résultats surprenants.

Les sauts en avant et en arrière, la marche sur la queue, en ne laissant dans l'eau que la nageoire caudale, le reste du corps émergeant, les exercices de vocalisation, sont obtenus sans l'aide d'aucun fouet, le « moniteur » restant en dehors de l'eau, donc sans contact direct avec l'animal. La compréhension de celui-ci aux indications données et les récompenses en sont les seuls moteurs.

Les commandements sont donnés à la voix ou au sifflet, directement ou par hydrophone, ou par signaux manuels.

Attitude du Dauphin envers l'homme

C'est par sa recherche spontanée du contact humain que le Dauphin, contrairement aux autres animaux, a pu être entraîné au dressage. Il ne demande qu'à donner son amitié à l'homme et à se laisser domestiquer.

On a vu parfois, dans un cirque marin, un de ces animaux, jouant à la balle avec un visiteur assis au bord du bassin, pris d'un subit accès de tendresse, poser sa tête sur les genoux de son partenaire.

Le Dauphin est d'humeur facétieuse. Il arrive que, pour s'amuser, il saisisse un poisson par la queue, nage quelques mètres à reculons, puis libère sa proie sans lui faire aucun mal, ou encore attrape une tortue, la place en équilibre sur son « nez » et lui fasse faire en cette posture le tour du bassin.

La curiosité, l'intérêt, le désir de coopérer caractérisent les Dauphins.

Ces animaux manifestent continuellement leur bonne volonté, leur bon caractère et même leur sollicitude à l'égard de l'homme.

Les Dauphins attaquent les Requins et les tuent.

Pourvus d'une puissante mâchoire garnie de dents acérées, ils pourraient arracher un bras ou une jambe à un homme ou les trancher d'un coup de dent. Ils pourraient également provoquer de graves blessures internes en heurtant un être humain avec violence.

Cependant, même lorsqu'ils sont maltraités, les Dauphins n'attaquent pas l'homme.

On a parfois beaucoup de peine à le croire. Ils fuient simplement l'individu qui les a malmenés.

La bonté et l'intelligence du Dauphin, rapportées dans les antiques légendes, se sont donc à notre époque révélées exactes.

Les cirques marins

La méthode de Fröhn s'est répandue aux Etats-Unis, en Australie, au Japon.

Aux Etats-Unis, on trouve actuellement une dizaine de cirques marins présentant des spectacles de Dauphins, principalement en Floride, sur la côte Californienne, à New-York, à Chicago, à Hawaï. En fait, un même établissement est souvent à la fois un cirque, un zoo et un laboratoire.

Au Japon, sept cirques marins ont été créés.

En Europe, quelques tentatives d'implantations de cirques marins sont en cours, en Angleterre, en Hollande, en Allemagne, en Espagne.

Il semble qu'on puisse enseigner aux Dauphins n'importe quoi. Ils exécutent, sur commande, des bonds hors de l'eau de 6 mètres de haut pour attraper un poisson tendu à la main. Aucun n'a jamais confondu la main et le poisson, de mémoire de moniteurs de Dauphins on n'a jamais signalé le cas de morsures. Ils sautent à travers des cerceaux en papier, lancent des ballons, font des courses aux anneaux colorés, jouent au basket-ball, aux boules, l'animal lançant de l'eau son ballon sur des quilles de bowling placées à l'extérieur, soufflent dans des trompettes et vocalisent... Ils

remorquent des embarcations et des nageurs qui s'accrochent à leur aileron dorsal ou à un harnais dont on revêt l'animal.

Le Dauphin dans l'océan

Le Dauphin est un mammifère de l'ordre des Cétacés. Quoique ces derniers aient une forme semblable à celle des Poissons, ils ont cependant une conformation bien différente de ces derniers.

Les Poissons ont passé toute leur évolution dans l'eau, tandis que les Cétacés sont revenus à leur milieu ancestral après un long épisode de vie terrestre.

Il y a par suite de nombreuses différences entre les deux groupes.

Les Cétacés n'ont pas d'écailles, caractéristiques des Poissons, mais sont pourvus, sous la peau, d'une couche de lard que les Poissons ne possèdent pas.

En tant que Mammifères à sang chaud, ils ont besoin de cette enveloppe de graisse pour conserver à leur corps une température constante, tandis que la température du corps des Poissons est identique à celle de leur milieu.

Une autre différence manifeste réside dans l'implantation de la queue. La queue du Poisson type se trouve dans un plan vertical et permet à son possesseur de se mouvoir par de vigoureux mouvements latéraux. Le Cétacé se propulse aussi surtout avec sa queue devenue une nageoire caudale, mais dans son cas, cet organe est situé dans un plan horizontal et les mouvements s'effectuent dans un plan vertical. Cette particularité est certainement due à la nécessité pour l'animal de monter à la surface, à intervalles réguliers, pour respirer.

Le système respiratoire lui-même donne un autre exemple des différences fondamentales entre les Poissons et les Cétacés.

Les Poissons, tels que nous les connaissons, extraient l'oxygène dont ils ont besoin de l'eau, en faisant passer celle-ci à travers des organes appelées branchies.

Chez les Cétacés, qui sont comme nous l'avons rappelé des Mammifères, l'oxygène est extrait directement de l'air par les poumons et l'aspiration se produit à travers les narines qui se trouvent presque sans exception sur la partie la plus haute de la tête où elles forment une ouverture unique appelée « évent ».

Le prétendu « jet d'eau » de la baleine est tout simplement l'expiration par l'évent de son souffle qui, dans des conditions de température froide, se condense pour former un nuage de vapeur blanche, tout comme notre propre respiration est visible les jours d'hiver.

Parmi la longue liste des espèces connues de Dauphins, le Tursiops truncatus semble avoir été particulièrement utilisé par les dresseurs et les

chercheurs. On trouve en effet cet animal dans presque tous les Instituts Océanographiques des U.S.A. et du Japon. De plus, il est plus proche de l'homme que ses cousins qui vivent en eau profonde, grâce à sa sociabilité.

Comme il est difficile de faire du bon travail avec des sujets nettement trop lourds, les spécialistes de la capture des Dauphins prennent en général des animaux qui n'ont pas plus de deux mètres et dont le poids ne dépasse pas cent vingt kilogrammes.

Le Tursiops peut vivre longtemps et sans difficulté dans de petits bassins.

Sa peau est remarquablement lisse. Son dos est en général grisâtre ou noir et son ventre est rose ou d'un blanc pur.

La femelle porte son petit pendant un an. À sa naissance, ce dernier fait son apparition la queue la première. La mère rompt d'un mouvement brusque le cordon ombilical et pousse le bébé vers la surface pour qu'il effectue sa première inspiration. Il n'a pas de dents. Elles commencent à apparaître quelques semaines plus tard, quarante-quatre dans chaque mâchoire. Les dents sont de forme conique et elles s'aplatissent à leur extrémité, comme si les cônes étaient tronqués, ce qui explique le nom de l'espèce : truncatus.

L'enfant nage à côté de sa mère qui l'allaité pendant dix-huit à vingt et un mois. Avant le sevrage, il commence à prendre quelques très petits poissons.

Il respire par une narine unique, bien que double intérieurement, un évent en forme de croissant placé au sommet de la tête et qui se ferme au contact de l'eau. Cet évent est aussi source de sa « voix » et peut vibrer pour produire des sons dans l'eau ou dans l'air.

L'habitat pélagique ne lui offrant aucune possibilité d'abri quelconque, il dort la nuit, en pleine eau, d'un sommeil particulier, flottant en surface, la tête à environ trente centimètres de profondeur. Toutes les demi-minutes, quelques coups de queue l'amènent en surface pour respirer, les yeux ne restant jamais clos plus de 15 à 30 secondes de suite.

Les Dauphins sont des animaux grégaires et vivent en troupes. Ils ont un sens social développé. Des rapports très étroits se nouent entre une mère et son enfant. Tant que le petit n'est pas sevré, on a pu observer que la mère apprend à son enfant un grand nombre de notions pratiques et peut-être aussi, ce qui reste à établir, les éléments de base du langage si celui-ci existe.

Très souvent lorsqu'un Dauphin blessé, ne pouvant plus nager, émet un appel de détresse, deux congénères accourent vers leur camarade, se glissent sous sa tête et le remontent à la surface pour qu'il puisse respirer.

Les Dauphins assènent aux Requins qui les menacent de véritables coups de béliers pour les tuer. On a pu voir des Dauphins cerner un Requin. L'un après l'autre, ils se lançaient sur lui comme des torpilles, le frappant juste derrière les ouïes ou à l'estomac. Le Requin finit par perdre connaissance et coula à pic dans l'eau.

Les yeux du *Tursiops truncatus*, placés juste en arrière de la bouche, ont un champ de vision étendu. Son acuité visuelle est remarquable. Il semble qu'il voie aussi bien dans l'air que dans l'eau.

Peu d'animaux, certainement, ont un sens auditif aussi développé que le sien. Il peut entendre des sons d'une fréquence allant de 400 à 350.000 Hz (1 Hertz = 1 Hz = 1 cycle par seconde).

Rappelons que, pour l'Homme adulte, la fréquence des vibrations audibles est comprise entre 16 et 16.000 Hz.

Le *Tursiops truncatus* α, apparemment, le sens du goût très peu développé, sinon inexistant, le cerveau ne contenant pratiquement pas de lobes olfactifs.

Il peut plonger à des profondeurs certainement supérieures à deux cents mètres.

Cette faculté de plongée profonde, propre à tous les Cétacés, s'accompagne de toute une série d'adaptations circulatoires et respiratoires.

L'air contenu dans les poumons de ces animaux est presque totalement renouvelé à chaque inspiration. Le centre respiratoire est peu sensible à l'augmentation du taux de l'acide carbonique dans le sang.

Ces deux adaptations tendent, la première à augmenter la quantité d'oxygène disponible au début de la plongée, la seconde, à réduire le rôle excitant du gaz carbonique sur le centre respiratoire.

D'autres adaptations physiologiques permettent d'économiser l'oxygène emmagasiné au départ. Le cœur se ralentit dès que l'animal plonge et il est possible que la circulation ne se fasse réellement plus qu'au niveau des organes vitaux essentiels. Les « Retia Mirabilia », réseaux capillaires intercalés sur le trajet de certaines artères, jouent alors le rôle d'organes réservoirs de sang artériel, mais le fait n'a pas encore été démontré avec certitude.

Comment ces animaux se soustraient-ils à l'état appelé « embolie gazeuse » qui provoque le « mal des plongeurs » ?

Pendant la descente, la pression augmente avec la profondeur et le sang se charge au passage dans les capillaires pulmonaires d'une quantité d'azote dissous d'autant plus grande que la pression est plus forte. Le sang va céder ensuite cet azote aux divers tissus.

Si la remontée est trop rapide, l'azote qui ne peut plus rester dissous, va se dégager sous forme de bulles gazeuses qui vont donner des troubles

plus ou moins sérieux. Ce phénomène est comparable à l'apparition subite de bulles dans une bouteille de champagne ou d'eau gazeuse lorsqu'on enlève le bouchon.

Il explique pourquoi les plongeurs et les hommes-grenouilles doivent remonter en prenant leur temps pour éviter les résultats d'une décompression trop rapide.

Ces hommes sont alimentés d'une manière continue et artificielle en air. Leur capacité d'absorption d'azote n'est pas, par conséquent, limitée par l'approvisionnement, mais par le volume de leur sang et la solubilité de l'azote dans celui-ci à la pression incidente.

Mais quand un Dauphin plonge, il n'emporte dans ses poumons qu'une quantité d'azote limitée.

Par ailleurs, lors de la plongée, la pression de l'eau sur les flancs de l'animal comprime les alvéoles pulmonaires et refoule la plus grande partie des gaz non fixés par les globules dans les bronches, la trachée ou les cavités nasales. La dissolution de l'azote dans le plasma en est ainsi ralentie d'autant. De plus, la tachycardie qui accompagne le retour en surface, facilite l'élimination de l'azote dissous.

On a pu cependant constater l'existence d'embolies gazeuses à la remontée d'un phoque soumis à une plongée expérimentale de 300 mètres.

Les dispositifs de sûreté énumérés ci-dessus n'ont donc rien d'absolu et il serait possible que les Cétacés et les Dauphins en particulier, lorsqu'ils plongent à de grandes profondeurs, se soumettent également à la règle de la remontée lente et progressive.

Le problème de la physiologie de la plongée profonde du Dauphin n'est donc pas résolu et reste à étudier.

Le profil des Dauphins présente une ligne hydrodynamique n'offrant qu'une résistance minimum à l'avancement.

En accord avec le maintien de cette dernière, les poils que l'on trouve ordinairement sur le corps des mammifères font totalement défaut. Cependant, à un certain stade du développement de l'embryon, il y a six poils raides de chaque côté du museau mais ils disparaissent avec la naissance.

Les Dauphins peuvent nager rapidement pendant longtemps avec une puissance relativement faible, de l'ordre de 2 CV environ.

On a observé en mer des vitesses pouvant atteindre 20 nœuds, soit 37 km/heure.

Cette vitesse serait due en partie à leur peau qui se déformerait continuellement sous forme de micro-rides, à l'endroit précis et au moment voulu, pour annuler les remous naissants. De plus, le derme très vascularisé provoquerait un échauffement de la couche d'eau lamellaire qui enveloppe le corps et diminuerait de la sorte le frottement et la turbulence.

Des observations ont montré que le Dauphin est capable de produire dix fois plus de puissance par kilogramme de muscles que n'importe quel autre mammifère.

On cite le cas de Dauphins qui ont « guidé » des navires dans des passes dangereuses.

En 1888, un Dauphin, qui devint vite célèbre, fit sa première apparition à Pelorus Sound, en Nouvelle-Zélande. Nageant devant un navire, il le dirigea à travers les passes rocheuses du détroit de Cook et de French-Pass.

Pour franchir ces passes difficiles, les capitaines prirent l'habitude de suivre sa nageoire dorsale. Surnommé « Pelorus Jack », ce Dauphin devint, dit-on, une célébrité du port. On peut penser qu'il aimait tout simplement le bruit des machines puisque l'histoire rapporte qu'il ne guida jamais un navire à voiles.

Nous pouvons cependant imaginer maintenant que ce dauphin-pilote, pour naviguer avec sûreté au milieu des écueils, utilisait son « sonar » personnel, semblable en son principe à celui de la chauve-souris et à celui inventé par l'Homme.

Les sons, émis par impulsions par plusieurs appareils dont un est situé dans les voies nasales supérieures, seraient focalisés en un cône de projection, semble-t-il par le melon, partie arrondie de la tête situé au-dessus du bec. Le train d'ondes sonores, ainsi dirigé, se réfléchit sur le corps rencontré et donne un écho de retour perçu par l'animal.

Non seulement ce dernier peut alors détecter la présence du corps mais encore « évaluer » en quelque sorte sa distance et sa nature.

La fréquence, d'amplitude maximum, des signaux est selon les espèces de 300 Hz à 15.000 Hz.

À titre de comparaison, la voix humaine ne s'étend approximativement que de 65 à 1.044 Hz.

Un Dauphin, rendu momentanément aveugle par la pose sur les yeux de petites coupes en caoutchouc, peut localiser avec précision, grâce à son sonar, une bille métallique qu'on laisse tomber à l'autre extrémité d'un bassin long de 20 mètres, et des fils métalliques d'un diamètre égal à 0,2 mm.

De nombreuses expériences ont mis en évidence la précision étonnante de ce système sonar fonctionnant avec une source d'énergie relativement faible, système de beaucoup supérieur à notre sonar « mécanique ». Ce dernier ne peut pas, en particulier, déterminer la nature du « but ».

Le Dauphin et les poissons

L'aliment naturel des Dauphins est le poisson. On cite leur adresse à rassembler des « troupeaux » de ces animaux pour satisfaire leur appétit.

C'est ainsi qu'on a pu voir, en Floride, un groupe de Dauphins encercler un banc de mulets et maintenir ces derniers dans les hauts-fonds, piquant l'un après l'autre dans le « tas » avec une parfaite synchronisation pour se restaurer, chacun regagnant ensuite sa place dans le cercle tandis qu'un autre prenait à son tour son repas.

On ne devrait donc pas s'étonner si, paraît-il, les Phéniciens s'en servaient pour rabattre le poisson dans leurs filets.

Est-ce une légende ?

Les Dauphins poursuivent les bancs de poissons jusqu'auprès des filets des pêcheurs. À cause de cette familiarité hardie, il se pourrait alors qu'ils aient été considérés comme les auxiliaires de ces marins dont ils ne voulaient cependant qu'enlever ou partager la pêche.

Vivant dans un milieu hautement chloruré, ne s'alimentant que de proies relativement riches en sels, l'un des mystères de l'alimentation des Dauphins est ce qu'ils font pour éliminer les chlorures ingérés.

Des études sur le fonctionnement et le métabolisme rénal de ces animaux pourraient peut-être mettre en évidence certaines règles permettant aux naufragés de boire de l'eau de mer sans s'intoxiquer par les chlorures.

Le cerveau du Dauphin

Le procédé fondamental des recherches par stimulation électrique du cerveau consiste à utiliser des électrodes isolées, sauf à leur extrémité. Ces électrodes que l'on introduit dans le cerveau, même profondément, sont connectées à des sources de courant électrique. L'effet de cette stimulation est identique à l'effet d'une décharge électrique simultanée dans toutes les cellules touchées.

Des recherches ont été effectuées sur les Rats, les Chats, les Singes, etc... et sur l'Homme.

On a pu ainsi découvrir non seulement l'existence dans le cerveau de ce que l'on pourrait appeler des « Centres de la douleur », c'est-à-dire des régions où une décharge électrique provoque une grande douleur ou des réactions de frayeur ou de panique, mais encore des « centres du plaisir » où des sensations agréables, allant de la satisfaction à l'euphorie peuvent être induites.

Le docteur américain John Lilly a pratiqué sur le Dauphin cette technique des électrodes implantées dans différentes régions du cerveau. Lorsque les impulsions électriques transmises par l'électrode touchent les zones du cortex pariétal et de l'hypothalamus, elles provoquent chez l'animal une sensation de plaisir.

J. Lilly apprit à l'animal à se stimuler lui-même en appuyant sur le levier qui commande l'impulsion.

Chez le Singe, il faut de nombreux essais infructueux avant qu'il fasse la liaison entre le levier qu'il pousse et la sensation agréable. Chez le Dauphin, J. Lilly signale un apprentissage immédiat ou après un ou deux essais. Il rapporte encore que certains Dauphins se stimulaient tellement qu'ils mouraient de syncope.

C'est au cours de ces séances de stimulation du Dauphin par lui-même que J. Lilly a constaté que les émissions acoustiques étaient abondantes et variées lorsque l'animal n'arrivait pas à obtenir la décharge agréable.

L'analyse des enregistrements sur bandes magnétiques faites dans ces circonstances fit apparaître à J. Lilly que d'une façon rapide, caricaturale et nasillarde, le Dauphin avait imité, c'est J. Lilly qui le déclare, quelques-unes des paroles qu'il avait prononcées en dictant des données techniques à sa secrétaire.

Des observations ont permis depuis de confirmer que le Tursiops est capable d'imitation correcte dans un registre acoustique différent de celui de la voix humaine.

On s'est efforcé de répertorier les sifflements modulés et les bruits divers émis par le Dauphin. On a pu ainsi établir un catalogue de sons différents qui ne sont peut-être que l'expression grossière d'un « langage » plus nuancé.

Un Dauphin isolé est normalement silencieux.

Plusieurs Dauphins « bavardent » sans trêve et une foule de Dauphins produisent jusque dans la gamme des ultra-sons un vrai vacarme.

Si ces signaux ne méritent pas le terme de « langage », ce qu'on essaie actuellement d'élucider, il est cependant reconnu qu'il y a des échanges d'information entre individus.

Certains des indices céphaliques des Dauphins sont en faveur d'une organisation cérébrale plus élevée que ceux des Primates et certains dépassent ceux des humains.

Le cerveau d'un Dauphin de 120 kg pèse en moyenne 1,600 kg. Celui d'un homme de 60 kg pèse 1,450 kg.

Qui plus est, le nombre de cellules au centimètre cube est le même chez cet animal que chez l'être humain.

Chez le gorille, qu'on a cru longtemps l'animal se rapprochant le plus de l'homme, le poids du cerveau n'est que de 0,450 kg.

Aucun des Cétacés que nous connaissons n'a un cerveau plus petit que le nôtre. Ce sont eux qui possèdent les plus gros cerveaux du monde :

Poids maximal connu d'un cerveau de Cachalot : 9,200 kg.

Poids maximal connu d'un cerveau d'Eléphant : 6,075 kg.

(Chiffres cités par J. Lilly).

Le Dauphin, animal de laboratoire

Les capacités exceptionnelles des Dauphins, mises en lumière par leurs exhibitions dans les cirques marins, n'allaient pas tarder à attirer l'attention des chercheurs appartenant à différentes disciplines.

L'un des premiers semble avoir été le neurophysiologiste américain John Lilly qui entreprit des études remarquables sur l'intelligence des Dauphins au sein de son « Institut de recherches sur les communications inter-espèces », créé en 1959 à Saint-Thomas, Iles Vierges, dans la Mer des Caraïbes.

Actuellement, aux Etats-Unis, on peut compter une dizaine de laboratoires spécialisés dans les recherches sur les Dauphins.

Au Japon, un Institut d'Etude des Cétacés publie un périodique régulier.

En U.R.S.S., un Institut pour l'Etude des Dauphins est en construction sur la côte de la Mer Noire.

Les Marsouins, comme les Dauphins, appartiennent à la famille des Delphinidés.

Ils ont la nageoire dorsale triangulaire et peu longue, le museau court, la tête arrondie, un cerveau développé.

Avec d'autres Cétacés Odontocètes, ou Baleines à dents, ils font également l'objet d'études. Mais leurs conditions normales d'existence les rend difficiles à conserver.

Le Dauphin et la Marine Américaine

Sous l'impulsion de l'Office de Recherches Navales et de grandes Compagnies industrielles, les Etats-Unis, en 1960, ont mis en route un vaste programme de recherches sur les Dauphins.

Des unités de la Marine Américaine ont été spécialisées dans la recherche sur ces Cétacés en vue de leur utilisation dans la guerre sous-marine, utilisation basée sur leurs remarquables capacités psychophysiologiques et la facilité de leur dressage.

Les chercheurs de l'Unité Dauphin de l'U.S. Navy ont travaillé en mer libre avec leurs Dauphins dressés en 1965.

Il est facile d'imaginer, sans pénétrer dans les secrets militaires, ce qui peut être demandé à ces animaux : remorquer des hommes-grenouilles, aider des équipes de démolition sous-marine, surveiller des points immergés particuliers, détecter les mines et les sous-marins, etc...

Lors des expériences de vie prolongée sous la mer en 1965, aux Etats-Unis, au large de la Californie, la liaison entre la surface et les maisons sous-marines était assurée par une équipe de Dauphins de l'U.S. Navy qui portaient les messages et les charges.

Etude et utilisation du Dauphin en France

En France, nous devons savoir gré à M. Busnel, Directeur du Laboratoire de Physiologie Acoustique de l'Institut National de la Recherche Agronomique, d'avoir entrepris, le premier, avec la collaboration de M. Dziedzic et l'aide d'une petite équipe, des recherches sur le Dauphin.

Avec l'appui intermittent de divers organismes, M. Busnel a surtout travaillé en Méditerranée et en Baltique où il a ouvert un laboratoire d'étude du Marsouin. Ce laboratoire, par suite d'un manque de crédits réguliers, a été transféré à la fin de 1964 à l'Université de Copenhague, les travaux français étant alors limités aux seules observations en mer.

Si le Dauphin est un animal de laboratoire du plus haut intérêt et dont l'étude débouche sur des problèmes de la physiologie en mer, de l'hydrodynamique, de psychophysiologie animale, de la vocalisation, du langage... il n'en reste pas moins que son utilisation dans le domaine de la Marine ne doit pas être sous-estimée.

Disons-nous que la Pêche pourrait tirer profit d'un programme de recherches sur ces animaux, en vue de leur utilisation pour détecter, rassembler

et signaler les bancs de poissons ou des troupeaux de Baleines ?

Les océans forment le dernier domaine de notre Planète que l'Humanité puisse conquérir. Des siècles durant, nous n'avons considéré la haute mer que comme un lieu de travail pour les pêcheurs et une grande route pour les navires. Nous nous éveillons à une idée neuve : sous les vagues gît un vaste territoire dont chaque fragment est, autant que l'espace, digne de conquête.

L'homme possède enfin la maîtrise technique indispensable pour mener à bien cette entreprise et ses besoins croissants en eau, en nourriture, en énergie, en matières premières, lui donnent de solides raisons de la mettre en œuvre.

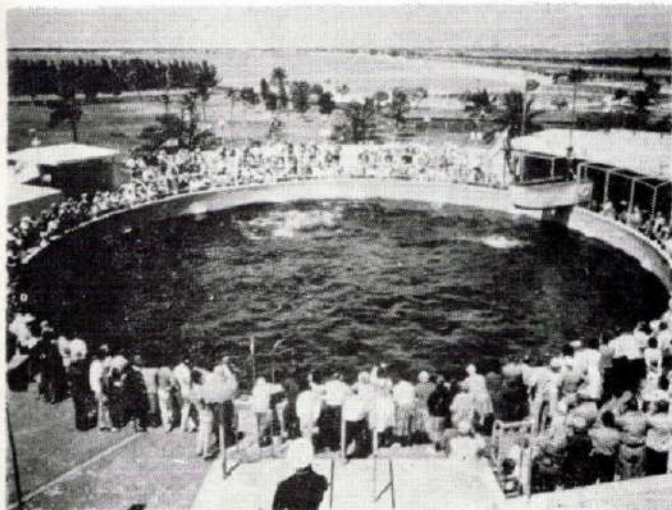
Les décades prochaines verront la conquête et l'exploitation rationnelle des océans.

Le Dauphin, si l'on veut s'en donner la peine, sera l'auxiliaire précieux des conquérants.

Le Havre, janvier 1967

R. HERVIEU,

Directeur de l'E.N.M.M. du Havre.



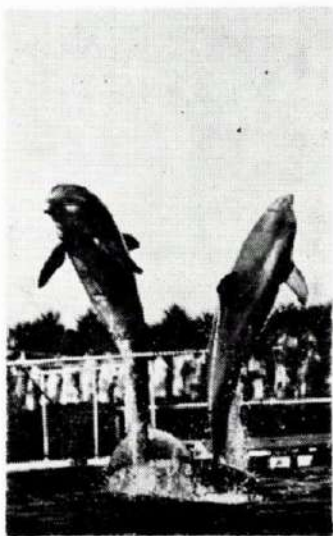
Vue d'ensemble du cirque marin de Sainte-Augustine, en Floride.



Un des bassins de démonstration du cirque marin de Miami.



Saut groupé de six Dauphins dans le cirque marin d'Hawaï



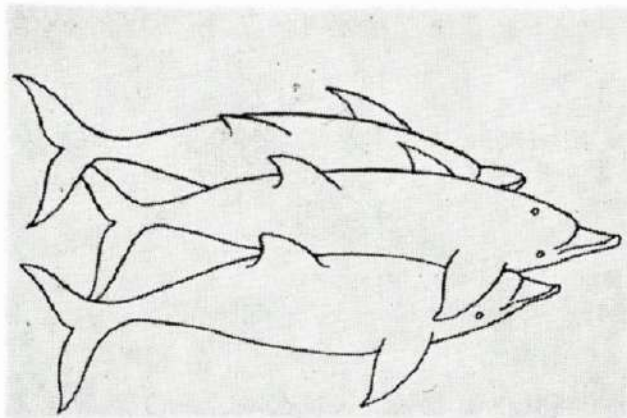
Sauts simultanés, inversés, de deux Dauphins.



Marsouin nourri à la main.



Un « *Tursiops truncatus* », ayant sauté hors du bassin, vocalise sur commande et le présentateur, à l'aide d'un microphone, fait entendre au public du cirque marin de Los Angeles les divers sons émis par l'animal.



Deux Dauphins maintiennent à la surface un congénère blessé. (D'après Siebenaler et Caldwell.)

Photographies aimablement communiquées par M. BUSNEL, Directeur du Laboratoire de Physiologie Acoustique de l'INRA.

A propos du moteur Wankel ou des révolutions d'un piston ⁽¹⁾

1957. Le vieux rêve de nombreux inventeurs devient réalité : un moteur à combustion interne et à piston fonctionne sans bielle et, pourtant, son arbre tourne d'un mouvement continu. Certes, des machines à vapeur sans bielle avaient vu le jour : piston oscillant (Watt) ; engrenages (Murdock) ; piston giratoire (Galloway) ; etc... Par contre, dans le domaine du moteur à explosion, les inventions de Lind, Umpleby, Wallinder et Skog, Sensaud de Lavaud n'avaient pas dépassé le stade du brevet ou avaient échoué et les travaux de Wankel et B.M.W. (1934 : moteur à pistons tournants et à engrenement), avaient été abandonnés.

En 1964, avec l'apparition sur le marché du « Spider » N.S.U., le nouveau moteur Wankel attaque le moteur classique dans son fief principal : l'automobile. Les grands constructeurs acquièrent des licences de construction de ce moteur à piston giratoire.

Depuis la réalisation du cycle à 4 temps, dû à Beau de Rochas et à Otto, le moteur à explosion n'avait pas subi de modifications organiques notables ; tous les efforts avaient porté sur l'amélioration du rendement et de la puissance massique. L'évolution des gaz dans un cylindre de révolution fermé par un piston animé d'un mouvement rectiligne alternatif présente des avantages indubitables :

- étanchéité facile à réaliser au moyen de segments élastiques circulaires qui se déforment sensiblement comme le cylindre au cours des dilatations ;
- faible quotient surface/volume réduisant les pertes par réfrigération.

Par contre, les mouvements de la bielle et du piston engendrent des forces d'inertie qui, si elles ne sont pas équilibrées, réagissent sur les supports du moteur et provoquent des vibrations forcées, en particulier sur les véhicules (automobiles, avions, navires), où les charpentes sont facilement déformables. Ces vibrations forcées peuvent entraîner des phénomènes de résonance aux allures dites critiques et produire des avaries graves.

Rappelons que la force d'inertie de translation, dans le cas d'un moteur monocylindrique, peut, si

on remplace la bielle par un système dynamique équivalent, (deux masses concentrées, l'une sur l'axe de pied, l'autre sur l'axe de tête), s'exprimer sous la forme approchée :

$$F = \frac{M \omega^2 C}{2} \left(\cos \theta + \frac{\cos 2 \theta}{n} \right)$$

M = masse animée d'un mouvement de translation (piston, crosse, équivalent dynamique de la bielle concentré au pied) ;

ω = vitesse angulaire de la manivelle ;

C = course du piston ;

θ = angle décrit par la manivelle depuis le P.M.S. ;

n = rapport de la longueur de la bielle à celle de la manivelle.

Il est d'usage de poser :

$$F = F_1 + F_2$$

$$F_1 = \frac{M \omega^2 C}{2} \cos \theta$$

$F_1 = \frac{M \omega^2 C}{2} \cos \theta$ = force d'inertie primaire

$$F_2 = \frac{M \omega^2 C}{2} \frac{\cos 2 \theta}{n} = \text{force d'inertie secondaire}$$

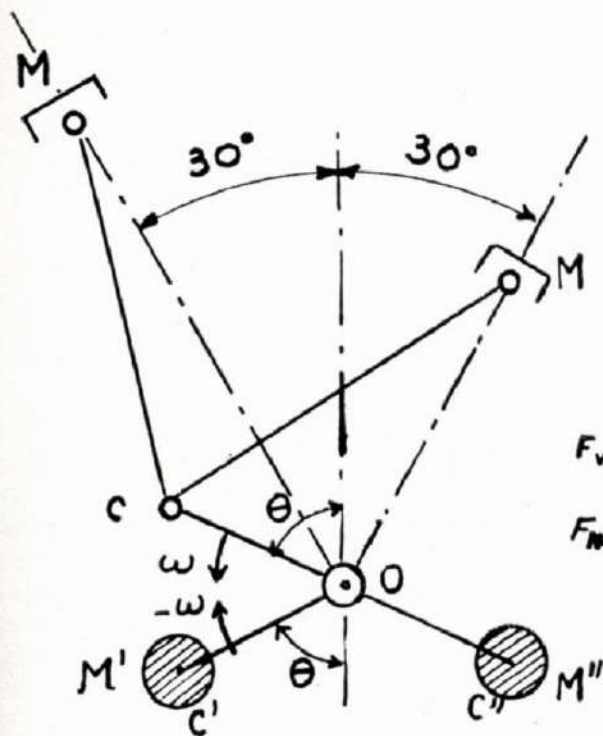
Une étude plus approfondie des forces d'inertie de translation exigerait un développement en série de Fourier et ferait apparaître des forces du 3^{me} ordre, du 4^{me} ordre, etc, d'intensités rapidement décroissantes. La formule exacte, (dans la mesure où la bielle peut être remplacée par un système dynamique équivalent) :

$$F = \frac{M \omega^2 C}{2} \left[\cos \theta + \frac{\cos 2 \theta}{n} + \frac{\sin^4 \theta}{n^3} \right] \left(1 - \frac{\sin^2 \theta}{n^2} \right)^{\frac{3}{2}}$$

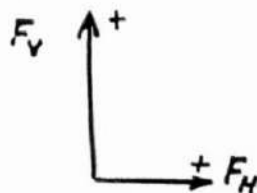
ne se prête pas à une exploitation simple.

Équilibrer un moteur consiste à réduire à zéro le système des forces d'inertie de ses organes mobiles : forces d'inertie centrifuge de l'arbre-manivelle et des équivalents dynamiques des bielles supposés concentrés sur les axes de tête, forces d'inertie de translation.

(1) Article publié à la demande d'un lecteur pour son intérêt général.



Equilibrage des forces d'inertie primaires. Moteur en vé à 60°



$$F_v = \omega^2 \cos \theta \left(\frac{3 M \times OC}{2} - M' \times OC' - M'' \times OC'' \right)$$

$$F_H = \omega^2 \sin \theta \left(- \frac{M \times OC}{2} - M' \times OC' + M'' \times OC'' \right)$$

$$F_v = 0 \quad F_H = 0$$

$$\text{d'où : } M' \times OC' = \frac{M \times OC}{2}$$

$$M'' \times OC'' = M \times OC$$

M' : masse tournant en sens contraire de la manivelle.

Fig. 1

L'équilibrage des forces d'inertie centrifuges peut être obtenu à l'aide de simples masses solitaires de l'arbre-manivelle de sorte que le solide constitué par ces masses, l'arbre-manivelle et les équivalents dynamiques de bielles concentrés sur les axes de tête ait un axe principal d'inertie confondu à l'axe de l'arbre-moteur.

L'équilibrage des forces d'inertie de translation nécessite l'emploi de plusieurs cylindres et complique la construction. Un moteur à 4 cylindres en ligne, (manivelles calées à 180°), n'est équilibré que pour les forces primaires. Un équilibrage des forces primaires et secondaires nécessite 6 cylindres en ligne, (manivelles décalées de 120°). Il est théoriquement total pour une construction en flat-four du fait de la symétrie de mouvement des attelages, mais peut laisser subsister des vibrations de torsion s'ajoutant à celles de l'arbre, la bielle étant rarement assimilable à un système de deux masses concentrées à la tête et au pied. Citons enfin qu'un moteur en vé à 60° et à 4 cylindres nécessite un système dynamique annexe pour le seul équilibrage des forces primaires.

Une machine dont les pièces mobiles tourneraient d'un mouvement uniforme autour de leurs centres de gravité ne poserait pas de problèmes d'équilibrage et permettrait d'atteindre des régimes de rotation élevés. Les pompes à engrenages, les compresseurs Rootes appliquent ce procédé, mais aucun moteur à combustion interne n'a pu être construit suivant ce principe du piston rotatif.

Reste la solution des machines à piston dit giratoire qui ne possèdent que des pièces en mouvement uniforme, mais dont le centre de gravité du piston décrit lui-même une trajectoire circulaire.

Un équilibrage demeure nécessaire : celui des seules forces d'inertie centrifuges, qui ne pose pas de problème particulier et peut être obtenu, on le sait, à l'aide de masses solitaires de l'arbre.

Pour être complet, il faudrait évoquer les machines à piston à mouvement différentiel qui appartiennent à la catégorie des machines à piston tournant mais possèdent en outre d'autres pièces animées d'un mouvement de rotation varié ou dont les trajectoires circulaires sont diversement centrées. Ce système n'a pas engendré de machines réellement utilisables.

Aperçu sur le tracé des directrices des cylindres des moteurs à piston giratoire

On peut énoncer de la manière suivante le problème qui se pose lorsqu'il s'agit de déterminer le profil du cylindre d'un moteur à piston giratoire :

- 1° à chaque tour de l'arbre-moteur, l'axe de piston reprend sa position initiale dans le cylindre ;
- 2° le centre de gravité du piston est confondu avec son axe de rotation propre ;
- 3° le rapport des vitesses de rotation relative et d'entraînement du piston doit être constant de façon à pouvoir être obtenu au moyen d'un train d'engrenages circulaires et aussi afin d'éviter les vibrations de torsion ;

- 4° tous les sommets du piston devant rester en contact avec le profil du cylindre, leurs trajectoires constituent une courbe commune ;
- 5° la condition 3 impose la nature du profil du cylindre : hypocycloïde ou péricycloïde ; cette courbe doit en outre être périodique et fermée ;
- 6° soit α l'angle $S'O'S$. Après n' tours de la manivelle OO' et n'' tours sur lui-même du piston, $O'S'$ occupe la position initiale de $O'S$.

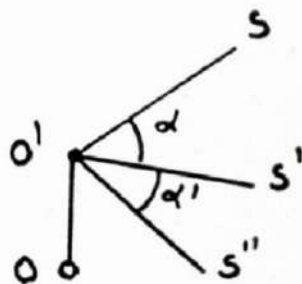


Fig. 2

Il en résulte que :

a) $O'S' = O'S$

Les sommets du piston sont équidistants de O'

b) $2 \pi (n' + n'') = \alpha + 2 \pi n'$

$$n'' = \frac{\alpha}{2 \pi}$$

c) Pour obtenir que les mêmes phases du cycle soient comprises entre les mêmes points du cylindre, il faut qu'après $2 n$ tours de OO' , $O'S''$ ait pris la position de $O'S$, donc que :

$$4 \pi (n'' + n') = \alpha + \alpha' + 4 \pi n'$$

$$n'' = \frac{\alpha + \alpha'}{4 \pi} = \frac{\alpha}{2 \pi} = \frac{\alpha'}{2 \pi}$$

$$\alpha' = \alpha$$

Ce résultat, rapproché de celui de (b) montre que le profil à adopter pour le piston est inscrit ou circonscrit à un polygone régulier dont le nombre des côtés est :

$$N = \frac{2 \pi}{\alpha} = \frac{1}{n''}$$

$$\text{D'où } n'' = \frac{1}{N}$$

Exemple. — Si $O'S'$ occupe la position de $O'S$ après un seul tour de OO' :

$$n' = 1$$

$$n'' = \frac{1}{N}$$

$$\frac{n''}{n'} = \frac{1}{N}$$

Le rapport $\frac{n''}{n'}$ doit être réalisé à l'aide d'un

train épicycloïdal convenable à engrènement intérieur. Soient D le diamètre de la roue fixe et D' celui de la roue mobile, (solidaire du piston) :

$$\frac{(n'' - n') D + n' D}{D'} = \frac{1}{1} = \frac{N}{N - 1}$$

Le moteur Wankel

Le principal mérite de Wankel fut, après avoir tenté de réaliser un premier moteur à pistons rotatifs multiples, d'analyser rationnellement tous les systèmes possibles de moteurs à piston giratoire unique, puis de définir les paramètres à adopter pour obtenir un quotient surface/volume faible, un taux de compression correct et, enfin, de rechercher le procédé qui assurerait une étanchéité de qualité comparable à celle obtenue au moyen de segments dans un moteur classique. Cette dernière

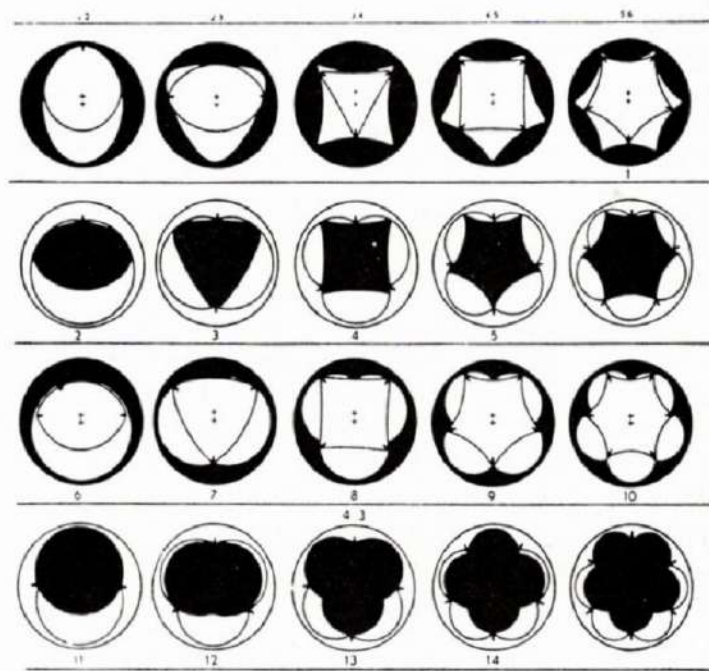


Fig. 3

Représentation systématique des machines à piston rotatif avec démultiplication de $n:n+1$. (Froede, NSU ainsi que Car & Driver, mai 1961.)

- 1^{re} série : Hypocycloïdes avec enveloppante intérieure.
1 : Wallinger et Skoog 1923, ainsi que Sensaud de Lavaud 1938.
- 2^{me} série : Hypocycloïdes avec enveloppante extérieure.
2 : Fixén ; 3 : Maillard ; 4 et 5 : Fixén.
- 3^{me} série : Péricycloïdes avec enveloppante intérieure.
6 : Oldham ; 7 à 10 : Wankel.
- 4^{me} série : Epicycloïdes avec enveloppante extérieure.
11 à 14 : Cooley.

tâche demanda, on s'en doute, encore plus de patience et de persévérance, voire d'ingéniosité : elle dura plus de trente ans.

Nota. — Dans le cas de la figure 3 :

$$\frac{n}{n+1} = \frac{N-1}{N} \quad \text{d'où } n = N - 1$$

I. — ETUDE GEOMETRIQUE DU MOTEUR

a) Piston

Polygone choisi : triangle. Pour améliorer le taux de compression, les côtés sont circulaires convexes. En vertu des principes énoncés précédemment, la roue fixe du train épicycloïdal aura un diamètre égal aux deux tiers de celui de la roue mobile et le rotor fait un tour sur lui-même quand OO' en fait trois. Des saignées sont ménagées au milieu des côtés pour régler le taux de compression et favoriser la propagation de la flamme.

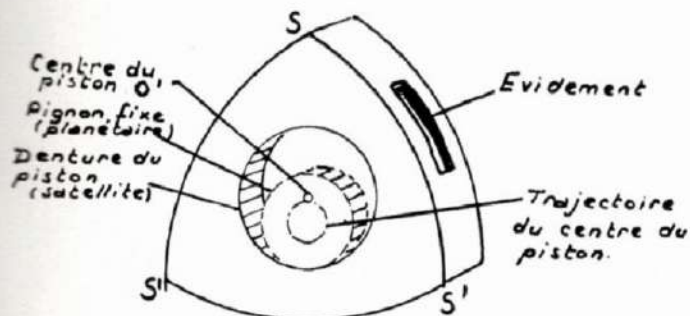


Fig. 4

b) Cylindre

Le profil du cylindre est la courbe décrite indifféremment par les sommets S , S' et S'' : c'est une péricycloïde fermée, sans points de rebroussement et présentant deux axes de symétrie rectangulaires Ox et Oy .

$$x = e \cos \theta + R' \cos \frac{\theta}{3}$$

$$y = e \sin \theta + R' \sin \frac{\theta}{3}$$

La vitesse linéaire du piston au contact du cylindre est :

$$V = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{3} \sqrt{9e^2 + R'^2 + 6e R' \cos \frac{2}{3} \theta}$$

La distribution se fait par lumières dans le cylindre.

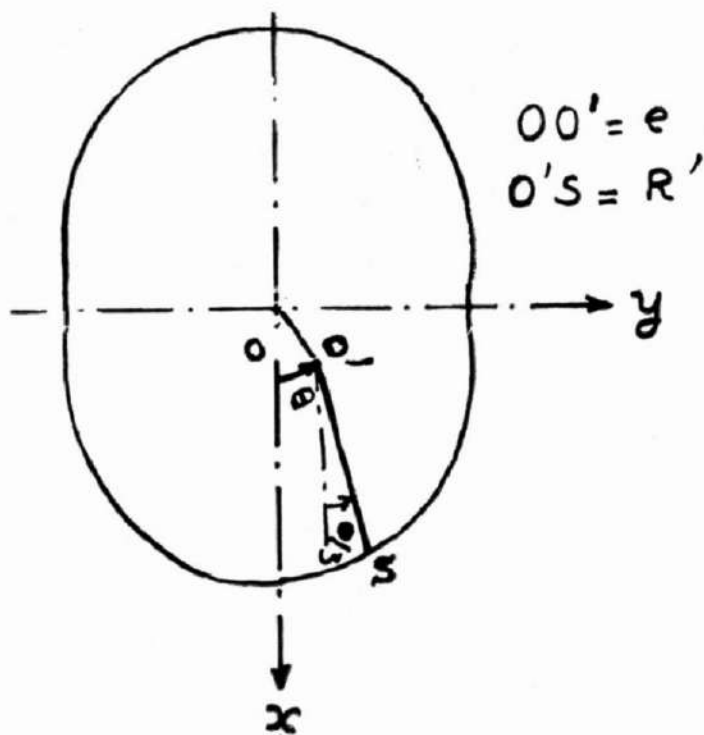


Fig. 5

c) Cylindrée

La cylindrée a pour valeur :

$$V = 0,325 (C^2 - D^2) b$$

avec $C = 2 (R + e + \alpha)$ et $D = 2 (R - e + \alpha)$

et $R = R' - \alpha$

ou encore $C = 2 (R' + e)$ et $D = 2 (R' - e)$

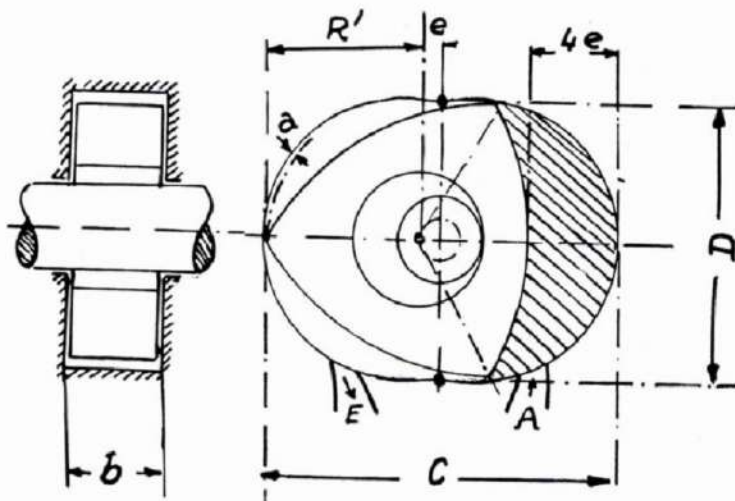
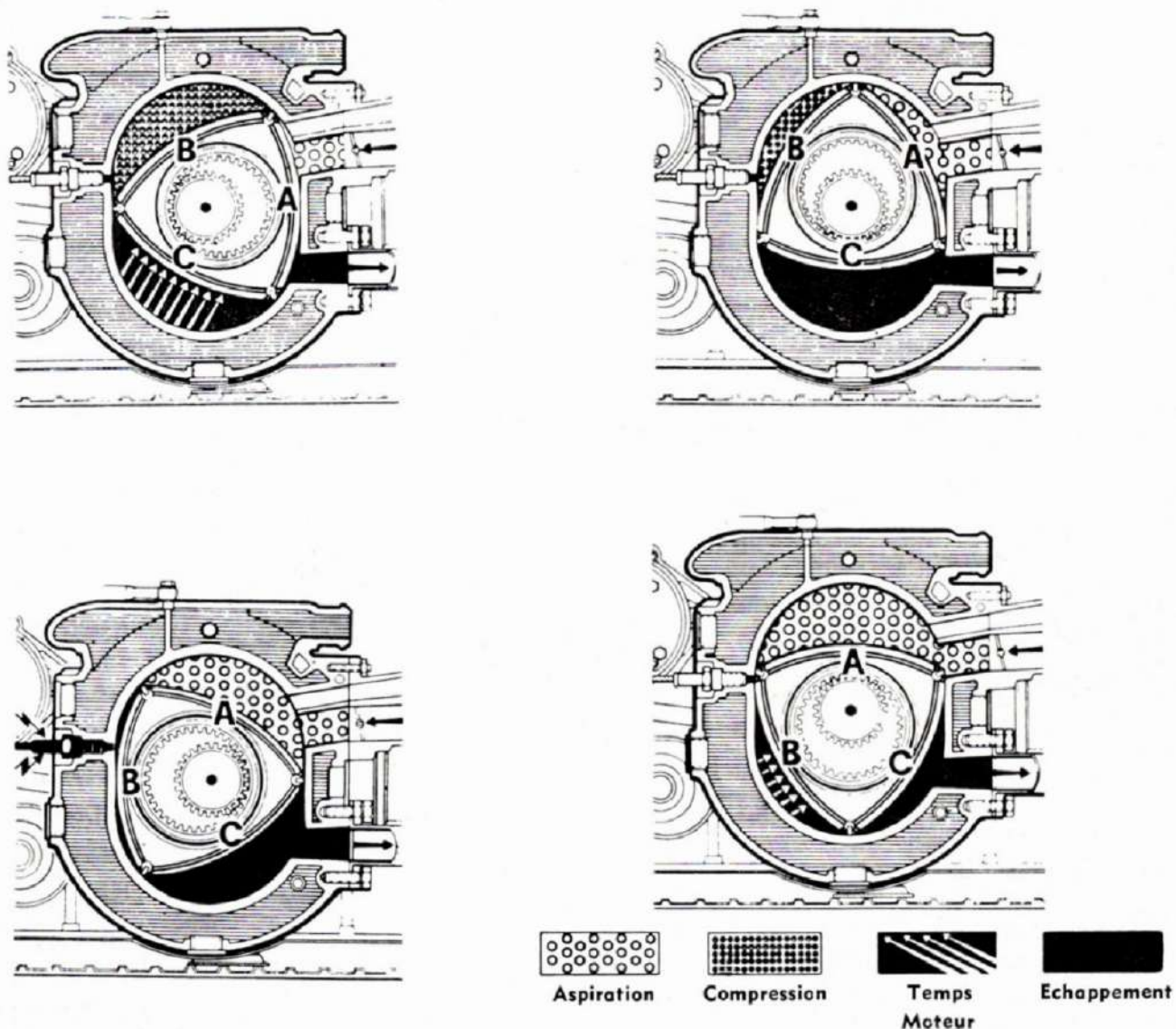


Fig. 6

d) Phases du cycle



On remarque qu'on obtient un temps moteur par tour du centre du piston, donc de l'arbre-moteur.

Le moteur Wankel réalise un cycle à 4 temps à chaque tour contrairement au moteur classique qui exige deux tours pour compléter un cycle. Il est donc comparable à ce point de vue au moteur à 2 temps.

Dans un prochain article, la construction et les performances du moteur seront exposées.

A. MAILET,

Professeur en Chef de 2^{me} classe
de l'Enseignement Maritime

Les documents illustrant le présent article ont été aimablement fournis par N.S.U. Motorenwerke.

VOYAGE A LONDRES DES NAVIRES-ÉCOLES "ALIDADE" ET "ASTROLABE"



LE PONT DE LA TOUR DE LONDRES

s'ouvre pour laisser passer les navires-écoles « Alidade » et « Astrolabe ».

C'est un honneur bien rarement accordé à des navires étrangers. Il le fut pour la dernière fois le 19 mars 1964 pour le navire hollandais « Snellius » mais il n'a pu être trouvé trace, dans les archives du « Port of London Authority » de passage d'un bâtiment français sous la Tour de Londres dans les dernières décennies.

L'ÉLECTRONIQUE A BASE DE SEMI-CONDUCTEURS

Cet article et ceux qui suivront n'ont pas la prétention d'apprendre à nos lecteurs toute l'électronique des semi-conducteurs, mais seulement de leur indiquer quelques bases qui leur permettront, par la suite, d'assimiler plus aisément les différents ouvrages qu'ils pourront consulter, de lire sans trop de difficultés les revues spécialisées qu'ils pourront avoir entre les mains et de comprendre sans difficultés majeures les techniques mises en œuvre sur leurs navires.

Il sera mentionné, si nécessaire, à la fin de chaque article, une bibliographie à laquelle nous prions nos lecteurs de se reporter pour obtenir des renseignements plus précis que ceux que nous pourrions leur fournir sur certaines questions, en particulier la technologie des composants employés, ou s'ils désirent avoir sur certains chapitres des développements plus poussés.

Nous nous proposons de diviser notre étude en quatre parties :

1° Quelques rappels simples d'électricité classique et les conventions d'écriture utilisées universellement en électronique.

2° Description succincte des composants employés, passifs d'abord, actifs ensuite.

3° Les montages les plus utilisés.

4° L'étude de quelques montages élaborés.

En effet un montage électronique même extrêmement complexe, n'est en réalité qu'un ensemble de circuits relativement simples, c'est-à-dire ne comportant qu'un nombre restreint de composants et il est indispensable de connaître parfaitement le fonctionnement de ces circuits pour pouvoir comprendre le fonctionnement d'un ensemble. Aussi, une grande partie de nos articles sera-t-elle consacrée à leur étude.

Tout d'abord, qu'est l'électronique ?

Il est difficile sinon impossible d'en donner une définition précise qui satisfasse tous les utilisateurs et qui englobe tous les cas.

Une définition pourrait être : la science ou la technique de l'électron. Mais l'électrotechnique utilise aussi l'électron. Disons plutôt que c'est la science ou la technique qui permet de fabriquer, de transmettre et de recevoir de l'« information » par des moyens électriques.

Or cette « information » prend de plus en plus d'importance à notre époque et il est, par conséquent, logique que l'électronique se développe comme elle le fait actuellement.

Cette technique a pratiquement débuté en 1907, année où Lee de Forest a placé entre la cathode et la plaque d'une diode une électrode supplémentaire, en forme de grille très fine. Il a constaté qu'une faible variation de tension sur cette grille, pratiquement sans dépense d'énergie, permettait d'obtenir une variation de tension sur la plaque beaucoup plus importante. Il y avait donc là le premier amplificateur de tension statique. On a vu tout de suite l'utilisation possible de ce tube pour les communications à distance sans support réel, la T.S.F. était née, d'où le nom d'« Audion » donné à cette triode.

Pratiquement jusqu'en 1939 la seule utilisation à grande échelle de cette technique des tubes à vide n'a consisté que dans la transmission des signaux d'abord, de la voix ensuite, à des distances de plus en plus importantes. C'est le domaine des télécommunications.

Pendant la guerre seulement, on a pensé que ces systèmes pouvaient servir à autre chose que la transmission à distance de la pensée. On a commencé à les utiliser, timidement d'ailleurs au début, puis de plus en plus, dans des commandes à distance, des relevés d'informations, des systèmes de calculs, etc... Le mouvement ne fait que s'amplifier et on constate aisément, actuellement, que cette électronique des mesures, des calculs, et des commandes est de loin beaucoup plus importante que celle des télécommunications.

Le profane confond souvent les deux ou plutôt lorsqu'il parle « électronique » il sous-entend « radio ». Nous pensons qu'entre les deux les rapports sont minces quoi qu'il en semble à un esprit peu averti. Le seul point commun est pratiquement l'utilisation des mêmes composants. Il y a, en effet, aussi bien dans une commande de moteur Diesel que dans un poste récepteur de radio ou de radar, les mêmes tubes, les mêmes transistors, les mêmes résistances... Mais là s'arrête la similitude. Les circuits utilisés sont complètement différents, les télécommunications sont le domaine des amplificateurs de tension ou de puissance, de la détection, alors que l'électronique est celui des bascules, sous toutes leurs formes, des amplificateurs de courant, des circuits différentiateurs ou intégrateurs, etc... Les formes de tension même sont différentes : la radio est le domaine de la sinusoïde, aussi pure que possible (on parle de « distorsion » lorsqu'elle ne l'est plus), l'électronique est celui des signaux continus, des tensions carrées, rectangulaires, en dent de scie, en triangle, des impulsions, etc... mais rarement des signaux sinusoïdaux.

Nous parlerons, bien entendu, dans notre étude des amplificateurs de tension, sans déformation, auxquels nous fournirons des signaux sinusoïdaux, mais la majeure partie en sera tenue par ces systèmes qui fourniront ces signaux curieux qui permettent de commander une machine ou de connaître par exemple la température d'un palier de turbine.

Ces deux électroniques ont continué à se développer après 1945 côte à côte avec les tubes à vide d'abord puis à partir de 1950 avec les semi-conducteurs (le transistor a pris naissance en 1948). Ceux-ci ont très vite supplanté ceux-là, leur fonctionnement est peut-être un peu plus complexe, du moins dans le domaine de l'amplification, mais leur utilisation est beaucoup plus simple : plus de filament à chauffer, plus de tensions de l'ordre de centaines de volts, ils sont en général très peu gourmands, quelques volts leur suffisent (nous connaissons des montages qui marchent fort bien avec 1 volt) ainsi que quelques milliampères, leur volume est très faible, ils craignent très peu les chocs et les vibrations, leur durée de vie n'est peut-être pas illimitée, mais elle est toutefois fort longue, bien supérieure à celle des tubes. En contrepartie ils ont horreur de la chaleur. Un semi-conducteur germanium supporte mal des températures ambiantes de 70°C, un semi-conducteur silicium admet actuellement avec les techniques modernes des températures de l'ordre de 150-170°C, c'est un maximum. Il est évident qu'on poussera plus loin, dans les années à venir, ces limites de température, comme on les a améliorées dans les quatre ou cinq dernières années. Les dimensions également s'améliorent, on est passé insensiblement du tube au transistor, puis au module et on arrive actuellement au micro-module. On arrive à faire tenir, en particulier dans la technique des ordinateurs, par exemple trois transistors et trois résistances avec leurs supports dans un morceau de silicium du diamètre d'une tête d'épingle.

Encore un mot pour en terminer avec ces préliminaires qui paraîtront peut-être longs mais que nous avons jugé nécessaires pour poser le problème.

Que nos lecteurs ne croient pas, après la lecture de ces quelques lignes sans prétention, tout connaître sur la question. L'électronique est une technique qu'il faut étudier sans relâche (pour celui que cela intéresse du moins), elle se modifie constamment, tous les deux ou trois mois on voit apparaître un nouveau composant sur le marché et ce composant est immédiatement utilisé dans l'industrie.

Dans un monde où plus rien n'est statique, l'électronique est certainement la technique qui évolue le plus rapidement.

C'est peut-être ce qui fait son intérêt.

Rappels - Conventions d'écriture

On connaît la définition d'une force électromotrice et celle d'une tension ou différence de potentiel.

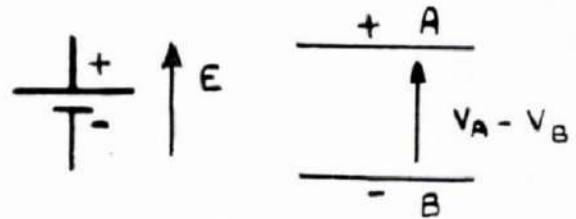


Fig. 1

On les schématisera par une flèche dirigée du — au + de la force électromotrice, ou dans le cas d'une tension du point dont le potentiel est moindre vers celui dont le potentiel est le plus élevé.

Dans notre exemple $V_A - V_B$. La différence de potentiel $V_A - V_B$ s'écrit aussi conventionnellement V_{AB} .

Loi d'OHM généralisée

Dans une maille fermée la somme des f.é.m. et des chutes de tension est nulle à condition de choisir un sens de parcours dans la maille et de considérer comme positives les f.é.m. ou différences de potentiel qui remontent le potentiel dans le sens du parcours (on se déplace alors dans le sens de la flèche du paragraphe précédent) et négatives celles qui font descendre le potentiel (on se déplace alors en sens inverse de la flèche).

Exemple

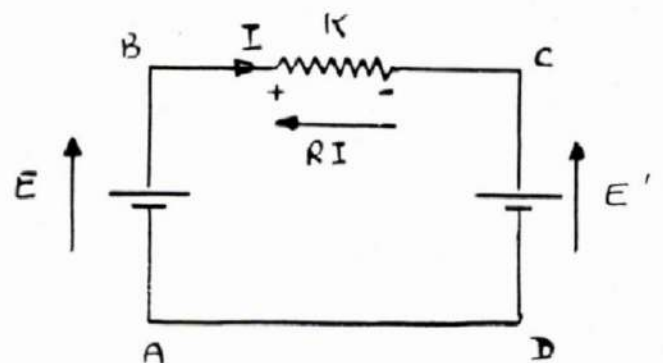


Fig. 2

On prend le sens de parcours A B C D A et on choisit un sens arbitraire de courant I. Dans R, le courant I produit une chute de tension positive vers B, négative vers C (le courant conventionnel se déplace du + au —).

D'où l'équation :

$$E - RI - E' = 0 \text{ ou } I = \frac{E - E'}{R}$$

Si $E - E' > 0$, $E > E'$ I est > 0 , le courant a bien le sens choisi.

Si $E - E' < 0$, $I < 0$ le courant se déplace en sens inverse.

Le résultat est évident dans notre exemple. Dans beaucoup de cas ce résultat est beaucoup moins évident mais on est certain de le trouver par l'application de cette règle très simple.

Conventions d'écriture

Dans beaucoup de systèmes électroniques, en particulier dans les systèmes amplificateurs, on trouve superposés à la fois :

a) des tensions et des courants continus qui constituent la polarisation du système,

b) des tensions et courants variables en fonction du temps qui constituent les signaux d'entrée et de sortie.

Ces deux ensembles se superposant au même instant dans le système, il en découle la nécessité d'une convention d'écriture qui permette d'indiquer, à un instant donné, la grandeur à laquelle on se réfère.

Exemple

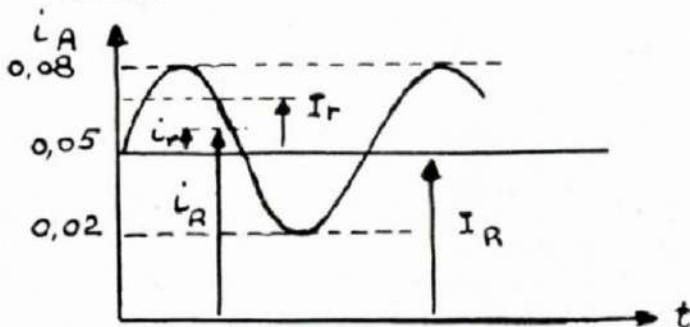


Fig. 3

Supposons qu'on applique à une résistance $R = 100$ ohms une tension continue de 5 volts à laquelle on superpose une tension alternative de valeur maximum 3 volts.

La courbe du courant qui parcourt cette résistance en fonction du temps à l'allure de la figure 3.

Un courant quelconque sera désigné par la lettre I majuscule ou minuscule et un indice majuscule ou minuscule qui indiquera le composant ou la partie de composant dans laquelle circule la grandeur considérée. La convention est la suivante :

Lettre	Indice	Exemple	Grandeur
Majuscule Majuscule	I_R		Valeur continue
Majuscule Minuscule	I_r		Valeur efficace alternative ici
			$\frac{3}{100 \sqrt{2}} = 0,0212 \text{ A}$
Minuscule Majuscule	i_R		Valeur instantanée continue + variable
Minuscule Minuscule	i_r		Valeur instantanée variable

On a, évidemment, à chaque instant :

$$i_R = I_R + i_r$$

Quadripôles

Nous aurons parfois besoin d'utiliser des quadripôles, sans nous lancer, bien entendu, dans leur théorie mathématique.

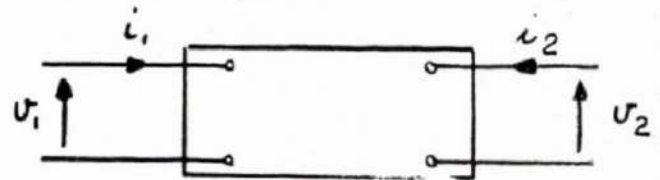


Fig. 4

Par définition un quadripôle est un système électrique, dans le cas qui nous intéresse, qui possède deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie.

On le schématise par un rectangle avec ses quatre électrodes.

Si on applique une tension à l'entrée v_1 il apparaît généralement un courant d'entrée i_1 , ainsi qu'une tension v_2 à la sortie et un courant i_2 à la sortie.

On adopte comme sens positifs des tensions et des courants les sens indiqués sur la figure.

Si, à un instant quelconque, une tension ou un courant a le sens inverse de celui indiqué sur la figure il sera considéré comme négatif.

COMPOSANTS PASSIFS RESISTANCES

Une résistance est déterminée par plusieurs facteurs :

- sa valeur nominale indiquée sur la résistance elle-même par un code expliqué plus loin,
- sa tolérance de $\pm 20 \%$ à $\pm 0,5 \%$,
- la puissance qu'elle peut dissiper à une température indiquée, généralement 25°C .
- sa température maximum d'utilisation au-dessus de laquelle elle ne peut plus dissiper de puissance.

Seuls les trois premiers facteurs sont généralement connus.

I. — Résistances agglomérées au carbone

Elles se présentent sous la forme de bâtonnets cylindriques constitués de grains de carbones agglomérés par un liant. Elles ont de quelques mm à quelques cm de longueur et sont vernies. Les sorties se font généralement par fils axiaux.

II. — Résistances à couches de carbone

Fin dépôt de carbone sur un support de porcelaine, le tout émaillé et cuit au four.

Ces résistances sont plus coûteuses que les précédentes, mais sont plus stables.

III. — Résistances à couche métallique

Composées, sur un support de céramique, d'une couche métallique très fine obtenue par évaporation sous vide et protégées par un moulage de résine époxy.

Toutes les résistances précédentes ont des puissances à température ambiante qui s'étagent entre 1/4 W et 10 W.

Leurs valeurs sont indiquées sur le corps même de la résistance par un ensemble de quatre anneaux colorés qui, partant d'une extrémité, indiquent successivement :

- le premier, un chiffre
- le deuxième, un chiffre
- le troisième, une puissance de 10
- le quatrième, la tolérance.

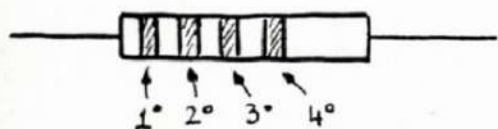


Fig. 5

Le code des couleurs est le suivant :

Couleur	1 ^{er} et 2 ^{me} chiffres	3 ^{me} chiffre
Noir	0	$10^0 = 1$
Brun	1	10
Rouge	2	10^2
Orange	3	10^3
Jaune	4	10^4
Vert	5	10^5
Bleu	6	10^6
Violet	7	
Gris	8	
Blanc	9	

Le 4^{me} anneau est : Argent : précision 10 %
 Or : précision 5 %
 Rouge : précision 2 %
 Brun : précision 1 %

Si le 4^{me} anneau n'existe pas la précision est de 20 %.

Exemple

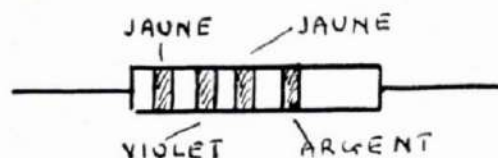


Fig. 6

$4.7 \cdot 10^4$ à 5 % = 470 K Ω à 5 %.

Il existe une série de valeurs de résistances normalisées.

IV. — Résistances bobinées

Constituées d'un fil de constantan ou de manganin sur support bakélite ou verre pour les résistances de précision, ou par un fil de nickel-chrome sur un mandrin de porcelaine ou stéatite pour les résistances à forte dissipation. Dans ce dernier cas, la résistance peut être bobinée :

- nue : dissipation entre 10 W et 500 W,
- émaillée : dissipation entre 3/4 W et 180 W,
- cimentée : dissipation entre 3/4 W et 180 W,
- vitrifiée : dissipation entre 5 W et 1.000 W.

Le marquage de ces résistances se fait en général en clair sur le corps de la résistance.

V. — Potentiomètres

Ce sont de petits rhéostats potentiométriques de forme circulaire en général.

Potentiomètres bobinés

Le fil résistant est enroulé sur un mandrin constitué d'une mince bande isolante. Un balai lié à l'axe se déplace sur le fil.

La variation de résistance peut être, en particulier :

- proportionnelle à l'angle de rotation (potentiomètres linéaires),
- proportionnelle au logarithme de l'angle de rotation (potentiomètres logarithmiques).

Leur précision est généralement de 5 ou 10 %.

Leur dissipation maximale : 8 W.

Potentiomètres bobinés de puissance

Le fil est enroulé sur un anneau en céramique et le bobinage est vitrifié à haute température.

Dissipation maximale : 1.000 W.

Potentiomètres au carbone

Ils sont obtenus par projection de carbone colloïdal sur un support en bakélite.

Certains sont très bon marché mais peuvent présenter de mauvais contacts au curseur.

Les types professionnels sont constitués de couches de carbone projetées sur un support moulé. La rotation se fait alors sans crachement et leur durée de vie est beaucoup plus grande que celle des précédents.

Dissipation maximale : 2 W.

THERMISTANCES

Ou résistances à coefficient de température négatif (CTN) et les résistances non linéaires (VDR).

Nous en parlerons avec les semi-conducteurs.

CONDENSATEURS

En régime statique un condensateur est déterminé par :

- a) sa capacité nominale,
- b) la tolérance sur cette capacité,
- c) la tension nominale en continu qu'on peut lui appliquer en régime permanent,
- d) sa plage de température d'utilisation,
- e) le coefficient de température

$$\alpha = \frac{\Delta C}{C \Delta t}$$

- f) la résistance de fuite de l'isolement.

Il est, en effet, évident que la résistivité du diélectrique est très grande mais non infinie. Si donc le condensateur est chargé il a tendance à se décharger à travers la résistance de son diélectrique. On peut donc assimiler un condensateur réel à un condensateur parfait (sans fuite) comportant en parallèle sur ses armatures sa résistance de fuite ou résistance d'isolement.

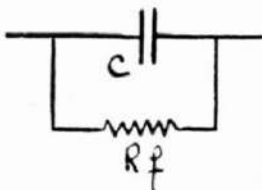


Fig. 7

En régime dynamique d'autres considérations interviennent, par exemple les pertes dues à l'hystérésis électrique.

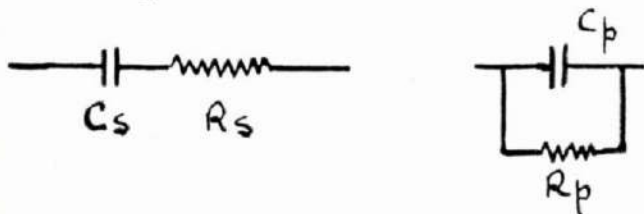


Fig. 8

Toutes ces pertes peuvent être schématisées par une résistance série ou parallèle.

On appelle angle de pertes δ , l'angle défini par

$$\tan \delta = \frac{R_s}{C_p R_p \omega} = \frac{R_s}{C_s \omega} = \text{facteur de qualité.}$$

Condensateurs fixes

1. Bobinés au papier

Les armatures sont des rubans d'aluminium ou d'étain enroulés sur des rubans de papier imprégné d'huile minérale ou synthétique de cire ou d'araldite.

Valeur maximale $10 \mu F$, $\tan \delta < 10^{-2}$ à 1 kHz

2. Condensateurs bobinés sur film plastique

Obtenus par métallisation sur un film plastique qu'on bobine. Le film peut être :

- du styroflex,
- du mylar.

Ils sont caractérisés par une très bonne tenue à la température.

Valeur maximale : $5 \mu F$.

Résistance d'isolement : $10^7 M \Omega$ (styroflex)
 $5.10^5 M \Omega$ (mylar)

3. Condensateur au mica

Obtenus par métallisation d'argent sur des feuilles de mica.

Ils sont peu encombrants, mais coûteux et peuvent être utilisés jusqu'à des fréquences de $10^4 M Hz$.

Valeur maximale : 100 nF

$\tan \delta < 10^{-3}$ à 1 M Hz

4. Condensateurs céramiques

Formés d'un diélectrique de céramique (ex. titanate de baryum) de formes diverses sur lequel sont déposées deux couches d'argent, l'ensemble étant recouvert d'une peinture cuite au four.

Valeur maximale : 100 nF

$\tan \delta < 10^{-3}$ à 1 M Hz

Résistance d'isolement $> 10^4 M \Omega$

5. Condensateurs électrolytiques :

Electrodes d'aluminium

Les électrodes sont constituées l'une par une feuille d'aluminium, l'autre par un électrolyte immobilisé par une feuille de papier buvard spécial ou un gel de silice par exemple et une autre feuille d'aluminium. L'électrolyse de l'ensemble attaque l'anode en formant une mince couche d'aluminium qui est diélectrique.

On obtient ainsi des capacités importantes sous de faibles volumes.

Valeur maximale : $10^4 \mu F$ sous quelques volts.

Résistance de fuite : quelques $M \Omega$.

Ils sont, bien entendu, polarisés et doivent être utilisés dans le sens correct. Les petits condensateurs ont l'anode peinte en rouge (à relier au point de potentiel le plus élevé), pour les plus gros l'enveloppe extérieure est en général la cathode (à relier au point de potentiel le plus faible).

Electrodes de tantale

Même conception que les précédents mais l'anode est en poudre de tantale et l'électrolyte est un acide.

On obtient des capacités très importantes sous de très faibles volumes.

Condensateurs variables

Le plus souvent ce sont des condensateurs à air utilisés pour l'accord des circuits résonnants (radio).

Valeur maximale : 500 pF

$\text{tg } \delta < 5 \cdot 10^{-4}$ à 1 M Hz

Résistance d'isolement 10^4 M Ω environ.

BOBINAGES

Un bobinage est caractérisé :

- par son coefficient d'auto-induction L,
- sa précision,
- sa résistance.

On peut définir comme pour un condensateur : un angle de perte, un facteur de qualité, une résistance représentant les pertes dans le bobinage.

Les pertes sont de trois sortes :

- pertes par effet Joule dans les fils du bobinage,
- pertes par courants de Foucault dans le noyau magnétique s'il est conducteur,
- pertes magnétiques par hystérésis dans le noyau.

Bobinages H.F.

Inductances à air

Sans noyau magnétique. Elles sont utilisées dans les circuits très amortis (amplificateurs à large bande), ou dans les circuits oscillants, leur résistance devant alors être la plus faible possible.

Gamme de fréquence : 100 k Hz à quelques centaines de M Hz.

Les plus utilisées sont :

- a) en basse fréquence les solénoïdes en nids d'abeilles à couches multiples ;
- b) aux fréquences plus élevées les solénoïdes à une ou plusieurs couches ;
- c) on utilise aussi parfois des bobines torçales si leur champ ne doit pas perturber d'autres bobines proches.

Inductances à fer

Il apparaît, dans ces inductances, par opposition à celles à air :

- des pertes par hystérésis proportionnelles à la fréquence ;
- des pertes par courants de Foucault, proportionnelles à f^2 .

Pour diminuer ces dernières les noyaux sont constitués :

- a) soit par des poudres de fer agglomérées ou

des poudres d'alliages à grande perméabilité (Permalloys). Ce sont des substances isolantes artificielles dont les grains sont mélangés à un liant non magnétique (bakélite) qui confèrent à l'ensemble des propriétés mécaniques suffisantes pour le moulage. Les grains ont de quelques micromètres à quelques dizaines de micromètres de diamètre.

Les pertes par courants de Foucault sont faibles mais la perméabilité apparente également à cause de la résine non magnétique.

b) soit par des ferrites substances isolantes naturelles dont la plus simple est la magnétite ou oxyde de fer magnétique $\text{Fe}^2 \text{O}^3$.

On utilise souvent des ferrites mixtes :

- soit manganèse, zinc : ferroxcube 3 utilisable jusqu'à quelques M Hz,
- soit nickel, zinc : ferroxcube 4 utilisable jusqu'à quelques centaines de M Hz.

Bobinages B.F.

Ce sont des bobinages à tôles magnétiques minces isolées entre elles pour minimiser les courants de Foucault.

La nature des tôles dépend de l'usage auquel est destiné le bobinage et des performances exigées.

a) alliages fer-silicium :

Silicium < 3 % transformateurs d'alimentation courants,

Silicium > 3 % transformateurs d'alimentation de qualité,

b) alliages fer-silicium à grains orientés par laminage à froid :

transformateurs d'alimentation à faible encombrement,

c) alliages fer-nickel (anhyster) :

transformateurs de liaison et d'adaptation B.F. bobines d'inductances B.F.,

d) alliages fer-nickel-cuivre (mumetal) :

transformateurs fonctionnant à bas niveau.

Utilisation des transformateurs

On peut distinguer :

1° Les transformateurs d'alimentation fonctionnant à 50 Hz ou 400 Hz dont le rôle est double :

- a) fournir les tensions nécessaires aux montages,
- b) isoler les circuits connectés aux secondaires du secteur de distribution.

2° Les transformateurs pour fréquences acoustiques qui doivent transmettre sans atténuation une bande de fréquence qui s'étend de 15 Hz environ à 20 k Hz.

Leurs principales utilisations sont les suivantes :

- a) transformateurs de sortie réalisant une adaptation d'impédance entre la sortie d'un montage et le système commandé (exemple : haut-parleur) ;

b) transformateurs de couplage assurant la liaison entre étages ;

c) transformateurs réalisant un isolement pour le continu.

Un bon transformateur est un appareil assez cher, encombrant et lourd, aussi la technique s'oriente de plus en plus dans ces trois derniers cas vers la réalisation de montages d'où les transformateurs disparaissent.

Nous en avons cependant dit quelques mots car il est, parfois, impossible de les supprimer et force est bien de les utiliser.

Dans le prochain article, après quelques rappels de la théorie actuelle de la matière, nous décrirons les composants actifs à base de semi-conducteurs, tout au moins les principaux de ceux qui existent actuellement.

Nous les décrirons succinctement et montrerons surtout leurs caractéristiques avant de passer à leurs applications.

M. DELAGE,

Professeur principal
de l'Enseignement Maritime,
Professeur à l'Ecole de Nantes

LE MOUILLAGE DES SAINTES

C'est la de remonter de l'histoire de nos saints de la lecture des œuvres de l'Écriture. Nos saints ne sont pas des saints. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

On s'aperçoit vite, alors, que la vie de nos saints n'est pas une vie de saint. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente. C'est ainsi que l'Écriture nous les présente.

BULLETIN DE LIAISON

des Élèves et Anciens Élèves

1. Les saints de l'Écriture

2. Les saints de l'Écriture

3. Les saints de l'Écriture

4. Les saints de l'Écriture

5. Les saints de l'Écriture

6. Les saints de l'Écriture

LE MOUILLAGE DES SAINTES

Combien de vocations de marin sont-elles nées de la lecture des exploits de Surcouf, Nau l'Olonnois ou Morgan ! C'est ainsi que l'on se retrouve, un beau jour, emporté par un navire vers des rivages qui n'ont rien d'inconnu pour tout marin accompli.

On s'aperçoit vite, alors, que la réalité ne dépasse pas toujours la fiction et que même les anciens fiefs des corsaires d'antan ne sont pas toujours d'une grande poésie. Mais ne noircissons pas cette réalité avec un plaisir morbide. La navigation réserve quelquefois à ses humbles serviteurs d'agréables surprises... Ainsi par exemple, peut-être aurez-vous un jour l'occasion de recevoir un télégramme vous enjoignant d'aller mouiller aux Saintes.

Géographiquement ce petit groupe d'îles et d'îlets est situé au sud de la Guadeloupe à environ une heure de route de Basse-Terre, la préfecture. Les quatre îles principales en sont la Terre d'en haut, la Terre d'en bas, l'Îlet à Cabrit et le Grand Îlet. Le seul vrai village est situé sur la Terre d'en haut. Sur l'Îlet à Cabrit on trouve un lazaret et un hôtel, dont les lumières peuvent servir d'amer

aux navigateurs. Un service de vedettes, « La Saintoise » et l'« Antarès », assure tous les jours la liaison entre le bourg des Saintes et Basse-Terre. Ces vedettes sont d'ailleurs appelées paquebots par la population locale, comme par Radio-Guadeloupe.

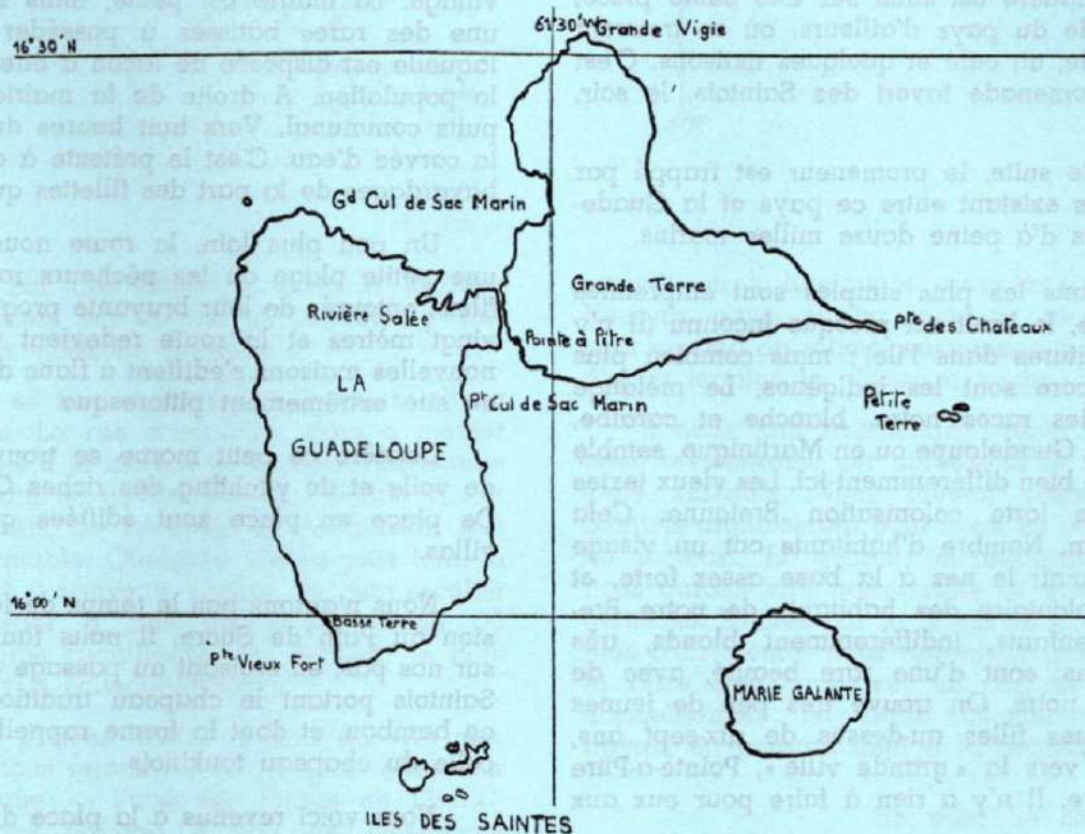
Le lieu de mouillage se situe en face du bourg des Saintes, sous le vent. On y accède par la Passe du Pain de Sucre, très saine. Le seul haut fond est balisé par une bouée qui ne porte pas de feu.

Le moyen le plus simple de se présenter correctement est de garder l'église du bourg au 90° vrai.

On mouillera à 0', 3 de l'église après être venu sur la gauche, et ayant alors celle-ci au 110°. Ce point de mouillage est d'ailleurs utilisé tous les ans par la « Jeanne d'Arc », le croiseur-école français.

Il faudra veiller à l'évitement du navire afin que l'arrière n'aille pas sur le haut-fond.

En période d'alizés, un courant de sud-ouest assez fort, traversant la passe de la Baleine permet



D'après Carte 1003

au navire de rester évité entre le 30° et le 90° vrai environ.

Pour quitter le mouillage, il sera commode de prendre la passe de la Baleine, qui est assez saine. Une chapelle à côté d'un calvaire fournira un amer sûr pour prendre des relèvements de l'arrière.

Mais ne quittons pas tout de suite le pays. Il nous reste encore à le découvrir.

La vedette du bord nous amène à l'appontement du bourg en quelques minutes. Long de trente mètres, muni d'escaliers de chaque bord, il est facile d'accès. Il baigne dans une eau très claire. De chaque côté, sur le rivage, les barques des pêcheurs sont alignées. Elles portent des noms célèbres « La Résolue », « Arcturus », etc... qui montrent que la Marine Nationale visite souvent le pays. Les barques saintoises, pour légères qu'elles soient, n'ont pas la finesse des « gommiers » martiniquais.

La pêche est la seule ressource de l'île. Elle est encore pratiquée d'une manière assez primitive. Un grand filet est élongé dans la baie, et un groupe de nageurs rabat le poisson en tapant sur l'eau et en faisant le plus de bruit possible. Le moteur hors-bord fixé à l'arrière des barques est le témoin unique de la lente modernisation des procédés de pêche autochtones.

Le débarcadère est situé sur une petite place, la plus grande du pays d'ailleurs, où se trouvent la gendarmerie, un café et quelques maisons. C'est le lieu de promenade favori des Saintois, le soir, à la fraîche.

Et, tout de suite, le promeneur est frappé par les différences existant entre ce pays et la Guadeloupe, distants d'à peine douze milles marins.

Les maisons les plus simples sont empreintes de coquetterie, le bruit est presque inconnu (il n'y a pas dix voitures dans l'île) ; mais combien plus étonnants encore sont les indigènes. Le mélange traditionnel des races noire, blanche et caraïbe, si commun en Guadeloupe ou en Martinique, semble s'être effectué bien différemment ici. Les vieux textes parlent d'une forte colonisation Bretonne. Cela semble certain. Nombre d'habitants ont un visage où l'on reconnaît le nez à la base assez forte, et le menton volontaire des habitants de notre Bretagne. Les enfants, indifféremment blonds, très clair ou bruns, sont d'une rare beauté, avec de grands yeux noirs. On trouve très peu de jeunes gens ou jeunes filles au-dessus de dix-sept ans, car ils vont vers la « grande ville », Pointe-à-Pitre ou Basse-Terre. Il n'y a rien à faire pour eux aux Saintes.

Le langage indigène surprendra aussi le visiteur habitué au pittoresque parler Guadeloupéen. Si

l'on trouve des habitants usant du créole, on en trouve aussi de nombreux, jeunes ou vieux, parlant un français très pur, avec un accent rappelant celui des paysans des Côtes-du-Nord. Les Saintois sont d'ailleurs très affables et renseignent le touriste avec empressement.

Une autre différence avec la Guadeloupe, est la sécheresse relative du climat. Il est fréquent de voir les nuages crever sur la Soufrière, au-dessus de Basse-Terre, alors que sur les Saintes le temps reste parfaitement sec.

Quittons le débarcadère et empruntons la grand'rue vers la droite. Nous passons devant une maison typiquement basque, pour nous diriger vers l'église.

Sur la gauche monte un chemin à peine praticable. Il passe devant le « Star », seul hôtel du pays. Celui-ci offre une agréable terrasse dominant toute la baie et permettant de voir les restes du Fort Napoléon, situé sur un morne (mont) surplombant le village. C'est là sans doute un reste des guerres qui eurent lieu aux Antilles il y a un siècle. Le chemin continue et permet d'aller à deux plages : le Marigot et Pont-Pierre. De l'avis des spécialistes avertis, ces deux plages sont d'une grande beauté. Cependant, attention aux oursins !

En retournant vers l'église et sur la route principale, nous arrivons sur la savane ou place du village. La mairie est petite, mais moderne. C'est une des rares bâtisses à posséder la télévision, laquelle est disposée de façon à être vue par toute la population. À droite de la mairie se trouve le puits communal. Vers huit heures du matin a lieu la corvée d'eau. C'est le prétexte à d'innombrables bavardages de la part des fillettes qui l'effectuent.

Un peu plus loin, la route nous conduit vers une petite plage où les pêcheurs ramendent leurs filets, entourés de leur bruyante progéniture. Encore vingt mètres et la route redevient un sentier. De nouvelles maisons s'édifient à flanc de colline, dans un site extrêmement pittoresque.

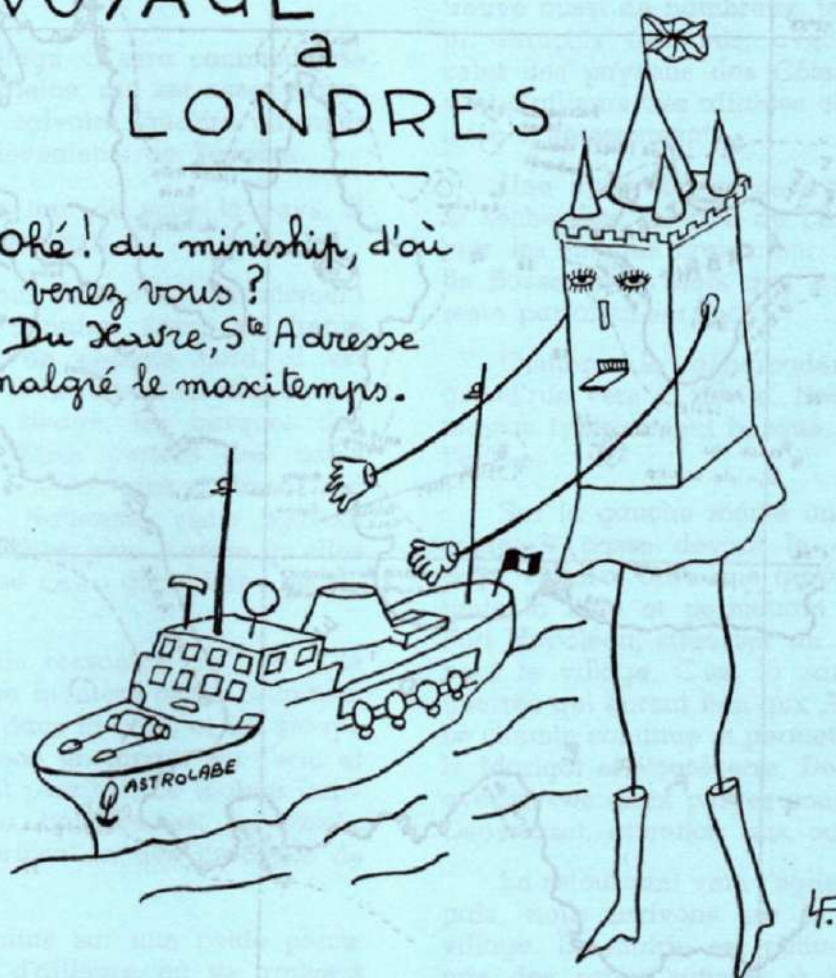
Derrière ce petit morne se trouvent des clubs de voile et de yachting des riches Guadeloupéens. De place en place sont édifiées quelques belles villas.

Nous n'aurons pas le temps de faire une excursion au Pain de Sucre, il nous faut donc revenir sur nos pas, en croisant au passage quelques vieux Saintois portant le chapeau traditionnel du pays, en bambou, et dont la forme rappelle quelque peu celle du chapeau tonkinois.

Nous voici revenus à la place du débarcadère, et cette fois, nous allons explorer la grand'rue vers la gauche. C'est là que se trouve le centre commercial : deux petites épiceries, très propres d'ail-

VOYAGE à LONDRES

Ohé! du miniship, d'où
venez vous?
Du Havre, St Adresse
malgré le maxitemps.



L'esprit libéré par la fin des compositions trimestrielles, les Elèves officiers au long cours et les Elèves officiers mécaniciens ont bouclé leurs bagages le lundi 27 février au soir en vue d'embarquer le lendemain matin sur « L'Alidade » et « L'Astrolabe », navires-école de l'école d'hydrographie du Havre en compagnie de M. Hervieu, directeur et de M. Fortin, sous-directeur, qui ont bien voulu les accompagner.

Port de destination : Londres, atteint après une dure traversée, éprouvante pour les élèves promus tour à tour chefs de quart pour l'occasion.

Nous avons découvert un port aux aspects inhabituels, des entrepôts aux consonances exotiques, le tout sur une toile de fond d'industries lourdes dégageant des fumées grasses. Dieu merci, à mesure que nous remontions la rivière, le soleil perçait à travers la couche de nuages et les usines faisaient place aux monuments historiques dispersés entre les immeubles d'habitation. En même temps cette curieuse atmosphère nous envahissait qui rend l'Angleterre si agréable aux Français et qui est due aux charmes certains de ce pays, en particulier d'un caractère profondément étranger. Oui, nous allions passer un bon séjour...

À peine la manœuvre d'accostage était-elle terminée que les élèves passaient la coupée, remar-

quablement à l'aise dans leur uniforme... La liberté de manœuvre qui lui a été accordée a permis à chacun de découvrir Londres à sa façon et de représenter dignement le continent à Buckingham Palace, Westminster Abbey et aussi Piccadilly Circus.

Le jeudi 2 mars, visite du port de Londres en compagnie de Mrs Cartor, hôtesse de la ville, à la voix très agréable pour des oreilles françaises... Le vendredi matin Greenwich et son méridien nous accueillait sous un vent violent. Enfin, l'après-midi, le musée de la Marine, dernière visite organisée.

Le soir de ce même jour, les amarres sont larguées sous les tours de Tower Bridge, poste d'amarrage au site remarquable, très bien situé en pleine ville. Les élèves de quart à ce moment-là ont eu l'avantage de profiter du très joli spectacle offert par la descente de la Tamise, éclairée par tous les feux de la grande cité.

Le retour s'est bien déroulé et chacun a retrouvé ses habitudes, très heureusement coupées par ce petit intermède.

Une expérience à renouveler...

E.O.L.C. VANDENBERGHE

Nous étions

à Makaroff...

Au cours de l'année 66-67, parmi les réalisations de l'Association des élèves de l'E.N.M.M. du Havre, on retiendra sans doute l'envoi d'une délégation à Léninegrad, ville jumelée avec Le Havre.

En effet, la plus importante école de Marine Marchande Soviétique a son siège à Léninegrad. C'est l'Institut Supérieur des Ingénieurs de la Marine Marchande Makaroff, ou plus brièvement école Makaroff.

La délégation avait pour mission de recueillir le maximum de renseignements sur l'enseignement maritime, la flotte et la vie soviétique dans un esprit de réciprocité et dans le cadre des contacts humains, de la compréhension mutuelle.

Partis à dix de Paris, le 22 mars au soir, nous arrivions à Léninegrad le 27 après-midi, après une escale de deux jours à Varsovie. Dès le premier instant, sur le quai de la gare, nous pouvons nous rendre compte de l'accueil extrêmement chaleureux qui nous sera réservé pendant tout notre séjour par la Direction et les élèves de l'école Makaroff, les représentants du Soviet, les interprètes, la presse et bien d'autres...

A l'Ecole Makaroff, le Directeur, les professeurs, l'Association des élèves (Komsomol) mirent tout en œuvre pour satisfaire pleinement notre curiosité. Les deux mille cinq cents élèves disposent d'un matériel abondant et moderne. Citons entre autres, la place manquant, le Planétarium, les calculatrices électroniques, les laboratoires de recherche, la station radio amateur, les trois voiliers de 1300 tx, les deux navires à moteurs...

Une visite des installations portuaires et d'un des derniers nés de la flotte soviétique, le « Kom-

somol Latvi », illustra un exposé du Directeur du Port.

Et quelle révélation que la découverte de cette éblouissante cité de Pierre 1^{er} dont les trésors artistiques ont été sauvés de la dernière guerre ou restaurés ! Et le Palais d'Hiver illuminé, et l'Ermitage, et la Néva bordée de palais, autant de merveilles qui par leur richesse et leur beauté font de Léninegrad un authentique joyau de l'art Européen des XVIII^{me} et XIX^{me} siècles !

C'est à regret qu'après une semaine de séjour seulement nous quittons Léninegrad. Mais les nombreuses rencontres faites pendant le long retour en train ont un peu prolongé l'enchantement.

Et c'est le 5 avril au matin que nous retrouvons Paris, riches d'une documentation très complète, de souvenirs inoubliables et enthousiasmés de notre voyage.

Espérons que dans un proche avenir, il s'avérera possible d'inviter au Havre nos amis soviétiques qui n'ont ménagé aucun effort, aucun moyen pour rendre notre séjour agréable, passionnant et fructueux.

Terminons en remerciant vivement tous ceux qui ont aidé l'Association des Elèves à réaliser ce voyage, notamment le Soviet de Léninegrad, la Municipalité du Havre, l'Association France-U.R.S.S., et la Direction de l'E.N.M.M. du Havre.

Jean MARTY,

Vice-Président de
l'Association des Elèves

Notre Carnet

CARNET ROSE

C'est avec plaisir que nous faisons part à nos lecteurs de la naissance de :

Denis, né le 29 novembre 1966 au foyer de M. et Mme CALBOURDIN (Le Havre).

Ludovic, né le 13 décembre 1966, au foyer de M. et Mme BOUCHET (La Vallette).

Gaelle, née le 25 décembre 1966, au foyer de M. et Mme LE ROUX (Les Sables-d'Olonne).

Marie-Gabrielle, née le 9 mars 1967, au foyer de M. et Mme PAOLI (Notre-Dame-de-Gravenchon).

Pierre, né le 9 mars 1967, au foyer de M. et Mme AUDREN DE KERDREL (Le Havre).

Christophe, né le 28 mars 1967, au foyer de M. et Mme OGOR (Paimpol).

CARNET BLANC

Nous avons le plaisir de faire part des mariages suivants :

M. Gilbert GUILLEMOT et Mlle Marie-Hélène GILLET, le 20 décembre 1966, à Saint-Gildas-d'Auray.

M. Claude SORBA et Mlle Brigitte VAN KEMPEN, le 22 décembre 1966, à Saint-Omer.

M. Jacques-Paul FREUND et Mlle Marie-Françoise SPIESS, le 7 janvier 1967, à Sainte-Adresse.

DISTINCTIONS

Nous avons relevé au J.O. :

Le 22 décembre 1966 : la promotion de M. René HERVIEU, professeur en Chef de 1^{re} classe de l'Enseignement Maritime, Directeur de l'E.N.M.M. du Havre, au grade d'Officier de l'Ordre National du Mérite.

La nomination de M. Roger BOURBON, professeur en Chef de 2^{me} classe de l'Enseignement Maritime, au grade de Chevalier de l'Ordre National du Mérite.

Le 31 décembre 1966 : les inscriptions au tableau d'avancement de MM. :

Jean LEOPOLD-LEGER, pour le grade de professeur en Chef de 1^{re} classe (hydrographie) ;

Pierre PONTOIZEAU, pour le grade de professeur en Chef de 1^{re} classe (hydrographie) ;

Jean RICHARD, pour le grade de professeur en Chef de 1^{re} classe (mécanicien) ;

Michel LOYER, pour le grade de Professeur en Chef de 2^{me} classe (hydrographie) ;

Robert CARTON, pour le grade de professeur en Chef de 2^{me} classe (mécanicien) ;

Henri LE BAS, pour le grade de professeur Principal (hydrographie).

Le 29 janvier 1967 : la promotion au grade de professeur de 1^{re} Classe de l'Enseignement Maritime de MM. : Jean GAUTHIER, Yves MICHOTTE, Pierre DUCASSE.

Le 24 février 1967 : la nomination au grade de Chevalier du Mérite Maritime de MM. : Albert MICHELON, professeur en Chef de 1^{re} classe ; Claude PIARD, professeur en Chef de 2^{me} classe.

Le 11 avril 1967 : les promotions :

Au grade d'Administrateur en Chef de 1^{re} classe de l'Inscription Maritime de M. Pierre QUEMERE, professeur à l'E.N.M.M. du Havre ;

au grade de professeur en Chef de 1^{re} classe de l'Enseignement Maritime de M. Jean RICHARD, professeur à l'E.N.M.M. de Marseille ;

au grade de professeur en Chef de 2^{me} Classe de l'Enseignement Maritime, de M. Robert CARTON, professeur à l'E.N.M.M. de Nantes ;

au grade de professeur Principal de l'Enseignement Maritime de MM. Jean GAUTHIER, Henri LE BAS, Régis GUERIN, Adrien LE POLLES, Jean CHABERT.

A tous, nous présentons nos bien vives félicitations.

INFORMATIONS

Le J.O. du 20-21 mars 1967 a publié :

- Le décret n° 67-221 du 9 mars 1967 relatif à l'exercice des fonctions de capitaine, second capitaine et de lieutenant à bord des navires de pêche et de commerce.

- Le décret n° 67-222 du 9 mars 1967 relatif à l'exercice des fonctions de capitaine, patron, second ou lieutenant sur les navires de commerce, de pêche ou de plaisance.

Le J.O. du 5 avril 1967 a publié :

- Le décret n° 67-307 du 31 mars 1967 relatif à la formation professionnelle maritime.

- Le décret n° 67-308 du 31 mars 1967 relatif à la délivrance des titres de formation professionnelle maritime.

- Le décret n° 67-309 du 31 mars 1967 relatif aux conditions d'exercice de commandement et des fonctions d'officier à bord des navires de commerce.

Le J.O. du 29 mars 1967 a publié un arrêté de Monsieur le Ministre de l'Équipement relatif à l'ouverture d'un concours sur titres pour le recrutement de dix professeurs de l'Enseignement Maritime ainsi répartis :

Option A (astronomie-navigation) : 3 places ;

Option B (thermodynamique, machines et automatique) : 4 places ;

Option C (électricité-électronique et automatique) : 2 places ;

Option D (technique et commerce maritimes, anglais) : 1 place.

Rappelons à ce sujet que ces concours sont ouverts entre autres à Messieurs les Capitaines au long cours et officiers mécaniciens de Première Classe réunissant soit trois ans de navigation effective depuis l'obtention du brevet, soit possesseurs de la licence ès sciences comportant un certificat de physique ou de mathématiques.

Le J.O. du 13 avril 1967 publie un arrêté de Monsieur le Ministre de l'Équipement relatif à l'ouverture d'un concours pour le recrutement de 18 instructeurs techniques de l'Enseignement Maritime ainsi répartis par spécialité :

Mécaniciens : 8 places ;

Electriciens : 4 places ;

Electriciens (option radioélectricité et électronique) : 5 places ;

Timoniers-manceuvriers : 1 place.

Rappelons les conditions d'accès dans le corps des instructeurs techniques de l'Enseignement Maritime : 23 ans au moins et 40 ans au plus, avoir satisfait à ses obligations militaires, et justifier de cinq années d'activité professionnelle dans la spécialité, soit dans la Marine Nationale, soit dans la Marine de Commerce, soit dans l'industrie, soit dans le corps des agents de la surveillance des pêches maritimes.

Les candidatures relatives à ces concours sont à adresser à Monsieur le Secrétaire Général de la Marine Marchande, Inspection Générale de l'Enseignement Maritime, pl. de Fontenoy, Paris-7^{me}.

Chronique des Livres

Marine internal combustion engines

par N.V. Petrowsky

577 pages. Editeur : Mir, Moscou

Le docteur Petrowsky, titulaire de la chaire de moteurs à combustion interne à l'Ecole Supérieure de machines et de marine de Leningrad, est l'auteur de nombreux livres et publications sur les moteurs Diesel. Le présent ouvrage, édité en langue anglaise à Moscou, est distribué en Grande-Bretagne par : Central Books Ltd, 37, Grays Inn Road, London WC1.

(Prix : 27 s 6 d. Frais d'envoi : 3 s. 9 d.).

Les officiers mécaniciens y trouveront d'intéressants compléments aux connaissances acquises à l'école. La présentation soignée, les schémas clairs, le prix modéré rendent cet ouvrage attractif. Il comprend quatre parties :

- théorie du moteur ;
- dynamique du moteur ; organes principaux et leur calcul ;
- régulateurs et auxiliaires divers ;
- types de moteurs marins.

La première partie s'étend jusqu'à la page 240 et est presque entièrement consacrée aux notions classiques de cycles, bilans thermiques, puissance, essai des moteurs, combustion, transmission de la chaleur, suralimentation... Elle suppose une connaissance préalable de la thermodynamique : les démonstrations des formules de rendements de cycles théoriques n'y figurent pas. Par contre, méthodes et théories russes concernant le calcul des pertes de charge, de chaleur, etc, y sont abondamment exposées.

Dans la deuxième partie, la dynamique du système bielle et manivelle est traitée avec conci-

sion, ainsi que l'équilibrage des moteurs. Le calcul des arbres-manivelles est complété par un développement substantiel sur les vibrations de torsion.

Viennent enfin l'étude et le calcul des pistons, culasses, cylindres, bielles, plaques de fondation, organes d'injection, cames, etc.

La troisième partie traite brièvement des régulateurs, puis des soufflantes et compresseurs et enfin des auxiliaires tels que pompes de réfrigération, de graissage, filtres, silencieux...

Dans la dernière partie sont décrits des moteurs marins de conception soviétique ainsi que des types occidentaux : Sulzer, B. et W., Man, Doxford sous leur appellation russe.

Ces derniers sont malheureusement, en général, anciens et relativement dépassés (Sulzer, Rsad et non RD ; Man identique au type construit à Rostock en Allemagne orientale ; version Scott du Doxford). Une description intéressante est celle du moteur soviétique à pistons apposés (très proche du moteur américain Fairbanks-Morse).

L'ouvrage, qui se termine par un trop bref aperçu sur l'automatisation et la télécommande, est complété par une nomenclature selon les normes soviétiques des moteurs marins, des matériaux de construction et enfin un excellent index alphabétique.

Le texte anglais est correct et si, le choix de certaines expressions n'est pas toujours heureux, il ne devrait pas embarrasser le technicien. Je me garderai d'élever quelque critique à ce sujet, regrettant seulement l'absence d'une édition française de cet intéressant ouvrage.

A. MAILLET,

Professeur en Chef de 2^{me} classe

Avis aux Lecteurs

Cette revue est destinée à servir de lien sur le plan professionnel et amical à tous les anciens élèves de l'E.N.M.M. du Havre. Elle n'atteindra son but que si chacun y participe, en la lisant d'abord, en s'y abonnant ensuite, enfin et surtout en y collaborant, c'est-à-dire en faisant parvenir au secrétariat de la revue des articles, des faire-parts, des suggestions et même simplement une carte postale à l'occasion d'une escale.

(À détacher et à retourner à Revue « MARINE D'AUJOURD'HUI » E.N.M.M., Route du Cap, 76-STE-ADRESSE)

Le

(Nom et adresse)

déclare souscrire abonnement(s) de un an à la Revue « MARINE D'AUJOURD'HUI »

Ci-joint un ☐ chèque postal de Francs.

☐ chèque bancaire de Francs.

☐ mandat de Francs.

Au nom de Monsieur l'Intendant de l'E.N.M.M. - Route du Cap, 76-STE-ADRESSE.
C.C.P. 8410 64 A ROUEN

Représentant :

a) le prix de abonnements (1)

b) une participation de soutien de Francs.

(1) Prix de l'abonnement annuel : 8 F.

— sommaire —

	Pages
M. R. HERVIEU, Directeur de l'E.N.M.M.	
« Des lumières d'une « nuit » à celles des Etoiles »	5
M. J. CHAUFFAILLE, Professeur en Chef de 2 ^{me} classe	
Les principes de la régulation automatique	6
M. HORREARD, Professeur de Français à l'E.N.M.M.	
Les termes maritimes	13
M. R. HERVIEU, Directeur de l'E.N.M.M.	
Le Dauphin	14
M. A. MAILET, Professeur en Chef de 2 ^{me} classe	
A propos du moteur Wankel	22
Voyage à Londres des Navires-Ecoles « Alidade » et « Astrolabe »	27
M. M. DELAGE, Professeur principal de l'Enseignement Maritime	
L'Electronique à base de semi-conducteurs	28
M. J.Y. LEGOUAS, Eop, M.S. Fort Carillon	
Le Mouillage des Saintes	37
M. VANDENBERGHE, E.O.L.C.	
Voyage à Londres	40
M. Jean MARTY, Vice-Président de l'Association des Elèves	
Nous étions à Makaroff	41
Notre Carnet	42
M. A. MAILET, Professeur en Chef de 2 ^{me} classe	
Chronique des Livres	44