G.J.VERNIER

LES VÉHICULES À COUSSIN D'AIR,
Présentation succincte - (Résumé)

Le véhicule le plus extraordinaire de nos jours se nomme Aéroglisseur.

Cet engin amphibie survole à vitesses égales les surfaces solides ou liquides, à fortiori intermédiaires : boues, marécages...

Historique: - L'Aéroglisseur fut inventé en 1955 par Christopher Cockerell (G.B) anobli par sa Majesté : Sir Christopher. Il effectua la première traversée de la Manche en 1959 sur un appareil de sa conception réalisé par la firme "Saunder Roë", constructeur d'hydravions géants durant la deuxième guerre mondiale

J.Bertin (F.) eut l'idée d'améliorer l'effet de sol en créant un coussin d'air à l'aide d'une jupe souple.

FONCTIONNEMENT

Sustentation par coussin d'air, jupes, ventilateur de sustentation, pression dans coussin qui soulève l'appareil - échappement de l'air entre bas de jupe et surface survolée. Pression coussin x surface = poids total en charge.

Propulsion - principalement aérienne, par hélices ou hélices-ventilateurs entraînées par turbines à gaz ou moteurs "Diesel".

Construction - style aéronautique, poids mort mini -

Avantages - vitesse, confort, survol des obstacles (bancs de sable, rapides, épaves...), passages aisés de l'eau à la terre et de la terre à l'eau. Infrastructures au sol réduites au minimum : un plan incliné suffit à l'atterrissage. Seule la dérive due au vent est à prendre en compte pour la navigation. Les courants n'ont aucune influence sur le comportement de l'Aéroglisseur en fonctionnement.

APPLICATIONS

TRANSPORT - traversiers et cabotage essentiellement.

Passagers + véhicules : sur mer ou grands lacs - longue distance, "SRN4 super" ; 92 km/h., été & hiver, 60 Véhicules, 418 passagers.

Passagers sans véhicule : moyennes et grandes distances, "AP1 88" ; 80 passagers, 90 km/h.

Passagers + véhicules - Distances moyennes : "Wärtsilä ou Bell", 50 passagers, 16 véhicules, vit. : 50 km/h.

Fret : barges à coussin d'air, automotrices
barges à coussin d'air, remorquées, sur eau, sur terre , neige, glace, boue etc...

SÉCURITÉ CIVILE :

Sauvetage : en mer et sur grands lacs : Aéroglisseurs, longueur 24 mètres "Papi 88"
lacs et cours d'eau. Aéroglisseurs,longueur 6 à 12 Mètres.

Brise glace - Caractéristiques en fonction de l'épaisseur de glace : Vitesse et Masse.

Garde Côtes : "AP1 88 25 Patrol" - intervention armée. L = 25 m. Vitesse = 92 km/h.

Surveillance pêche : "PAPI 88" Équipage 12 personnes.

Pompiers : Mise en action, trajet et intervention très rapide sur le sinistre, quelles que soient les surfaces survolées. Compensation de la poussée du jet de la lance à incendie par le dispositif propulseur.

APPLICATIONS INDUSTRIELLES : Coussins à haute pression placés sous de lourdes charges pour leur déplacement sur surface plane et lisse. Pression d 'air de 2 à 800 Kg/cm^2 fournie par un compresseur à pistons. Des ensembles (palettes, coussins et compresseurs) existent dans le commerce pour le déplacement de machines outils de poids moyen (10 à 60 tonnes) sur surfaces lisses.
Arrivée d'air au centre des coussins par ajutage de Φ5 à 10mm et fuites radiales, épaisseur = O,10 à O,30mm.

LOISIRS - Plaisance, Aéroglisseurs de tourisme (2 à 4 places). 50 ch. + 12 ch. Vit. 60 km/h. Découverte des lacs & des rivières sans souci des rapides, des herbes et des hauts fonds. Passage de lac en lac, remontée du chemin conduisant à la maison forestière.

Sports compétition : plate-forme de petite dimension surmotorisée (50 à 140 ch.). - Vit. 100 à 130 kmh. Championnats nationaux, européen et mondial, sur circuits terre & eau, fermés, . Émotions garanties pour les spectateurs. Excellente école de pilotage de précision. Base d'observation et d'étude des Aéroglisseurs.

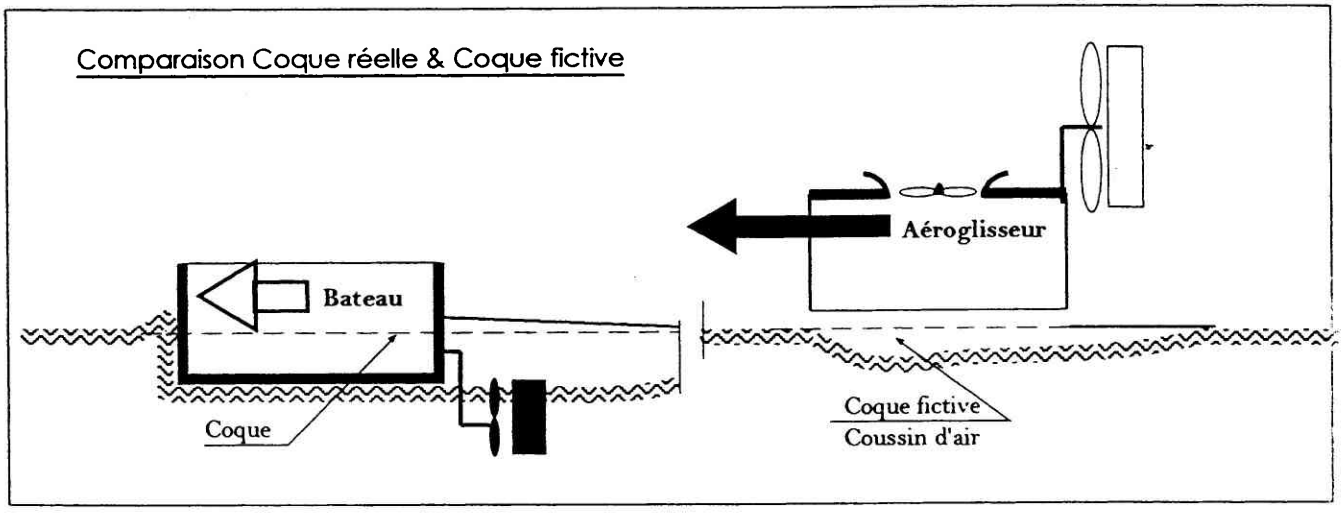
LES VÉHICULES À COUSSIN D'AIR. 1

Présentation succincte

L'Aéroglisseur est, sans conteste, le véhicule le plus extraordinaire de notre siècle. L'auto et l'avion datent du siècle dernier alors que l'Aéroglisseur est né à mi-siècle. Les premiers véhicules font peur et mobilisent quantité de détracteurs:"les premiers trains devaient faire exploser les poumons des usagers, sinon à grande vitesse (sic), à coup sur au passage des tunnels. pour les automobiles, le cœur éclaterait, quant aux avions, l'aventure était si horrible qu'il était inconvenant d'en parler". L'accueil du public, le développement et les progrès étonnants accomplis en 50 ans permettent d'augurer un engouement considérable pour l'Aéroglisseur durant la XXI^{eme} century.

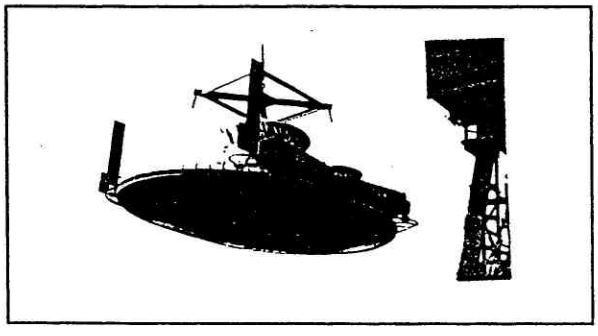
Christopher COCKERELL inventa l'Aéroglisseur en 1950. D' ingénieur radio-électronicien, il se transforma en hydrodynamicien pour vaincre les résistances essentielles au déplacement des bateaux, considérant qu'elles l'agaçaient et qu'une solution devait être trouvée.

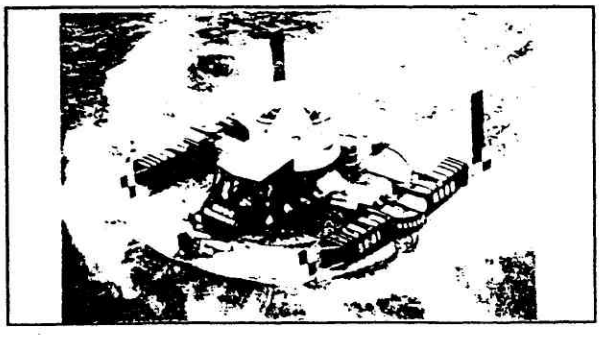
Son idée de génie fut de remplacer la coque réelle du bateau par une coque fictive (coussin d'air) se déformant en fonction des valeurs évolutives de l'onde liée au bâtiment dans ses différentes configurations de translation.



Après beaucoup de temps perdu par le blocage des brevets pour "secret défense" et malgré une démonstration de modèle réduit sur les précieux tapis de Whitehall, enfin en 1959, Christopher Cockerell lançait son prototype, le SR.N1 à l'assaut de la traversée de la Manche aller-retour pour le 50eme anniversaire de la même traversée par l'aviateur français Louis Blériot. L'expérience réussit malgré un mauvais temps qui obligea Ch.Cockerell à se déplacer sur le pont en rampant pour équilibrer sa "saucière volante"; sobriquet choisi par ses admirateurs. La jupe qui devait confiner le coussin d'air du SR.N1 consistait en jet d'air périphérique mince à grande vitesse. Elle s'avéra d'un rendement médiocre sauf à augmenter la puissance dans de grandes proportions. Un ingénieur français, Jean Bertin qui étudiait également de très près les problèmes de l'Aéroglisseur, breveta l'emploi d'une enceinte matérialisée en tissu souple, à déformations contrôlées. C'est exactement ce que fit au méme moment B.H.C et la guerre des jupes faillit avoir lieu. Elle se transforma en un "gentleman agrement" qui permit à SR.N1 de bénéficier d'une splendide jupe et d'atteindre la coquette vitesse de 60 nœuds. Ch. Cockerell devint Sir Christopher.

British Hovercraft Corporation prit le relais, conçut et fit construire une gamme d'Aéroglisseurs dans la pure tradition de Sir Christopher. Il ne s'agissait pas de bateaux modifiés ou adaptés mais d'études originales entièrement dans l'esprit Aéroglisseur. Celà fit leur force et leur avance technique qu'ils conservent encore avec leurs "AP1.88"et "SR.N4.Super."



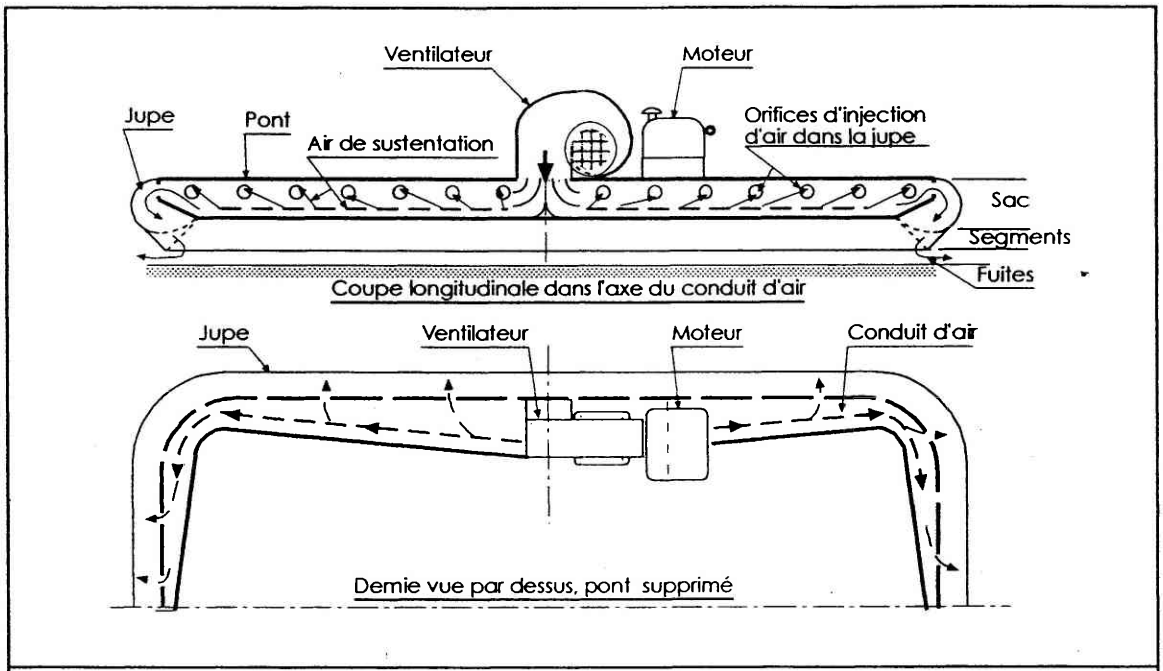


F.H.5,5 MI 98.4

LES VÉHICULES À COUSSIN D'AIR

Fonctionnement

Sustentation, le Coussin d'air - Le coussin d'air, élément caractéristique et essentiel de l'Aéroglisseur est formé et entretenu par un ou plusieurs ventilateurs centrifuges qui débitent l'air sous pression (200 à 500 kg/m2) dans le volume délimité par la la jupe souple ceinturant l'Aéroglisseur fixée le long du pont, la paroi inférieure de l'appareil et le sol . Au repos, moteurs arrêtés,la jupe se plie sous la structure. Lors de la mise en marche de la ventilation de sustentation, la jupe se gonfle, soulevant l'Aéroglisseur. puis lorsque la pression totale sur la surface au sol, délimitée par le périmètre de jupe, égale la masse de l'Aéroglisseur, le bas de jupe se sépare du sol et une fuite s'établit entre jupe et sol. Elle est indispensable au bon fonctionnement du coussin donc de l'Aéroglisseur. Elle sert d'intermédiaire gazeux entre jupe et surface survolée. L'épaisseur de ce film d'air peut être réduit à un ou deux centimètres sur eau calme et augmentée en survol de surfaces accidentées. La jupe se compose, en général, d'une partie haute dénommée sac ou tube qui se déforme au passage des dénivellations de grande amplitude alors que la partie inférieure formée de segments a pour mission d'étancher les fuites moins importantes entre jupe et creux.

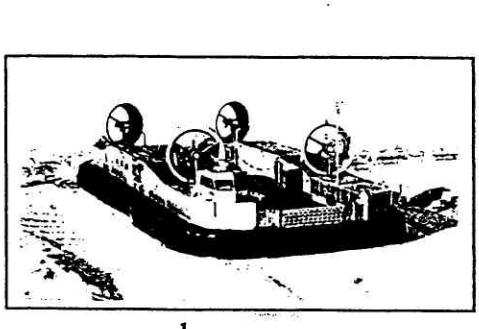


Alimentation et distribution de l'air de sustentation

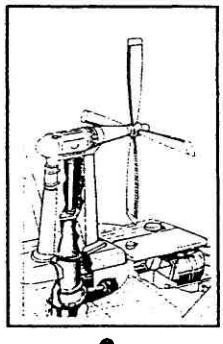
Propulsion - Pour utiliser au mieux les propriétés amphibies de l'Aéroglisseur, seule la propulsion aérienne convient. Les Aéroglisseurs amphibies sont propulsés, soit par des hélices libres (2), soit par des hélices-ventilateurs carénés (3). Elles sont entraînées, suivant la puissance nécessaire par des moteurs Diesel ou par des turbines à gaz avec réducteurs intercalés.

Pilotage - Trois types de dispositifs sont utilisés pour le contrôle de direction :

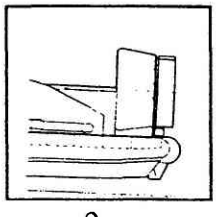
- L'ensemble porte-hélice est fixe, les gouvernes de direction sont placées dans le vent des hélices (3). Suivant leur inclinaison, la déviation du jet d'air entraîne, par réaction, le pivotement de l'Aéroglisseur.
- Le porte-hélice pivote autour d'un axe vertical (2). Le jet d'air de poussée, dirigé angulairement par pression d'huile, crée un moment de rotation. Dans certains cas, quatre hélices conjuguées s'orientent simultanément sur un mode différentiel (1) pour exécuter une manœuvre délicate.
- Deux tuyères orientables (4), alimentées par l'air du coussin, placées à l'avant et de part et d'autre de l'Aéroglisseur, développent une force d'appoint en cas de dérive ou de virage serré.



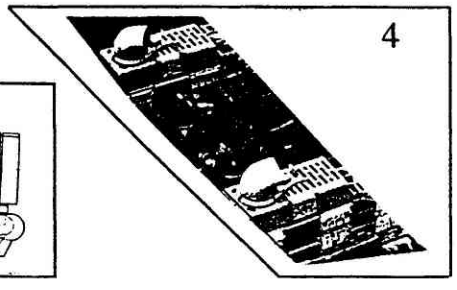
1



2



3



Fonctionnement (suite)

Construction - L'Aéroglisseur, véhicule rapide, se compose essentiellement de trois parties: la structure, la jupe et la motorisation.

La structure, rigide et relativement légère, fait appel à une technique mixte "Aviation/ Marine" avec emploi de matériaux légers et inoxydables.

La technologie de la jupe a fait de remarquables progrès. Les tissus de laine de verre enduits sur les deux faces de matériaux plastiques souples (hypalon, néoprène,) ont fait place à des composites alliés entre eux comprenant une centaine de matériaux plastiques différents d'épaisseur et de composition constamment variables suivant leur position, en fonction des différents points d'usure et de fatigue locales détectés en essais et confirmés par le calcul.

La motorisation dépend de la masse totale, de la vitesse de translation et de la définition de la mission. Les moteurs Diesel rapides marinisés équipent les Aéroglisseurs de classe moyenne et les turbines à gaz sont utilisées pour les appareils de grande puissance.

Avantages - outre la vitesse de l'Aéroglisseur, sensiblement triple de celle des bateaux de classe équivalente, et de confort identique, l'infrastructure nécessaire à l'accueil de l'Aéroglisseur se fait remarquer par son investissement très réduit.
Alors qu'un bateau exige un quai d'accostage et d'amarrage avec, souvent , une passerelle articulée pour la mise à niveau du passage des véhicules en fonction de la hauteur des marées, sans parler du dragage des fonds surélevés par les alluvions, l'Aéroglisseur se satisfait d'une rampe de terrain dégagé, évoluant de 1% à 3% de pente pour atterrir. Suivant l'amplitude locale des marées, l'aire de manoeuvre au sol, goudronnée, se situe à distance convenable de l'eau.
Le passage sans transition de l'eau à la terre et la possibilité d'évolution sur surfaces terrestres sans aide au sol, simplifie les opérations de chargement et de déchargement, l'Aéroglisseur pouvant se déplacer suivant les nécessités.
Le pilotage ignore les rapides, bancs de sable et autres obstacles interdits aux bateaux. Les courants d'eau ou marins n'ont aucune influence sur l'Aéroglisseur, seule la dérive due au vent demande une certaine vigilance.
Le sillage de l'Aéroglisseur, très faible par rapport à celui d'un bateau, lui autorise de grandes vitesses sur rivières et fleuves sans risque d'affouillement des berges.

APPLICATIONS

Transport - Le champ d'application du transport aéroglissé se situe principalement dans le domaine des traversiers, du cabotage et des déplacements en conditions rigoureuses hivernales. Evidemment, bien d'autres applications lui sont confiées.

Traversiers - Les traversiers constituent une famille très diversifiée, allant de la traversée d'un bras de mer de 200 mètres au franchissement de la baie de Fundy (70 km).
Lorsqu'un groupe de passagers, sans automobile, effectue une traversée, (cas du tourisme de groupe) l'Aéroglisseur AP1 88 (voir tableau) représente le véhicule idéal: 80 passagers, vitesse, confort, souplesse d'utilisation.
La traversée de la baie de Fundy (St Jean - Digby) évite un supplément de parcours de 450km sur le trajet Saint Jean - Halifax. De nombreux camions, des semi-remorques l'empruntent ainsi que des passagers avec leur véhicule.
Le trajet en bateau dure 3 heures. Un Aéroglisseur type SR N4 super (418 passagers, 60 Véhicules) peut le parcourir en une heure, à vitesse économique, avec plusieurs camions à son bord. Il pourrait effectuer plusieurs rotations journalières sans les manoeuvres longues et fastidieuses, ralentissement, accostage et amarrages, été comme hiver. En effet, quand la mer gèle, les grandes amplitudes de marée cassent la glace qui, roulée par la houle, se présente sous forme de galets arrondis flottant à la surface. Pas de coque ni d'hélice immergées donc pas de dégâts. Il suffit de protéger la jupe par une toile métallique souple qui sert aussi de pare-embruns. Les hélices et entrées d'air doivent posséder des dispositifs de dégivrage. pour les trajets hivernaux. Tout aéroglisseur est un brise glace en puissance.
Un autre exemple se situe entre Tadoussac et Rivière du Loup. Un Aéroglisseur "Wärtilä larus" transportant 50 Passagers et 16 voitures à 50/km heure conviendrait à cette application.

Frêt - Des barges sur coussin d'air, automotrices ou remorquées, servent au déchargement des bateaux pour amener le matériel sur place ou sur une aire de stockage. Elles peuvent amener du matériel lourd directement sur un chantier off shore ou sur terre (voir TAV 40).
Un autre type, remorqué par tracteur spécialement destiné aux transports spéciaux terrestres (hors voies de communication), sur neige et sur glace, de produits nécessaires aux grands chantiers ou à la survie des populations dans les régions du Nord (Voir Aérobac AT 20, L :17,5 m. - l : 6m.)

SÉCURITÉ CIVILE :

Sauvetage : en mer et sur grands lacs : Aéroglisseurs, longueur 24 mètres "Papi 88"
lacs et cours d'eau. Aéroglisseurs, longueur 6 à 12 Mètres.

Brise glace - Caractéristiques en fonction de l'épaisseur de glace : Vitesse et Masse.

Garde Côtes : "AP1 88 25 Patrol" - intervention armée. L = 25 m. Vitesse = 92 km/h.

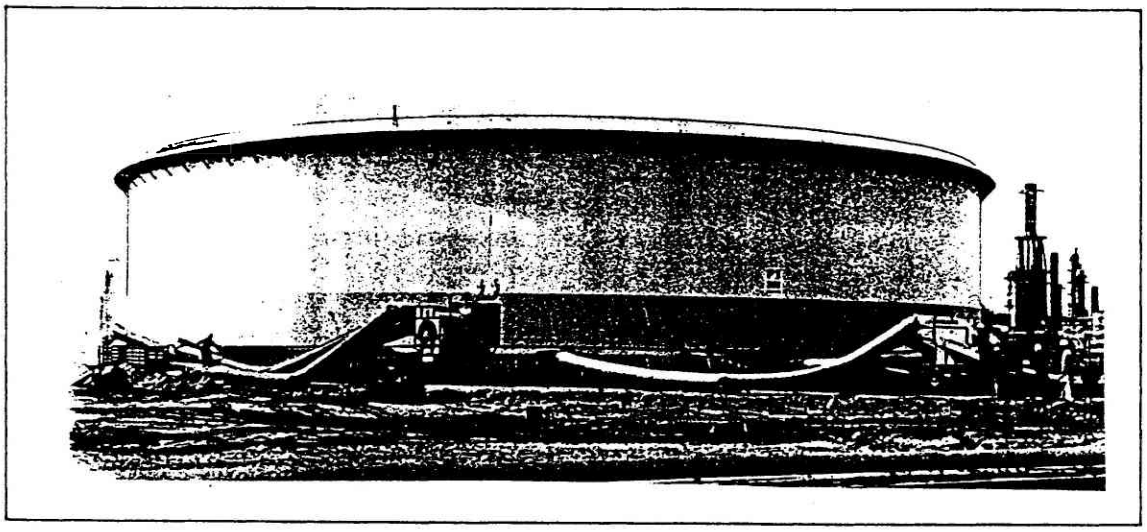
Surveillance pêche : "PAPI 88" Équipage 12 personnes.

Pompiers : Mise en action, trajet et intervention très rapide sur le sinistre, quelles que soient les surfaces survolées. Compensation de la poussée du jet de la lance à incendie par le dispositif propulseur.

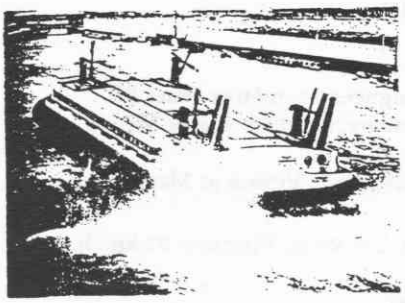
APPLICATIONS INDUSTRIELLES : Coussins à haute pression placés sous de lourdes charges pour leur déplacement sur surface plane et lisse. Pression d 'air de 2 à 800 Kg/cm^2 fournie par un compresseur à pistons. Des ensembles (palettes, coussins et compresseurs) existent dans le commerce pour le déplacement de machines outils de poids moyen (10 à 60 tonnes) sur surfaces lisses.
Arrivée d'air au centre des coussins par ajutage de Φ5 à 10mm et fuites radiales, épaisseur = O,10 à O,30mm.

LOISIRS - Plaisance, Aéroglisseurs de tourisme (2 à 4 places). 50 ch. + 12 ch. Vit. 60 km/h. Découverte des lacs & des rivières sans souci des rapides, des herbes et des hauts fonds. Passage de lac en lac, remontée du chemin conduisant à la maison forestière.

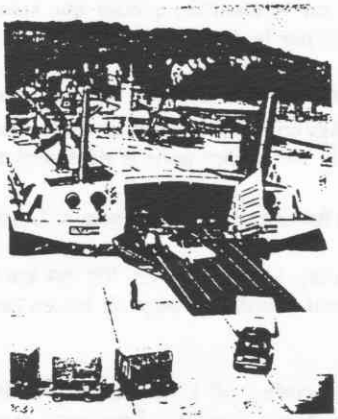
Sports compétition : plate-forme de petite dimension surmotorisée (50 à 140 ch.). - Vit. 100 à 130 kmh. Championnats nationaux, européen et mondial, sur circuits terre & eau, fermés, . Émotions garanties pour les spectateurs. Excellente école de pilotage de précision. Base d'observation et d'étude des Aéroglisseurs.



Déplacement d'un réservoir de raffinerie à l'aide d'un coussin d'air.
Mise en place de la jupe

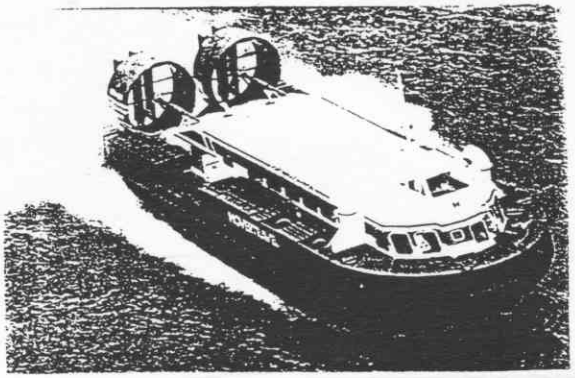


SR N4 Super

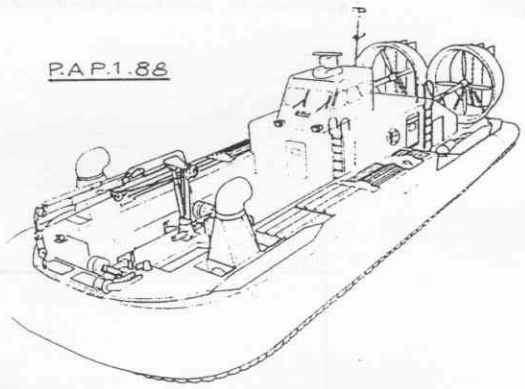


CARACTÉRISTIQUES D'AÉROGLISSEURS UTILITAIRES (sélection.)									
Type	L (m.)	l (m.)	PTC (T.)	CU (T.)	Pass. unit.	Véhic. unit.	S.CU L x l	H kg/m²	V km/h.
G.B. BHC SR N4	40	24	200	xx	282	37	539	200	74 - 111
SR N4 Super	57	23	300	xx	418	60	631	220	92 - 102
AP 1. 88	25	11	40,8	11	80	0		204	92
AP 1. 88 . 25	*(Patrol -. interception armée)*								92
PAPI . 88	*(half well deck)*		43	12	12 *(crew)*		*(CoastGuard St Laurent)*		
Finl. Wärtsilä AG PUC 22 Larus	33	14,7	xx	25	50	16	(NW Canada)		46
Artic Express	35	17	xx	70	x	x	x	x	63
T A V 40 towed	20.7	9;9	xx	40	0	x	x	x	5 - 15
U.S Bell Halter Textron L A C V 30	23.3	11	54	23	x	x	15 6.5	270	74 - 92
L C A C	26.8	14.3	95	55	x	x	24 8.2	x	74 - 92

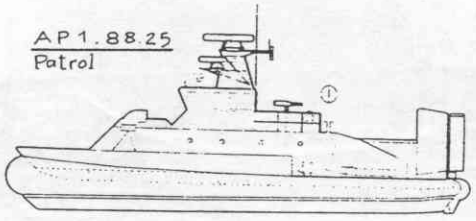
Abréviations : L : Longueur, l : largeur, PTC : Poids Total en charge, CU : Charge Utile, Pass., Nbre de passagers, Véhic.: Nbre de véhicules, S.CU : Surface pour charge utile, H = $M_{tot.}$ kg / S m^2 = Pression coussin (kg / m^2) , V : Vitesse de translation usuelle & max.



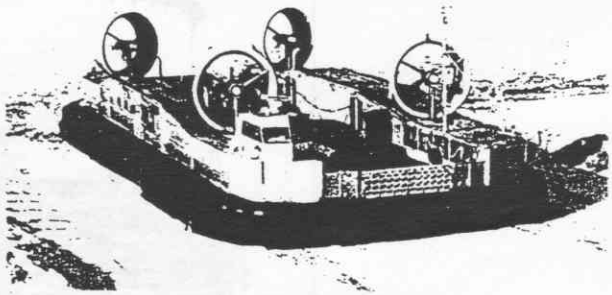
AP1. 88



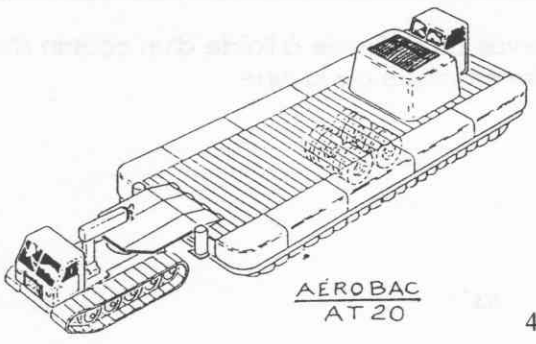
P.A.P.1.88



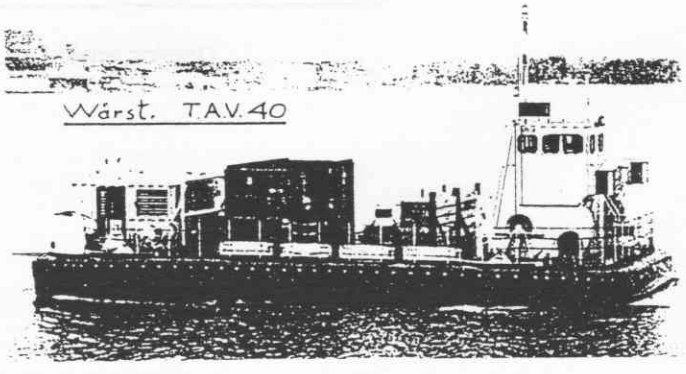
AP1.88.25
Patrol



Wärtsilä . Puc 22. Larus



AÉROBAC
AT 20



Wärst. T.A.V.40

UTILITY AND SPORT HOVERCRAFT

R. Rennick
Hovercraft Club of Canada

Abstract

Light hovercraft have been on the market for a number of years, used for recreation and for racing, but also as utility vehicles to accomplish certain tasks (rescue, light transport, etc) where they can be more efficient than helicopter and, certainly more economical. A non-exhaustive illustrated review is made of hovercraft in the utility and sport category which are now available in North America.

This paper discusses what is available today in North America from the Light Hovercraft Manufacturing Industry. Many you may already be familiar with but others will be quite new.

Introduction

I wouldn't describe the current state of the industry as "thriving" but it is much more than just "existing". In fact, several of the manufacturers listed here are struggling to keep up with their orders! It is just that light hovercrafts are not being turned out with the same frequency as large boating or automobile manufacturers. Most of the companies listed are very small and some actually work out of their home garage – but don't let that influence your opinion of their product. Please note that the companies are not listed in any particular order.

Canair Hovercraft

Arguably the best known of the current North American manufacturers, Canair has entered a new phase in their manufacturing now that they have moved their operations to the West Coast of Canada. As of this writing, they have delivered two of their multi-engine hovercraft and the company is no longer struggling to find orders but rather are working hard to fill existing ones! The Canair family of machines are all based upon a modular concept where, for example, the front corner module is common to all of the machines being manufactured.



The twin-engine Canair 512 undergoing trials.

Canair Hovercraft Specifications

MODELS	504	506	509	512
LENGTH	17'0" 5.18m	19'11" 6.1m	19'11" 6.1m	22'10" 6.96m
Hull	Modular Components Of Fiberglass Over Closed Cell Core			
Superstructure	Modular Components Of Fiberglass And Vacuum Formed ABS			
Skirt System	Loop And Segmented			
Control System	Single Control Column For Forward, Reverse, Steering and Hover			
Pitch Trim Control	Power Operated Pilots Seat Moves Forward and Aft			
Braking	Dynamic Braking With Reverse Thrust			
Width-Sides Folded	4'8" 1.42m	4'8" 1.42m	8'10" 2.69m	8'10 2.69m
Width-Sides Extended	8'3" 2.51m	8'3" 2.51m	11'11" 3.63m	11'11" 3.63m
Towing Width	4'8"	4'8"	8'9"	8'9"

	1.42m	1.42m	2.69m	2.69m
Height-Off Cushion	6'1" 1.85m	6'1" 1.85m	6'4" 1.92m	6'4" 1.92m
Hover Height	12" 0.3m	12" 0.3m	15" 0.38m	15" 0.38m
Weight-Maximum Gross	2270lbs. 1030kg.	2911lbs. 1320kg.	4290lbs. 1046kg.	5334lbs. 2420kg.
Payload(including fuel)	605lbs.	1105lbs.	1710lbs.	2460lbs.
Engine(s)	Single Honda/Cam100		Twin Honda/Cam100	
Transmission	Integral Gear Reduction			
Fan	Multi Wing 12 Blade			
Fuel Consumption	3.3-5.3 gals. per hour		6.6-10.6 gals. per hour	
Fuel Type	Unleaded 89 Octane			
Speed-Over Calm Water	31mph 50kph	30mph 48kph	38mph 62kph	36mph 58kph
Slope Climb-Standing Start	7.5deg	5.9deg	8deg	6.5deg

Canair Hovercraft Inc.
Unit 6
6221 - 202 Street
Langley, British Columbia
V2Y 1N1
Telephone: (604) 514-3297

Hovertechnics Hovercraft

Hovertechnics have been manufacturing their line of integrated hovercraft for many years now and they have become the favourite among cottagers in central Ontario where they are commonly used as everyday transportation during winter freeze-up and spring break-up. The machines are of integrated design with air-cooled two-stroke snowmobile type engine power. Several engines have been used over the years including the 485cc Yamaha and the Rotax 503.

HOVERJET G.T.

Payload: 400 lbs. (180 kg)
Hull: 10'6" long x 6'6" wide (3.2 m x 1.98 m)

HOVERSTAR L.C. (Long Cockpit)

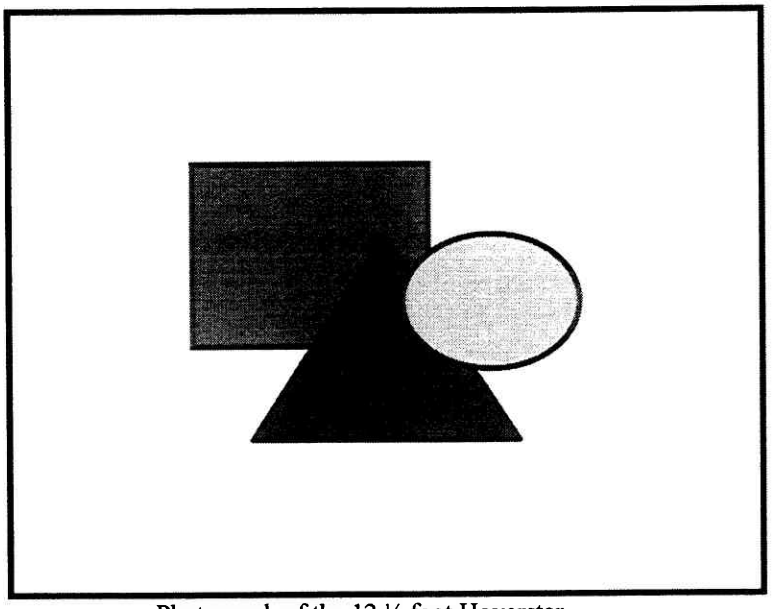
Payload: 600 lbs. (272 kg)
Hull: 12'6" long x 6'6" wide (3.81 m x 1.98 m)

HOVERSTAR

Payload: 600 lbs. (272 kg)
Hull: 12'6" long x 6'6" wide (3.81 m x 1.98 m)

HOVERSTAR SPORTSMAN

Payload: 600 lbs. (272 kg)
Hull: 12'6" long x 6'6" wide (3.81 m x 1.98 m)



Photograph of the 12 ½ foot Hoverstar

Hovertechnics has recently added the Hovertour 700 100hp hovercraft to their line-up:

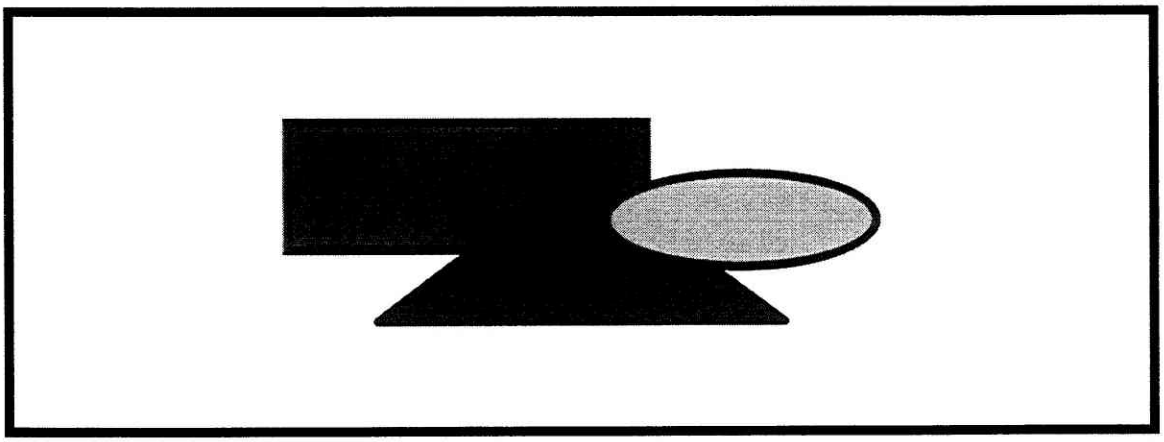
HOVERTOUR 700 AIR CUSHION RESCUE VEHICLE

Payload: 750 lbs. (340 Kg.)
Hull: 14'6" long x 6'6" wide (4.42 m x 1.98 m)
Speed: 40 mph (64 kph) on calm water, 70 mph (112 kph) on smooth ice
Wave Handling Capacity: 1 - 2 Ft. (30-60 cms)

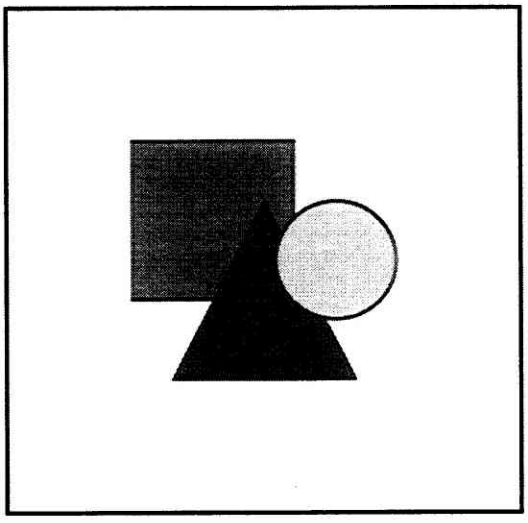
HOVERTECHNICS
P.O. BOX 257
St. Joseph, MI 49085
PHONE: (616) 925-0025 / FAX: (616) 925-6940
or email hvt@sprynet.com

Amphibious Marine Technology

Located in the Pacific Northwest USA, AMT manufacture the ***Sevtec*** line of air cushion vehicles as designed by **Barry Palmer**. Barry is an ex-aerospace engineer who as created some rather unique machines which can be controlled in a unique manner: one of the most interesting features of the Sevtec hovercraft is the bow skirt "trap" door. The pilot can open this door to induce a controlled "plough-in" which will increase the drag on the bow skirt allowed the machine to be pirouetted about the bow axis. It has proven to be very useful in both cornering and in slowing the vehicle.



Amphibious Marine Technology has been established to custom build Surface Effect Vehicles for recreational, transportation and search & rescue applications. Working in co-operation with SEVTEC, AMT will custom build SEV's for any application, up to 30 place.



Bryan Phillips
Amphibious Marine Technology
398 Campbell Lake Rd.
Anacortes WA 98221
1-360-293-2049
bphillip@fidalgo.net

GPL Enterprises

The Air Commander line comes from GPL Enterprises in Delray Beach, Florida. The company is run by **Gary Lutke** who has many years of experience in the light hovercraft industry, both as a light hovercraft manufacturer and as a keen hovercraft racer.



While the Air Commander line is a direct descendant of the Scat-II hovercraft, the latest machines feature a separate lift engine and GPL is now venturing into multi-seat and even fully enclosed vehicles.

Air Commander Hovercraft Specifications

Dimension	AC3	AC3+	AC3Twin	AC3Twin+	AC4	AC4+	AC6	AC6+	AC8	AC12
Length :	10' 6"	10' 6"	10' 6"	10' 6"	13'	13'	15'	15'	18'	24'
Width :	6'	6'	6'	6'	6'	6'	6'	6'	8'	8'
Height (off cushion) :	51"	51"	51"	51"	51"	51"	51"	51"	84"	84"
Weight (est.):	385 lbs.	430 lbs.	450 lbs.	480 lbs.	680 lbs.	780 lbs.	880 lbs.	900 lbs.	1800 lbs.	2400 lbs.
Hull material :	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass	Kevlar/ Glass
Payload (lbs.):	550 lbs.	600 lbs.	575 lbs.	625 lbs.	900 lbs.	1,000 lbs.	1,400 lbs.	1,500 lbs.	2,000 lbs.	2,400 lbs.
Max. Person Payload:	450 lbs.	500 lbs.	475 lbs.	525 lbs.	800 lbs.	900 lbs.	1,250 lbs.	1,350 lbs.	1,800 lbs.	2,200 lbs.
Capacity	3	3	3	3	4	4	6	6	8	12

Person:										
Thrust Engine:	ROTAX 503	ROTAX 503	ROTAX 503	ROTAX 503	ROTAX 582	ROTAX 618	ROTAX 618	HIRTH F30	4 CYL	4 CYL
Horse Power :	45	50	45	50	66	75	75	110	120	140
Electric Start:	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pull Start:	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	
Lift Engine:	N/A	N/A	Zenoha G25	ZenohaG25	Zenoha G50	Zenoha G50	Zenoha G50	Zenoha G50	Kohler	Kohler
Horse Power :	N/A	N/A	18	18	30	30	30	30	26	26
Electric Start:	N/A	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pull Start:	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Max. Speed Calm Water:	44 MPH	46 MPH	48 MPH	50 MPH	48 MPH	50 MPH	50 MPH	50 MPH	60 MPH	60 MPH
Fuel Capacity (gal.) :	6	6	9	9	15	18	18	25	40	40
Fuel Consumption :	2 - 5.5 gph	2 - 5.5 gph	2 - 8 gph	2 - 8 gph	2 - 8 gph	2 - 8 gph	2 - 8 gph	2 - 8 gph	4 - 8 gph	4 - 8 gph

GPL Enterprises
1220 Tangelo Terrace A-13
Delray Beach, Florida
USA 33444
Tel: (561) 274-2247
Fax: (561) 276-4159
www.aircommander.com

Hovercraft Concepts, Inc.

A relatively new company but backed by a staff with many years of experience in the light hovercraft sales and manufacturing business. Hovercraft Concepts have taken the Japanese Sumitomo design and essentially "made it work". Their current offering is a beautifully finished side-by-side two place machine powered by a Rotax liquid cooled two-stroke engine. On the way is a stretched, four place version which will use a separate lift fan and motor rather than the current integrated design.

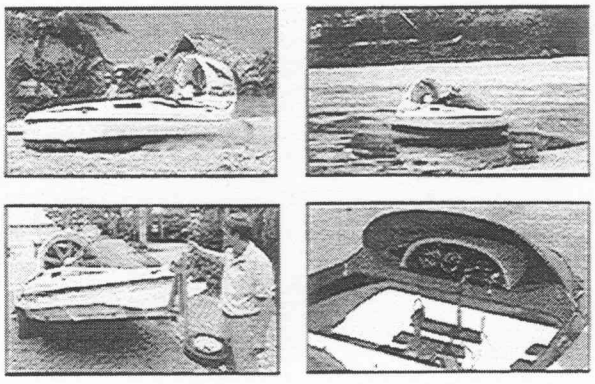


"The 1998 AEROCRUISER® SA 1100 is a fully amphibious recreational hovercraft constructed of hand laminated fiberglass with a gel coat finish. With seating for two persons side by side, it is designed to be comfortable and easy to operate. The AEROCRUISER® travels over land and water, ice, snow and mud at up to 60 mph without touching the surface. It is powered by a 66 h.p. Rotax 582 oil-injected, water-cooled two cycle, two cylinder engine, coupled to a nine-blade fan via a fully marinized belt reduction system. The craft comes standard with twin fuel tanks, electric starter, remote choke, bilge pump, bilge blower and an unsinkable hull strengthened with NidaCore honeycomb floatation."

"The AEROCRUISER® SA 1100 operates with joystick steering and a trigger throttle and is easy to control many terrain. It can be used in all seasons in almost all weather conditions. It is the only safe vehicle on ice because it is unsinkable."

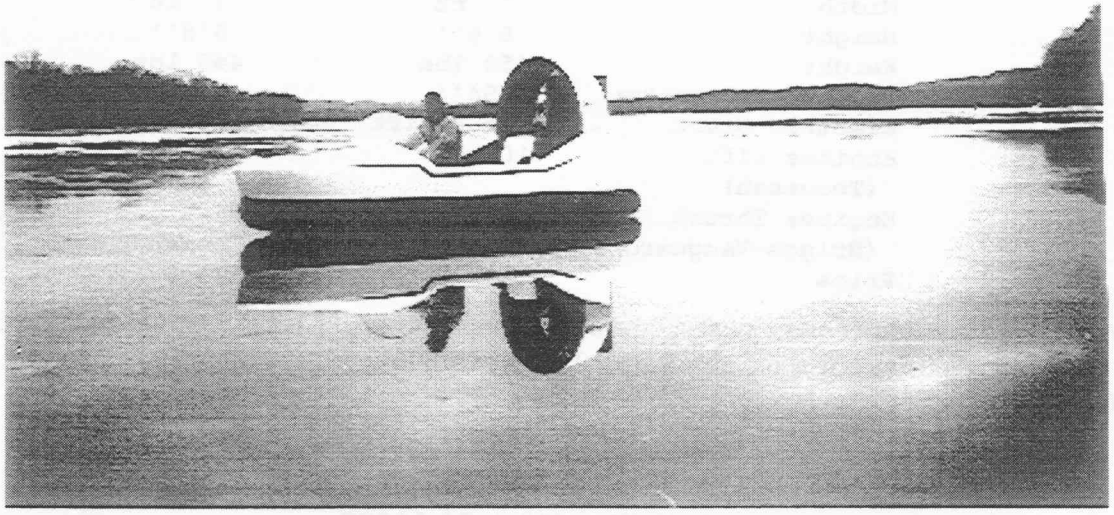
Aerocruiser Specifications:

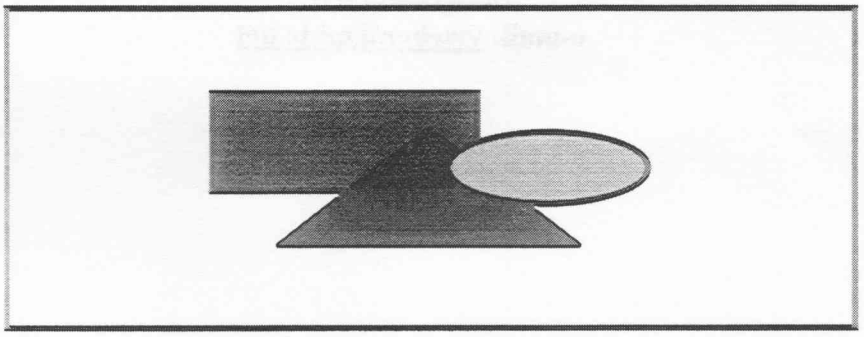
Length:	12 feet (3.93 m)
Width:	6.5 feet (2.02m)
Height:	4.33 feet (1.32m)
Weight:	650 lbs (295 kg)
Engine:	Rotax 66 hp liquid cooled
Speed:	40 mph (on water)
Wave Capabilities:	2-foot chop
Payload:	2-person or 450 lbs



Hovercraft Concepts, Inc.
13910 S.W. 139 Court
Miami, Florida 33186
Tel: (305) 256-8696 Fax: (305) 256-8698
E-mail: Hoverman7@aol.com

Weber StarCruiser





This is a typical day in the Weber front yard!

Relative newcomers to the hovercraft manufacturing industry, the Weber's have been making personal hovercraft for many years now. The personal machines performed so well that many of their friends asked if they "could make one for them". This has now boomed into a "cottage industry" and they are now forced to limit the number of orders they will take. They have told me that they do not want to get into mass production as they believe that one of the factors which make their hovercraft perform so well is the attention to detail that they pay to each and every machine that leaves their shop. They are constructed of unsinkable foam coated with fibreglass and they have recently started to include a large, wide-chord, slow moving propeller of their own design. The result of this and the 4-stroke lawn tractor type engine is an extremely quiet hovercraft.

The Weber's now have quite a following in the Hoverclub of America and will continue to build to order.

STARCRUISER -- Specifications

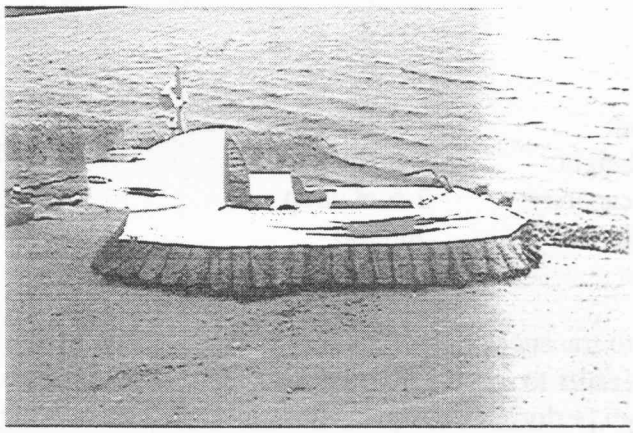
	(SC3)	(SC4)
Capacity	3	4
Payload	600 lbs	800 lbs
Length	15 ft	15 ft
Width	7 ft	7 ft
Height	5'6''	5'6''
Weight	450 lbs	460 lbs
Propeller Diameter	54''	54''
Electric Start	Thrust & Lift	Thrust & Lift
Engines Lift (Tecumseh)	10 h.p.	10 h.p.
Engines Thrust (Briggs-Vanguard/18hp)	18 h.p.	25 h.p. (Kohler Command)
Price	$6600	$7400

Tachometer/Hour Meter and Cruise Control are Standard on All Crafts. Options include: Side by Side Seat, Anti-Ice Kit and Carry Rack. Trailers with fold down tailgate priced at only $800(US).

Verdon and Linda Weber
28728 Crabtree Corner Road
Cuba City, WI, USA 53807
608-744-3678
e-mail: vweber@mhtc.net

Neoteric Hovercraft Inc.

Well know to most of the conference attendees are the hovercraft produced by **Chris Fitzgerald** of Neoteric. Neoteric offer a range of hovercraft from the Questrek 2-3 seat kit hovercraft as demonstrated at the symposium to the large, 8-seat Neova-8. They are currently in development of a new 4-seater for the recreational market.



Neoteric Questrek

- **3 passenger capacity**
- **Quietest 3 passenger craft**
- **Safe landing skids**
- **Available fully or partially assembled**
- **Floats even when engine is off**
- **work or play platform**
- **Large range of options**
- **Convenient cruise throttle lock**
- **Designed for versatility and maneuverability**
- **3 passenger capacity**

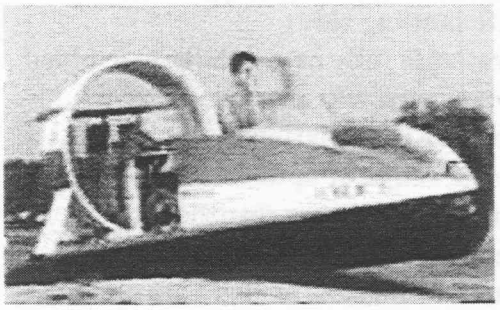
Neoteric Hovercraft Inc.
Tippecanoe Street, Dept.. 12
Terre Haute, IN 47807-2394
Telephone: (800) 285-3761
Alternate Phone: (812) 234-3217
Fax Phone: (812) 234-3217
Email:Hovercraft@delphi.com

Universal Hovercraft

The "UH" type of hovercraft have been around for many years now – a popular choice of the homebuilder. It is only recently that Universal has started to custom manufacture complete hovercraft for the private buyer. They offer a very wide range of plans for the homebuilder and the new custom manufacturing operation will build any of their designs to suit individual needs. Along with complete hovercraft, many components can also be had from Universal.

A couple of examples are:

The Tornado (UH-13S)



Payload:	3-passengers (550 lbs)
Hoverheight:	8-inches
Wave capacity:	2-foot chop
Max. Speed:	56 mph
Engine:	25 hp Kohler 4-stroke

"Easy to transport, rugged in design, the Tornado uses a 25hp Kohler to reach a 56 mph top speed. Sleek lines and high performance capabilities make the Tornado the best production hovercraft available today."

The Gator (UH-16S)



Payload:	6-passengers (1000 lbs)
Hoverheight:	8-inches
Wave capacity:	2-foot chop
Max. Speed:	55 mph

"The Gator uses composite construction in the hull, eliminating the need for drain plugs and bilge pumps. This makes this a very safe craft, especially for winter operation over water. The design was based on Universal Hovercraft's many winter rescue operations. The wide, low hull makes for an ideal platform for rescues. The wide spacious cockpit can be enclosed and heated. A single engine provides both lift and thrust by driving a quiet 5-foot diameter fan. A deployable drag system made from skirt material gives excellent low speed maneuverability and speed control for operation on ice."

Universal Hovercraft
14410 Washington Street
Woodstock, Illinois 60098-3632 USA
phone: (815) 338-8832, fax: (815) 338-6755
e-mail: **orders@hovercraft.com**

OFF-ROAD TRANSPORTATION IN NORTHERN LATITUDES

by

Dr. J. Y. Wong
Transport Technology Research Laboratory
Carleton University
Ottawa, Ontario, Canada K1S 5B6

Slides presented at CACTS 98
June 1998

---

1. INTRODUCTION

2. PROBLEMS OF OPERATING CONVENTIONAL OFF-ROAD VEHICLES IN NORTHERN ENVIRONMENT

3. POSSIBLE ROLE OF AIR-CUSHION VEHICLES

4. FEASIBLITY OF WHEEL- OR TRACK-ASSIST AIR-CUSHION VEHICLES

5. CONCLUDING REMARKS

Telephone: (613) 520-2600, Ext. 5713
Fax: (613) 520-5715
E-Mail: <jwong@ccs.carleton.ca>

INTRODUCTION

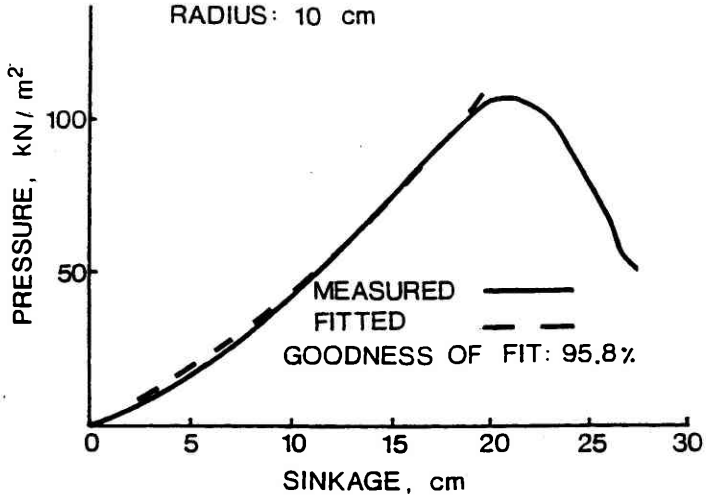
Northern Transportation

The Environment: Soft muskeg or tundra in the summer

Snow-covered terrain in the winter

The Task: Transporting heavy loads for oil and gas industry, power line construction industry, mining industry, logging industry, etc.

Current Technology: Conventional wheeled or tracked vehicles

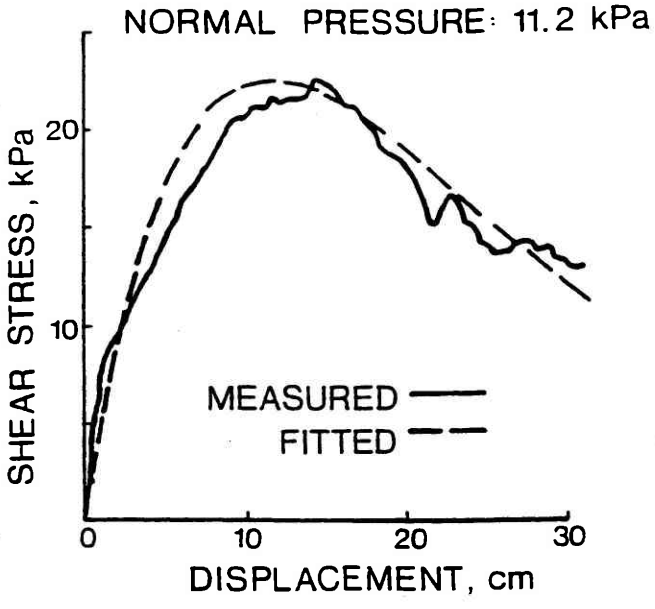


REPRESENTATIVE PRESSURE-SINKAGE RELATION OF A MUSKEG

Occurrence of wetlands and peatlands in the provinces and territories of Canada

Province or territory	Peatland area		Total wetland area	
	$ha \times 10^3$	% of land area in province or territory	$ha \times 10^3$	% of land area in province or territory
Alberta	12 673	20	13 704	21
British Columbia	1 289	1	3 120	3
Manitoba	20 664	38	22 470	41
New Brunswick	120	2	544	8
Newfoundland–Labrador	6 429	17	6 792	18
Northwest Territories	25 111	8	27 794	9
Nova Scotia	158	3	177	3
Ontario	22 555	25	29 241	33
Prince Edward Island	8	1	9	1
Quebec	11 713	9	12 151	9
Saskatchewan	9 309	16	9 687	17
Yukon Territory	1 298	3	1 510	3
Canada	111 327	12	127 199	14

Sources: National Wetlands Working Group (1986a); Tarnocai (1984).



REPRESENTATIVE SHEARING CHARACTERISTICS OF THE SURFACE MAT OF A MUSKEG

Mean daily temperature and mean precipitation values in the wetland regions of Canada

Wetland region	Mean daily Jan. temp. (°C)	Mean daily July temp. (°C)	Mean annual total precip. (cm)	Mean annual snowfall (cm)
High Arctic	−33	5	10	70
Mid-Arctic	−29	7	20	110
Low Arctic	−29	9	15	80
High Subarctic	−29	13	35	190
Low Subarctic	−29	15	50	310
Atlantic Subarctic	−5 to −15	12–15	85–130	270–460
High Boreal	−23 to −25	13–16	40–70	160–260
Mid-Boreal	−20	17–19	50–80	120–280
Low Boreal	−13	18	95	250
Atlantic Boreal	−5 to −20	13–18	95–135	190–450
Continental Prairie	−15 to −18	18–19	35–45	110–120
Intermountain Prairie	−7	19	35	120
Eastern Temperate	−9	20	95	210
Pacific Temperate	3	16	155	70
Atlantic Oceanic	−3	14	135	190
Pacific Oceanic	2 to 3	14	195–305	110
Coastal Mountain	−4 to −19	13–17	30–105	130–270
Interior Mountain	−8 to −27	13–18	30–50	120–250
Rocky Mountain	−13 to −28	14–15	34–55	155–250
Eastern Mountain	−23	12	70	370

PROBLEMS OF OPERATING CONVENTIONAL OFF-ROAD VEHICLES

- High ground pressure
- Making deep ruts
- Damaging the environment, particularly on muskeg or tundra
- High motion resistance
- Limited traction on icy and snow-covered ground

Comparison of Ground Pressures of Different Types of Vehicle

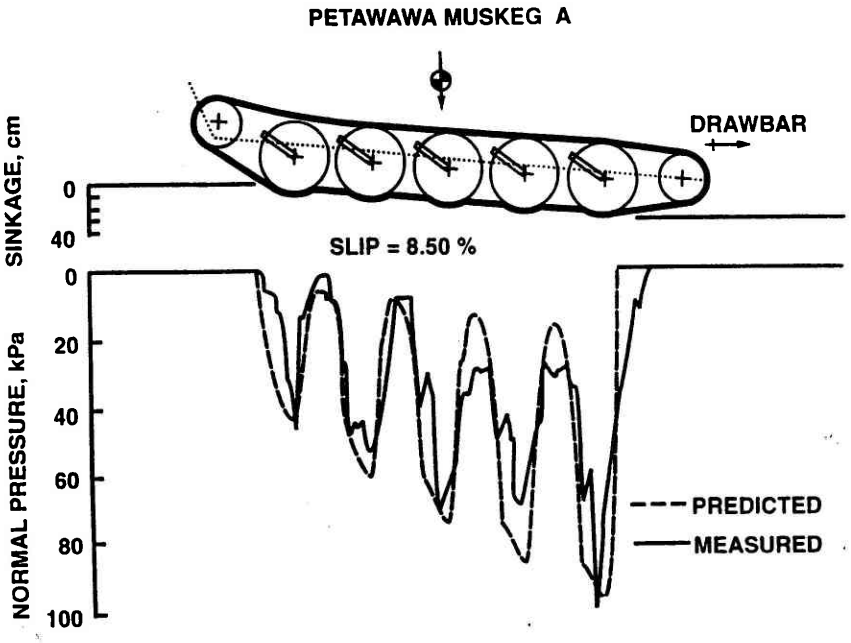
Vehicle Type	Gross Weight		Payload		Nominal Ground Pressure		Measured Mean Maximum Pressure			
							Petawawa Muskeg		Petawawa Snow	
							psi	kPa	psi	kPa
	lb	kN	lb	kN	psi	kPa				
Foremost Yamal (Tracked)	330,693	1,471.5	154,323	686.7	5.8	40				
M113A1 (Tracked)	19,944	88.7	-	-	5.2	36	9.9	68	40.5	279
Foremost Commander (Wheeled)	125,000	556	60,000	266.9	35	241				
SR.N4 (ACV)	330,000	1,467.8	103,000	458.1	0.31	2.2				
Terraplane BC7 (Wheel-Assist ACV)	11,100	49.4	4,800	21.4	0.49	3.4*				
Aerobac AB-7 (Track-Assist ACV)	46,297	205.9	15,432	68.6	0.91	6.3*				
					5.2	35.6**				

* on air cushion only;
** on tracks only

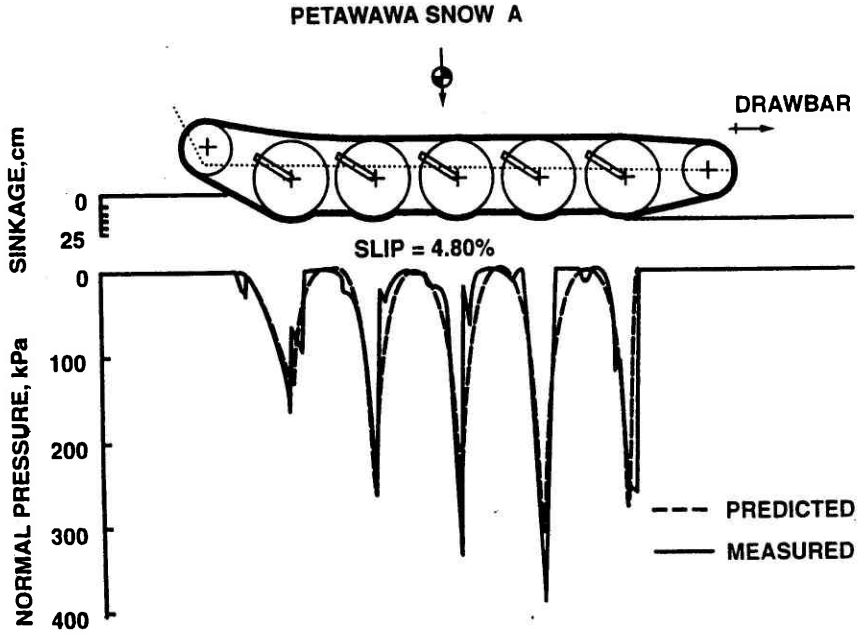
Performance Parameters of Different Types of Vehicle

Vehicle Type	Nominal Ground Pressure	Performance on Petawawa Muskeg			Performance on Petawawa Snow		
		Measured Mean Maximum Pressure	Sinkage		Measured Mean Maximum Pressure	Sinkage	
	kPa		Measured	Estimated		Measured	Estimated
		kPa	cm	cm	kPa	cm	cm
Foremost Yamal (Tracked)	40	-		44			55
M113A1 (Tracked)	36	68	40		279	50	
Foremost Commander (Wheeled)	241	-		Excessive (268)			Excessive (335)
SR.N4 (ACV)	2.2	-		2.5			3.1
Terraplane BC-7 (Wheel-Assist (ACV)	3.4*	-		3.8			4.7
Aerobac AB-7 (Track-Assist ACV)	6.3	-		7			8.8
	35.6**	-		39.6			49.5

* on air cushion only
** on tracks only



Comparison of the measured and predicted pressure distribution under an M113A1 on a muskeg



Comparison of the measured and predicted pressure distribution under an M113A1 on a snow

CURRENT TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE MOBILITY OF OFF-ROAD VEHICLES

For Tracked Vehicles:

Driver-controlled, initial track tension regulating system

For Wheeled Vehicles:

Central tire inflation system

OVERLAND AIR-CUSHION VEHICLES

Merits:

- Low ground pressure
- Less disturbance to the environment

Problems:

- Relatively poor manoeuvrability at low speeds
- Low gradability
- Low propulsive efficiency at low speeds
- Low visibility for the driver over loose grounds
- Significant skirt contact drag at low clearances

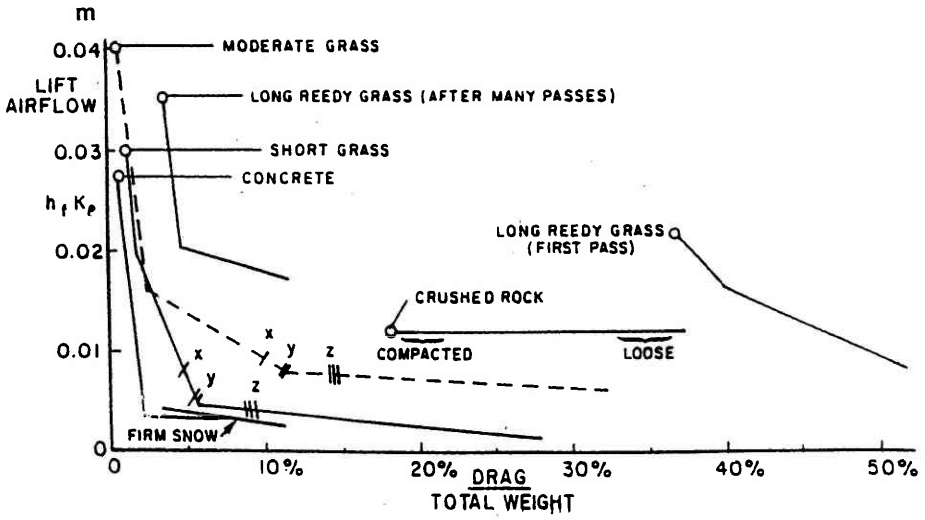
BASIC POWER CONSUMPTION FOR AIR CUSHION VEHICLES

For a given air cushion system configuration

$$P = C_1 (W)^{\frac{3}{2}} + C_2 (W)^{\frac{1}{2}} V^2 + C_3 V^3 + C_4 W V$$

where

P	**Total Power Consumption**
$C_1(W)^{\frac{3}{2}}$	**Power for lift**
$C_2 (W)^{\frac{1}{2}} V^2$	**Power for overcoming momentum drag**
$C_3 V^3$	**Power for overcoming aerodynamic drag**
$C_4 W V$	**Power for overcoming skirt contact drag**
V	**Vehicle speed**



LIFT AIRFLOW VERSUS DRAG ON VARIOUS TERRAIN
(HEX-1B, HEX-4 AND HEX-5)

WHEEL- OR TRACK-ASSIST AIR-CUSHION VEHICLES

Merits:

- Improved manoeuvrability
- Improved propulsive efficiency at low speeds

Problems:

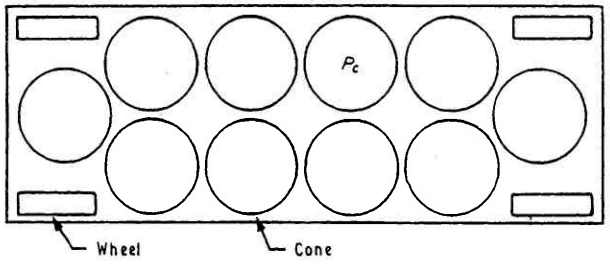
- Selection of optimum load distribution between air cushion and wheels or tracks
- Complexity
- Higher costs

BASIC POWER CONSUMPTION FOR HYBRID AIR CUSHION VEHICLES

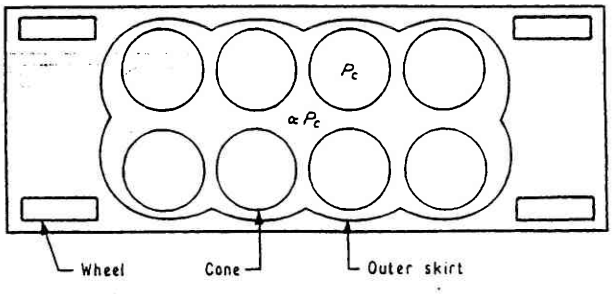
$$P = C_1 (\beta W)^{\frac{3}{2}} + C_2 (\beta W)^{\frac{1}{2}} V^2 + C_3 V^3 + C_4 (\beta W) V + C_5 [(1 - \beta) W]^N V$$

where

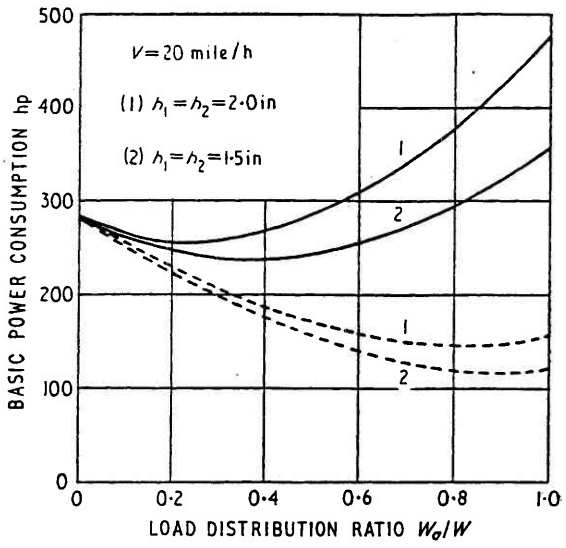
β	**Proportion of vehicle weight supported by air cushion**
$(1 - \beta)$	**Proportion of vehicle weight supported by wheels or tracks**
$C_5 [1 - \beta) W]^N V$	**Power for overcoming the resistance of wheels or tracks**
C_5	**Parameter related to the dimensions of the running gear and the terrain**
N	**Exponent of terrain deformation**



Basic multiple-cone skirt system



Multiple-cone skirt system with an outer peripheral skirt



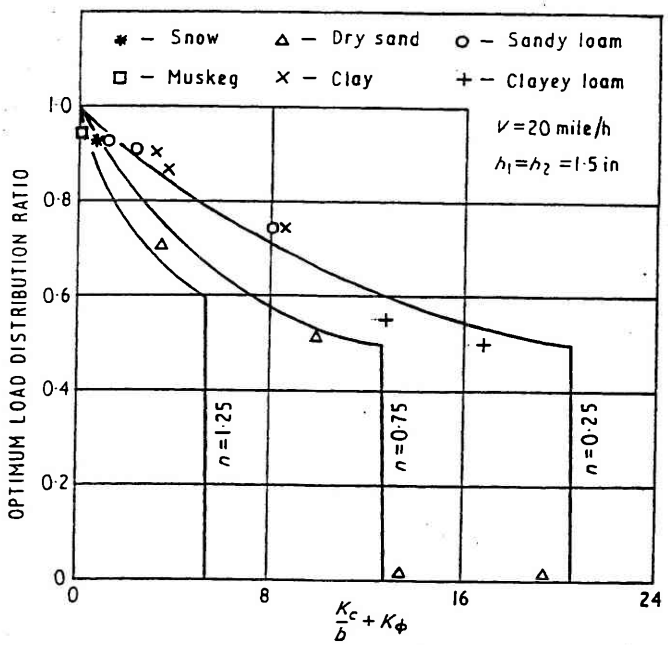
$n = 1{\cdot}0$, $K_c = 3{\cdot}6$, $K_\phi = 0{\cdot}3$, $c = 0{\cdot}1$ lb/in², $\phi = 18°$.

——— Basic multiple-cone system.

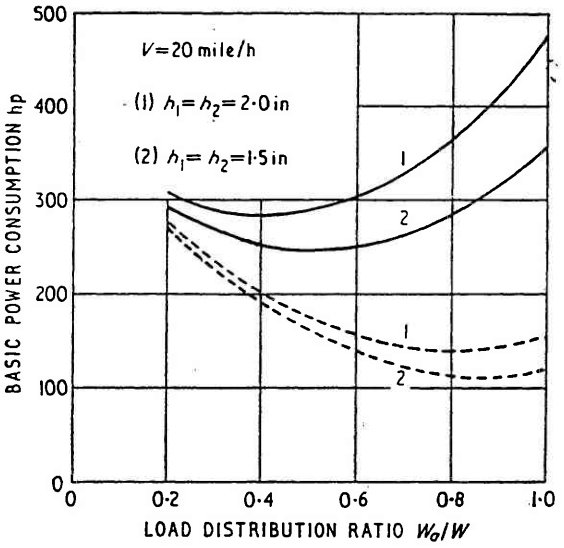
– – – Multiple-cone system with an outer skirt.

Operating speed 20 mile/h.

Variation of basic power consumption with load distribution for a hybrid vehicle with two types of air-cushion system in snow



Variation of the optimum load distribution with terrain conditions for a hybrid vehicle with an outer peripheral skirt operating at a clearance height of 1·5 in and at a speed of 20 mile/h



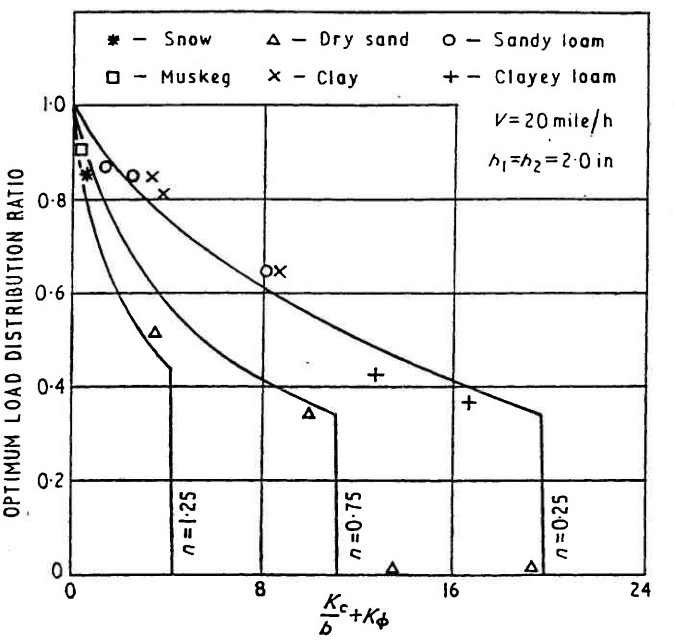
$= 0{\cdot}18$, $K_c = 1{\cdot}65$, $K_\phi = 3{\cdot}65$, $c = 1{\cdot}65$ lb/in², $\phi = 0°$.

——— Basic multiple-cone system.

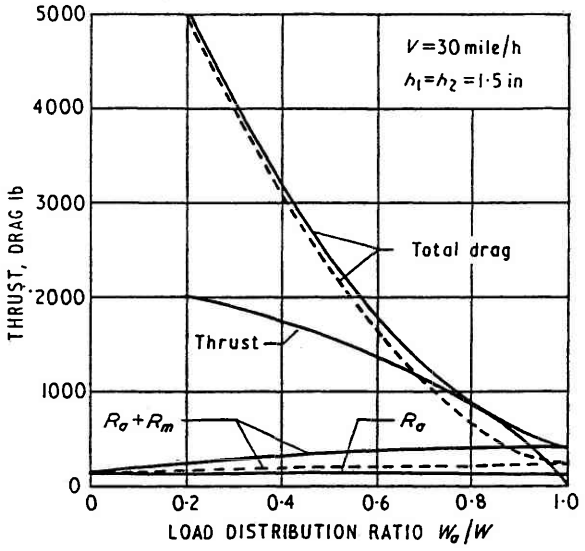
– – – Multiple-cone system with an outer skirt.

Operating speed 20 mile/h.

Variation of basic power consumption with load distribution for a hybrid vehicle with two types of air-cushion system in clay



Variation of the optimum load distribution with terrain conditions for a hybrid vehicle with an outer peripheral skirt operating at a clearance height of 2·0 in and at a speed of 20 mile/h

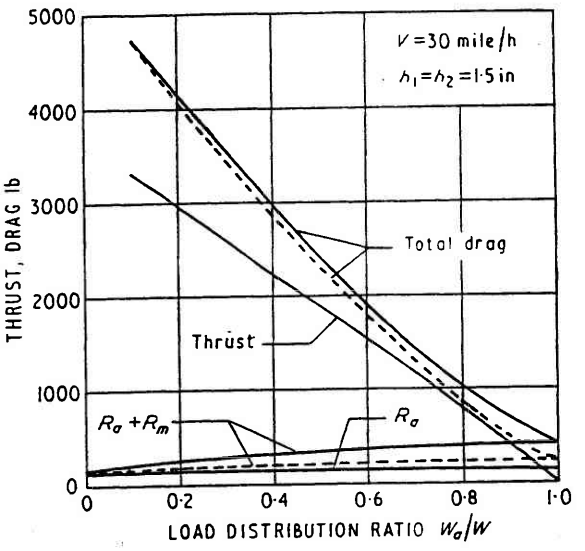


$n = 0{\cdot}18$, $K_c = 1{\cdot}65$, $K_\phi = 3{\cdot}65$, $c = 1{\cdot}65$ lb/in^2, $\phi = 0°$.

——— Basic multiple-cone system.

– – – Multiple-cone system with an outer skirt.

Variation of thrust and drag with load distribution of a hybrid vehicle with multiple-cone skirt system in clay



$n = 1{\cdot}0$, $K_c = 3{\cdot}6$, $K_\phi = 0{\cdot}3$, $c = 0{\cdot}1$ lb/in^2, $\phi = 18°$.

——— Basic multiple-cone system.

– – – Multiple-cone system with an outer skirt.

Variation of thrust and drag with load distribution of a hybrid vehicle with multiple-cone skirt system in snow

REMARKS

- Coventional off-road vehicles with new traction-aid devices will continue to play a principal role in northen transporation.

- Air-cushion vehicles could play a useful role on relatively flat and smooth soft ground, particularly if higher operating speeds and amphibious capability are required.

- Track-assist air cushion vehicles would be useful on exceedingly soft and cohesive terrain, such as semi-liquid swamp or deep mud. Under these circumstances, the air-cushion carries a high proportion of the vehicle weight and the track with large contact area is primarily used as a propulsive and directional control device.

References

J. Y. Wong, **Theory of Ground Vehicles, Second Edition**, John Wiley, New York, 1993.

J. Y. Wong, **Terramechanics and Off-Road Vehicles**, Elsevier Science Publishers, Amsterdam and New York, 1989.

J. Y. Wong, Performance of the air-cushion-surface-contacting hybrid vehicles for overland operation. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Automobile Division, Vol. 186, 50/72, pp. 612-623, 1972.

J. Y. Wong, On the application of air cushion technology to off-road transport. Canadian Aeronautics and Space Journal, Vol. 19, No. 1, pp. 17-19, 1973.

J. Y. Wong and J. Preston-Thomas, Investigation into the effects of suspension characteristics and design parameters on the performance of tracked vehicles using an advanced computer simulation model. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D, Transport Engineering, Vol. 202, No. D3, PP. 143-161, 1988.

J. Y. Wong, Optimization of the tractive performance of articulated tracked vehicles using an advanced computer simulation model. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D, Journal of Automobile Engineering, Vol. 206, No. D1, pp. 29-45, 1992.

J. Y. Wong, Computer-aided methods for design evaluation of track systems. Transactions of the Society of Automotive Engineers, Section 2, Journal of Commercial Vehicles, Paper No. 941675, pp. 72-80, 1994.

J. Y. Wong, Application of computer simulation model NTVPM-86 to the development of a new version of the infantry fighting vehicle ASCOD. Journal of Terramechanics, Vol.32, No. 1, pp. 53-61, 1995.

J.Y. Wong, Dynamics of tracked vehicles, Vehicle System Dynamics, Vol. 28, Nos. 2-3, pp. 197-219, 1997.

H. S. Fowler, On the lift-air requirement of air cushion vehicles and its relation to the terrain and operational mode. Mechanical Engineering Report ME-246, NRC No.17492, National Research Council of Canada, May 1979.

UTILISATIONS DIVERSES DU COUSSIN D'AIR

J.E. Laframboise, AFCASI
Montréal

INTRODUCTION

Les véhicules à coussin d'air sont généralement utilisés pour s'affranchir de la traînée créée par les vagues lorsqu'on circule en milieu marin, ou pour réduire la résistance à l'avancement lorsqu'il faut se déplacer, ou déplacer des charges, sur des terrains fragiles tels que marécages, sols organiques, boues, etc. Cependant, sous certaines conditions, il peut être intéressant d'utiliser le coussin d'air sur des surfaces dures et lisses, habituellement du domaine de la roue. Ces applications, dans le domaine industriel et dans le domaine du transport sur voie fixe, se justifient par des économies sur l'équipement de manutention, ou sur les infrastructures, pour le transport sur voie fixe. Les coussins industriels utilisent des pressions d'air élevées, qui obligent à tenir compte de la compressibilité de l'air, un facteur souvent négligeable sur les aéroglisseurs.

LES COUSSINS INDUSTRIELS

L'environnement industriel requiert le déplacement de charges diverses sur des sols ou des planchers conçus pour résister aux efforts imposés. Des grues et des palans permettent de manœuvrer les charges. Pour les déplacements plus importants les charges sont transférer sur des camions ou des chariots. La structure des chariots ou des transpalettes redistribue la charge sur des roues dont le nombre et la dimension augmentent avec la charge et suivant la nature de la surface de roulement.

Lorsque les charges deviennent trop lourdes pour un déplacement manuel, que l'espace manque pour utiliser les moyens habituels, le coussin d'air devient une alternative à considérer.

L'élément de base du système de manutention sur coussin d'air est un coussin à joint souple muni, ou non, d'une suspension (fig. 1, détail d'un élément avec suspension fabriqué par Bertin et Cie). Pour assurer la stabilité au moins trois éléments sont disposé sous la charge, généralement par l'intermédiaire d'un châssis ou d'un transpallet (fig. 2). La pression au sol est de l'ordre d'une atmosphère ou plus. La fuite à la périphérie du coussin est inférieure à un millimètre. La surface d'opération doit être plane et lisse afin d'obtenir un faible coefficient de friction avec une consommation d'air raisonnable.

Justification

Parmi les avantages reliés à l'utilisation du coussin d'air, se retrouvent :

- Omnidirectionnalité : Sur une surface horizontale les coussins d'air n'ont pas de direction privilégiée. Ils autorisent les mouvements de translation latérale ou de rotation, permettant de positionner les charges avec précision
- Réduction des efforts de translation : Le principal atout du coussin d'air est évidemment son faible coefficient de frottement, de 0.1 % ou moins, inversement proportionnel au débit d'air. Des charges de plusieurs tonnes sont facilement déplacées manuellement.
- Faible épaisseur du coussin : L'épaisseur des éléments est de quelques centimètres. Ceci diminue l'encombrement de la charge qui se manœuvre sans soulèvement notable.

- Faible pression au sol : On passera sur des sols peu renforcés sans les endommager.
- Immobilisation de la charge en absence de sustentation : Dès l'interruption de l'alimentation, la charge se déposera sur ses patins de repos.
- Douceur de translation : L'absence de chocs et de vibrations due aux faibles contacts avec le sol, conduit à l'utilisation du coussin d'air lorsque la charge exige une limitation des vibrations dans les hautes fréquences.

Évidemment, ces avantages se paient :

- Nécessité d'une énergie de sustentation : Alors que la plupart des systèmes de translation au sol n'exigent pas de puissance de sustentation, le coussin d'air industriel exige une consommation d'air que n'équilibre jamais le gain en puissance de translation.
- Nécessité d'un sol adapté : Le coussin d'air industriel n'est pas tout-terrain. Il exige une surface lisse et horizontale, d'une part pour réduire la consommation d'air requise pour un coefficient de friction donné, d'autre part pour éviter les dérives latérales.
- Nécessité d'un cordon d'alimentation : Il est possible d'installer un compresseur motorisé sur une plate-forme à coussin d'air. Cependant, une alimentation d'air comprimé est pratiquement toujours disponible en milieu industriel et il est plus simple d'y relier la plate-forme par un tuyau flexible, malgré l'encombrement.

Avant de procéder à l'utilisation d'un coussin industriel, il faut évaluer si, pour une application particulière, les avantages énumérés plus haut sont suffisamment importants comparés aux contraintes d'utilisation.

Autres utilisations du coussin à haute pression

La manutention à l'intérieur d'une usine ou d'un laboratoire est la fonction la plus spectaculaire du coussin d'air industriel. Cependant, le coussin d'air peut aussi servir d'autres façons :

- Voie fluidifiée : De l'air est introduit dans le fond d'une glissière sur lequel circule les objets à déplacer. Le coussin d'air se forme entre les objets et le fond du conduit. Les objets dont la forme ne permet pas la formation d'un coussin seront déposés sur des plateaux. La propulsion est assurée par la pente du conduit ou par poussée manuelle ou mécanique. Une courroie, interposée entre le coussin d'air et la charge, pourra éventuellement assurer le mouvement, mais au coût d'une plus grande complexité.

  Le SailRail est une voie fluidifiée développée au Canada (fig. 3). Le SailRail consiste en deux rails parallèles portant une palette qui repose sur deux boudins formés d'un enroulement de papier. Les rails sont concaves et servent d'amenée d'air. Le coussin d'air se forme entre la voie et le boudin. Le SailRail est utilisé pour l'entreposage, le chargement de semi-remorques ou pour le déplacement de véhicules sur des lignes d'assemblage. L'intégration au boudin d'un moteur linéaire a été étudié à l'Institut d'études aérospatiales de l'université de Toronto (UTIAS).

- Outillage : Pour positionner des charges de quelques kilogrammes à plusieurs tonnes sous une machine outil, on utilisera le coussin rigide (fig. 4). Celui-ci, se déplaçant sur une surface rectifiée, ne soulève la charge que de quelques centième de millimètre. Une pièce lourde peut ainsi être positionnée à la main avec précision.

Applications

La figure 5 est un document Bertin et Cie. Elle donne un tableau de quelques éléments avec suspension disponibles chez ce fabricant. La suspension permet une levée plus grande que le permettrait le joint de confinement du coussin. De plus, cette suspension s'adaptera aux ondulations de la surface de déplacement. Des éléments sans suspension sont construits par d'autres : Solving (Finlande), Rolair, Aerogo (USA), BHC (Angleterre).

Sauf cas particuliers, le coussin d'air est utilisé sous forme d'un transpalette glissé dans une cavité ménagée sous la charge. La mise sous pression soulève charge et transpalette qui peuvent alors être déplacés.

Les figures 6 à 8 illustrent diverses applications de coussin d'air industriel, dont une application dépassant plusieurs centaines de tonnes. Au Canada, l'Hydro-Québec, dans ses laboratoires de l'IREQ, utilise le coussin d'air pour déplacer les transformateurs et autres équipements en essai.

Mise en œuvre

La figure 9 donne les caractéristiques d'un élément de coussin d'air de 60 cm (24"). La variation de hauteur avec la charge correspond à une fréquence de suspension de 3.5 Hertz pour une charge de 2 t (tonne). La résistance à l'avancement, T, varie suivant le débit d'air insufflé. Pour une surface de ciment lisse on a, pour le coussin de 60 cm chargé à 4 t, une force de traction de 10 kg pour un débit d'air de 10 l/s, ce qui correspond à un coefficient de friction de 0.0025. Pour un débit triple, le coefficient est réduit à 0.00075.

Si l'utilisation du coussin d'air paraît simple à première vue, il faut noter qu'aux pressions utilisées la compression de l'air devient importante et les équations d'écoulement à densité constante ne sont plus de mise. La figure 10 indique les composantes du problème pneumatique, dont la résolution se caractérise par un amortissement très faible. Un mauvais choix des paramètres peut promouvoir un pilonnement de la charge, ce qui ira à l'encontre de la douceur de mouvement espérée.

On peut prévoir s'il y aura un problème de cet ordre en comparant les raideurs du système créées, d'une part, par la caractéristique débit/pression du ventilateur (ou de la source d'air comprimée), d'autre part, par la compressibilité de l'air dans l'enceinte du coussin (y compris les canalisations et les volumes intermédiaires jusqu'à la sortie du ventilateur ou jusqu'à un col sonique, sans oublier l'effet de l'élasticité des membranes flexibles). Si la raideur due à la pente de la caractéristique du ventilateur est plus grande que celle due au volume d'air du coussin on peut s'attendre à des instabilités. Tout se passe comme si l'énergie provenant du ventilateur s'emmagasine périodiquement dans le coussin, plutôt que de s'échapper directement à la périphérie de la jupe.

En simplifiant, les problèmes d'instabilités seront évités si le volume d'air du coussin est aussi faible que possible et si la courbe caractéristique du compresseur n'est pas trop raide. Si la chose est réalisable avec les coussins d'air d'aéroglisseurs, elle devient plus difficile lorsque les pressions dépassent les 5 ou 6 kPa. Pour des plates-formes lourdes, le frottement des segments de coussin introduit un amortissement bénéfique. Des capacités pneumatiques (résonateurs d'Helmholtz) devront être utilisées pour les très hautes pressions (50-100 kPa).

TRANSPORT GUIDÉ SUR COUSSIN D'AIR

Au début des années soixante diverses applications de transport faisant appel au coussin d'air ont été étudiées. Ainsi, à côté des aéroglisseurs à vocation maritime, on a proposé des versions terrestres utilisables sur sols à faible résistance. Le transport guidé, un terme général englobant le chemin de fer, ne fût pas en reste et on a pensé à substituer le coussin d'air aux roues et aux rails du chemin de fer. La grande vitesse était un des premiers objectifs du développement : les prototypes des «Aérotrains» construits par la Société Bertin, ont dépassé les 400 km/h au début des années soixante-dix. Vingt ans plus tard, le chemin de fer a rejoint cette gamme de vitesse avec plus de 500 km/h, dépassé à son tour par le train à lévitation magnétique. Techniquement, c'est une course excitante. Économiquement, des «niches» se dessinent, chacun des systèmes ayant ses atouts et ses contraintes.

Les prototypes

En France, en dix ans de développement à partir du prototype demi-grandeur (fig. 11), Bertin et Cie a produit une version évoluée, l'«Aérotrain interurbain» de 80 places (fig. 12), avec une vitesse de croisière de 250 km/h. Cette vitesse fut dépassée par une version à propulsion par réacteur (fig. 13), vitesse établie à 417,6 km/h par la Fédération Aéronautique Internationale le 6 mars 1974. Comme on peut le voir sur les figures, ces véhicules se déplacent sur une voie en forme de «T» inversé. Le muret central sert au guidage et rend le déraillement impossible.

Ailleurs, divers projets de train sur coussin d'air sont élaborés. Le RTV de Tracked Hovercraft, Angleterre enfourchait une poutrelle rectangulaire. Aux États-Unis Grumman et Rohr ont aussi produit des prototypes. Grumman utilisait une voie en U, tandis que Rohr reprenait la voie Aérotrain. Ces deux véhicules étaient propulsés avec des moteurs électriques linéaires.

Raison d'être

On ne fait pas l'Aérotrain pour le plaisir de faire du coussin d'air. On le construira seulement s'il est beaucoup plus économique que les alternatives. Le coussin d'air de l'Aérotrain ne produit sur la voie qu'une pression de l'ordre d'une livre au pouce carré, sans contact mécanique. Cette pression est à comparée à celle exercée par un pneumatique sur le sol ou par une roue d'acier sur un rail. Il n'y a, pour le coussin d'air, aucune concentration d'effort à redistribuer (fig. 14). La voie de l'Aérotrain sera donc légère, facilement surélevée (fig. 15) et, surtout, économique. Elle peut s'installer en bordure d'autoroute et suivre le trajet le plus direct entre deux points, en survolant croisements routiers ou ferroviaires.

L'économie réalisée par la construction d'une voie d'Aérotrain est à comparer à l'énergie requise pour générer son coussin d'air, de l'ordre de 10 à 15 kW par tonne, et pour combattre la traînée de captation de l'air nécessaire au coussin. Comparé à un véhicule ferroviaire à performance égale, l'Aérotrain demandera un surplus de puissance de l'ordre de 40 %.

L'évaluation comparative d'un système Aérotrain et d'un train sur voie ferrée doit tenir compte du coût des puissances en jeu, du coût des voies et des frais d'entretien de voie. Ces derniers seront minimes pour l'Aérotrain par rapport à ceux encourus pour l'entretien de la voie d'un train à haute vitesse. La voie du chemin de fer (ballast, rails et traverses) demande un entretien constant, entretien dont l'importance augmente avec la vitesse.

Technologie de l' «Aérotrain»

On utilise des coussins à lèvres mobiles (fig. 16) permettant de régler la fréquence de la suspension. Le guidage est obtenu par des coussins qui s'appuient sur le muret de guidage vertical. À la propulsion aérodynamique des premiers Aérotrains (hélice libre, hélice carênée ou réacteur) se sont ajoutées la propulsion par moteur électrique linéaire et la propulsion par roues pressées (fig. 17). Ce système s'applique aux véhicules suburbains, généralement utilisés à moins de 250 km/h. C'est un système commode, permettant d'attendre que les moteurs linéaires atteignent des rendements acceptables.

Le guidage de l'Aérotrain par le muret central de la voie en «T» inversé simplifie le problème des aiguillages. Il suffira de déplacer le muret pour guider le véhicule vers une autre voie (fig. 18), sans toucher à la partie horizontale. Pour les manœuvres de garage on peut aussi escamoter le muret central, ce qui permet des déplacements latéraux.

Les systèmes de contrôle de trafic moderne conçus pour le chemin de fer sont utilisables par l'Aérotrain. Le circuit de voie par les rails fait place maintenant à des balises qui signalent la position des véhicules sans contact électrique.

Applications

Les trains sur coussin d'air ne se sont pas imposés en France. La SNCF qui n'y voyait qu'une technique difficilement intégrable avec son réseau, a préféré la solution de Train à Grande Vitesse. Le facteur intégration du TGV dans le réseau existant a primé sur l'économie de construction. En Angleterre, les développements de Tracked Hovercraft se sont butés à un manque d'intérêt de la part de British Railways. Quant aux essais américains, ils n'ont pas été poursuivis, peut-être à cause du manque de performance des moteurs linéaires de l'époque.

Pourquoi y revenir maintenant ? Simplement parce qu'il s'agit de la solution la moins onéreuse pour le transport sur lien fixe, au moins en ce qui concerne les trafics sous la barre des cinq millions de passager par année. Au delà, il semble que le TGV devienne plus économique. Pour ce qui est du train à lévitation magnétique, il faudrait une liaison dépassant les 25 millions de passagers par année, ce qui n'est guère concevable au Canada. Par contre, ce l'est au Japon où un train à lévitation magnétique est en développement.

Une application possible pour l'Aérotrain dans la région de Montréal serait la liaison rapide entre les deux aéroports de Dorval et de Mirabel. Cette liaison permettrait l'opération des deux places aéroportuaires comme une seule entité opérationnelle. En effet, une liaison à 200 km/h entre les deux aérogares mettrait celles-ci «dos-à-dos», tout comme si elles étaient situées sur un même aéroport.

Cette liaison rapide permettrait la pleine exploitation du potentiel aéronautique de Montréal avec, par exemple, la possibilité de vols de nuit de et vers Montréal.

La technologie «Aérotrain» est disponible aujourd'hui. La mise en œuvre des développements technologiques du coussin d'air depuis les années soixante-dix contribuera à améliorer son bilan énergétique. Ce qui pourrait le rendre compétitif pour des trafics plus importants que ceux envisagés entre Dorval et Mirabel.

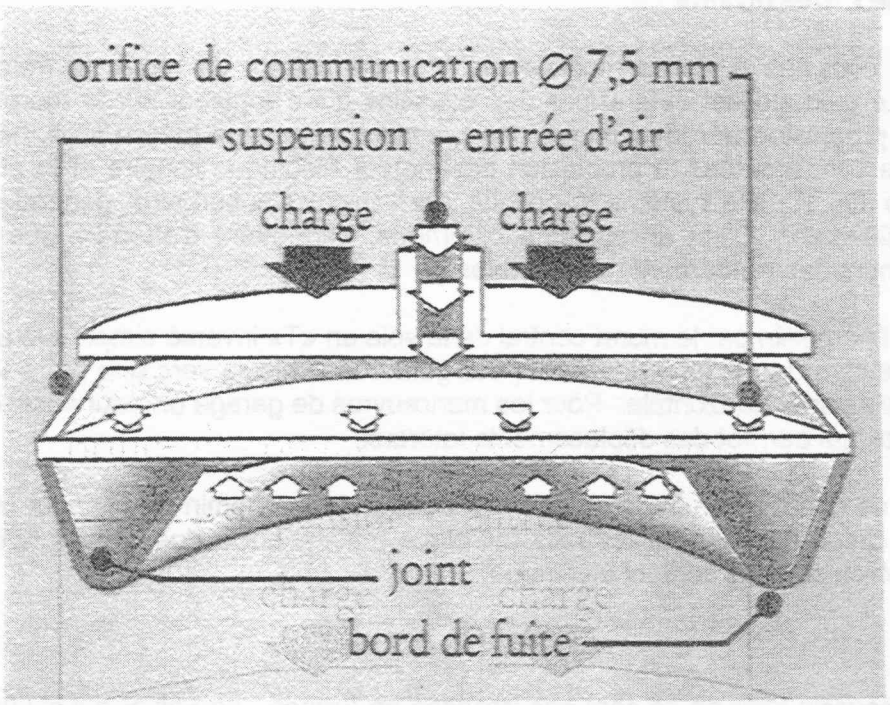


Figure 1 Coussin d'air industriel avec suspension (Doc. Bertin et Cie)

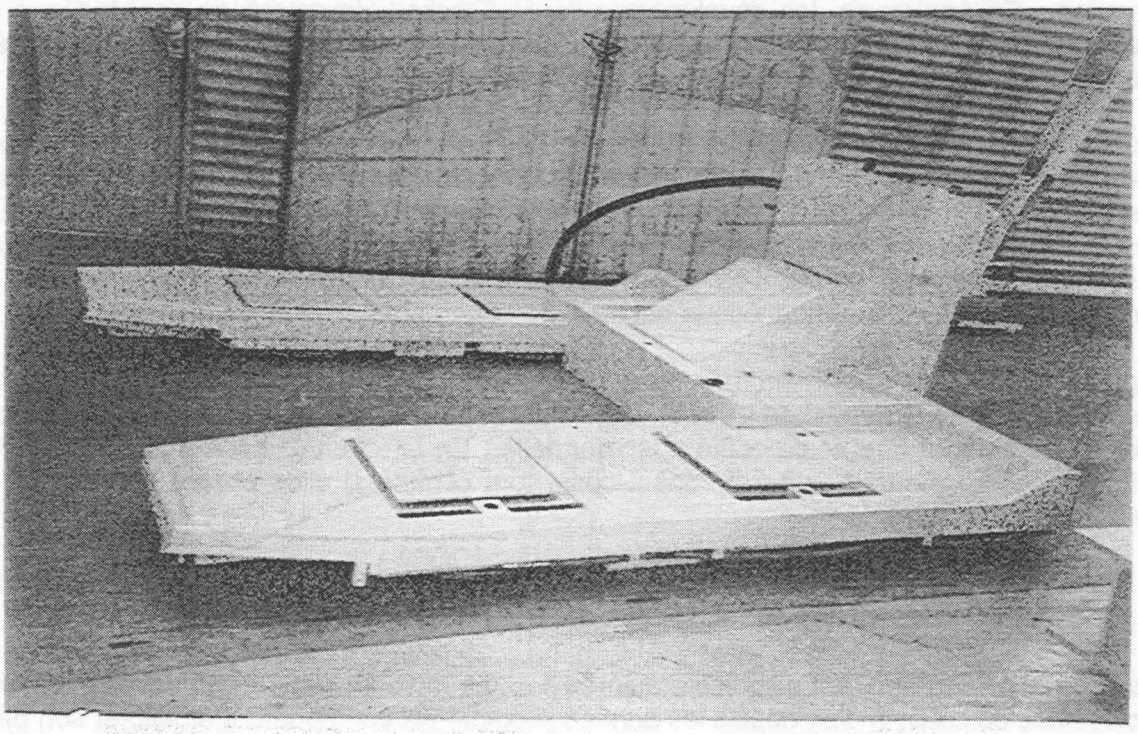
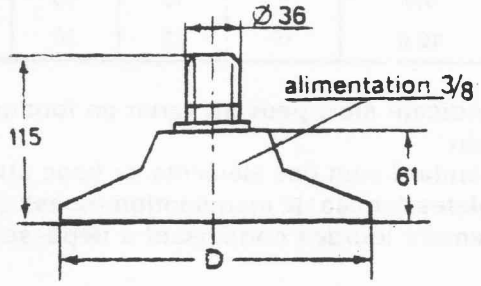


Figure 2 Transpalette sur coussins d'air, 10 tonnes (Doc. Bertin)

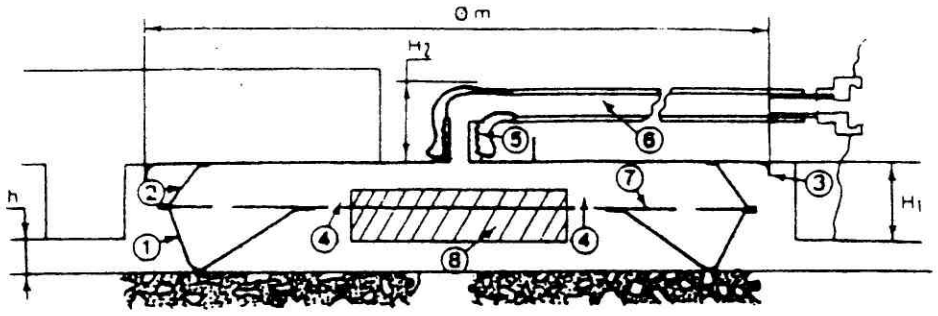


Figure 3 Système SailRail utilisé pour charger une semi-remorque



Type	PR 1	PR 2	PR 3
D (mm)	150	200	300
Charge maxi (kg)	600	1 000	2 500
Débit (Nl/s)	10	15	25

Figure 4 Patins Rigides à coussin d'air (Doc. Bertin)



① Joint
② Suspension
③ Plaque support
④ Orifices de communication ϕ 7.5 mm
⑤ Entrée d'air ϕ 1"
⑥ Accessoires
⑦ Plateau intermédiaire
⑧ Patin de repos des coussins

ϕ m Diamètre encombrement maximal
H_1 Hauteur minimale des patins de repos de la plate-forme
h Levée des patins de repos des coussins en sustentation
H_2 Encombrement de l'alimentation

TYPE		CAPACITE (tonnes)	DEBIT AIR (Nl/sec)			DIMENSIONS (mm)			LEVEE
			Tôle	Epoxy	Ciment lisse	ϕ m	H_1	H_2	* (mm)
Série 300	300-1	0,3	2,5	4	6	364	41	60	15 ± 5
	300-2	0,5	3,0	5	8	364	41	60	15 ± 5
	300-R	1,25	5,0	7	12	364	41	60	15 ± 5
Série 450	450-1	0,75	5	8	12	540	51	60	20 ± 5
	450-2	1,25	5	8	12	540	51	60	20 ± 5
	450-R	2,5	7	9	17	540	51	60	20 ± 5
Série 600	600	2,5	4	7	8	685	46	60	25 ± 5
	600-R	4,0	6	10	12	685	46	60	25 ± 5
	600- RS 6	6,0	9	15	18	685	46	60	25 ± 5
	600- RS 10	10,0	15	25	30	685	46	60	25 ± 5

Les débits sont donnés à titre indicatif mais peuvent varier en fonction de la rugosité du sol, de sa planéité et de la charge de chaque coussin.
Les coussins d'air circulaires standard sont des éléments de base utilisés pour la construction des éléments porteurs (fiche 80.7402) et des plates formes de manutention (fiches 80.7403 et 80.7404).
Pour les charges exceptionnellement lourdes conduisant à dépasser la limite de capacité de nos coussins standard : nous consulter.

Département Produits
Manutention sur coussins d'air

Fiche 80.7401

BERTIN & Cie
B.P. 3
78373 PLAISIR CEDEX - France
Tél. : (33 1) 34.81.85.00
Fax : (33 1) 30.54.04.14

Figure 5 Coussins d'air circulaires standard (Doc. Bertin)



Figure 6 Transpalette sur coussin d'air, manutention réacteurs 2 à 5 tonnes (Doc. Bertin)

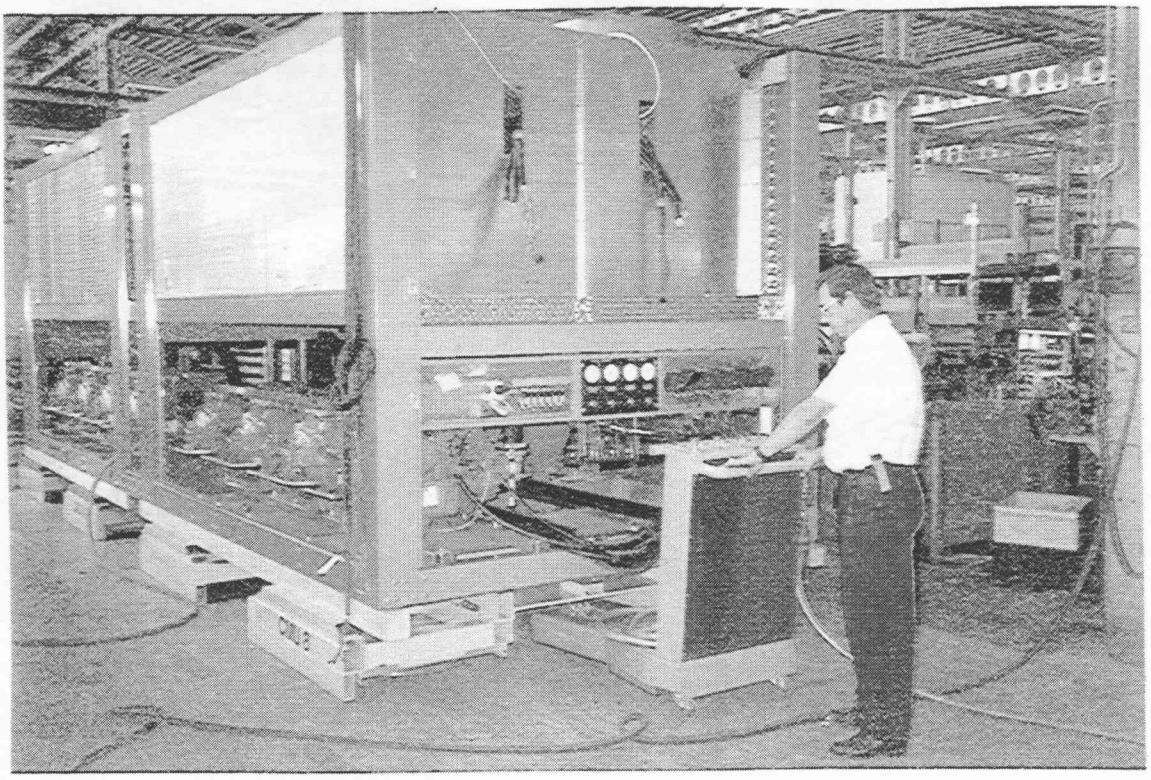


Figure 7 Déplacement chambre frigorifique de 50 tonnes (Doc. Bertin)

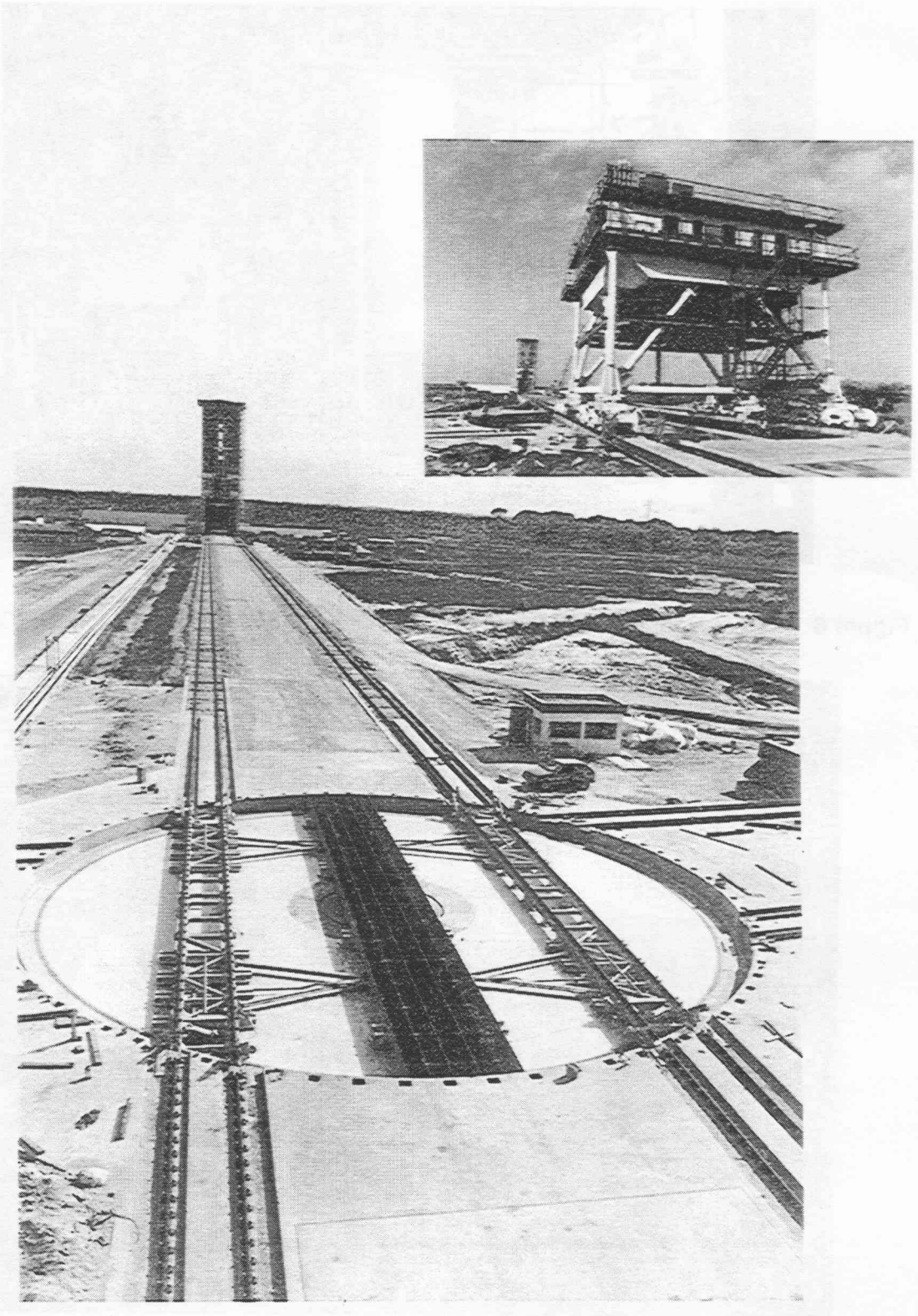
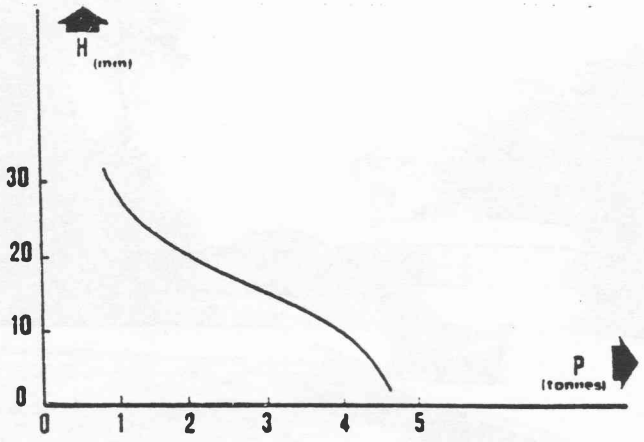
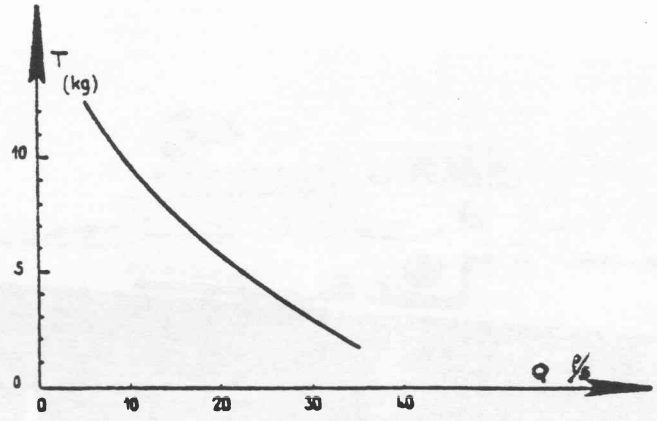


Figure 8 Pont tournant pour le lanceur ARIANE, 640 tonnes (Doc. Bertin)



a) Hauteur, mm, vs. charge en tonnes



b) Friction, kg, vs débit, l/s, pour une charge de 2 tonnes

Figure 9 Caractéristiques d'un élément de 60 cm (Doc. Bertin)

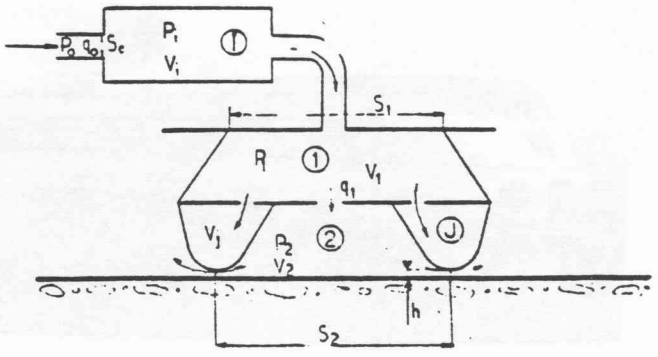


Figure 10 Les éléments du problème pneumatique (Doc. Bertin)



Figure 11 Aérotrain «Expérimental», 200 km/h

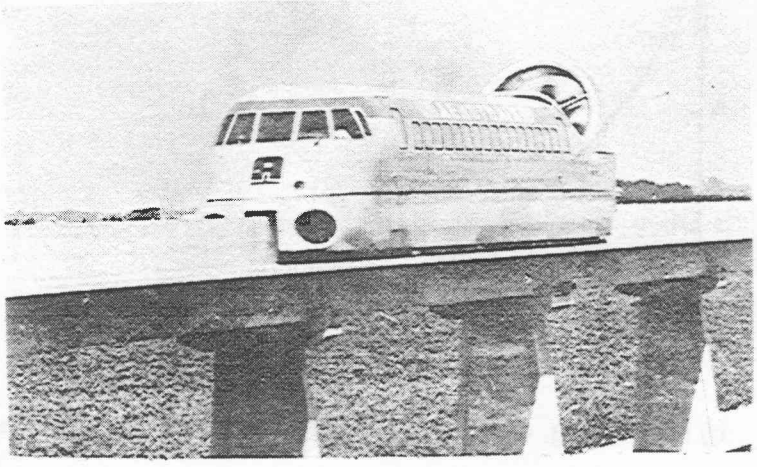


Figure 12 Aérotrain «Orléans» ; 80 places, 250 km/h ; propulsion par hélice carênée



Figure 13 Aérotrain «Haute Vitesse» ; «Orléans» équipé d'un réacteur insonorisé, 400 km/h

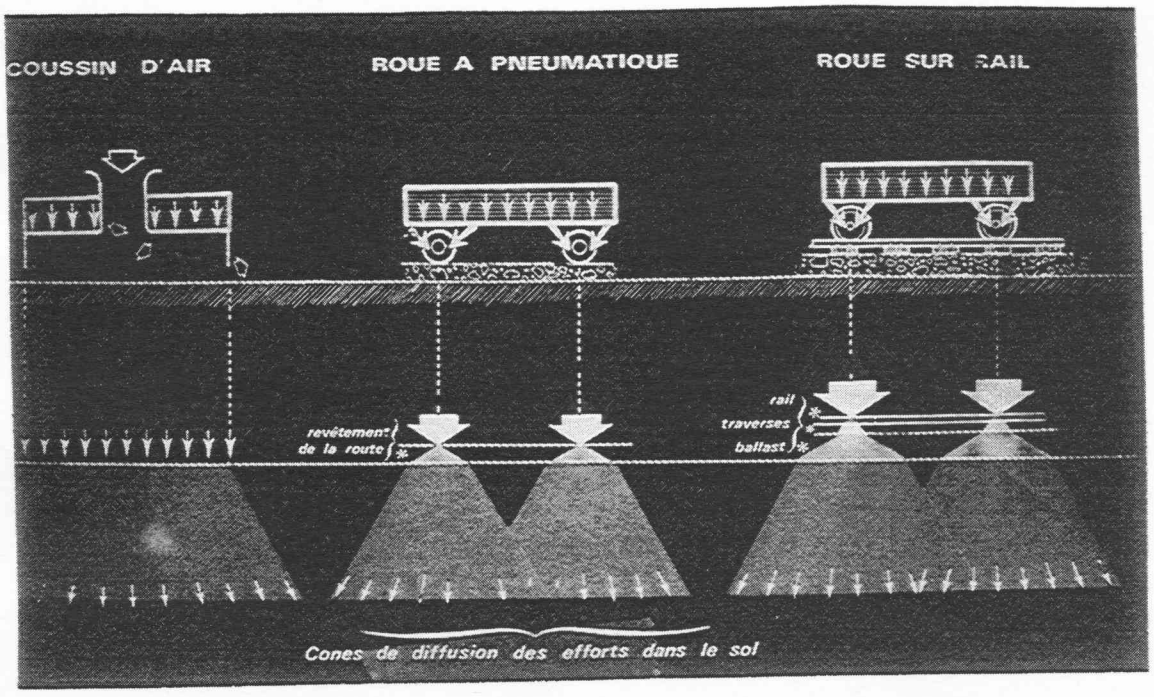


Figure 14 Diffusion des charges par le coussin d'air, le pneu et le rail



Figure 15 Voie d'Aérotrain surélevée

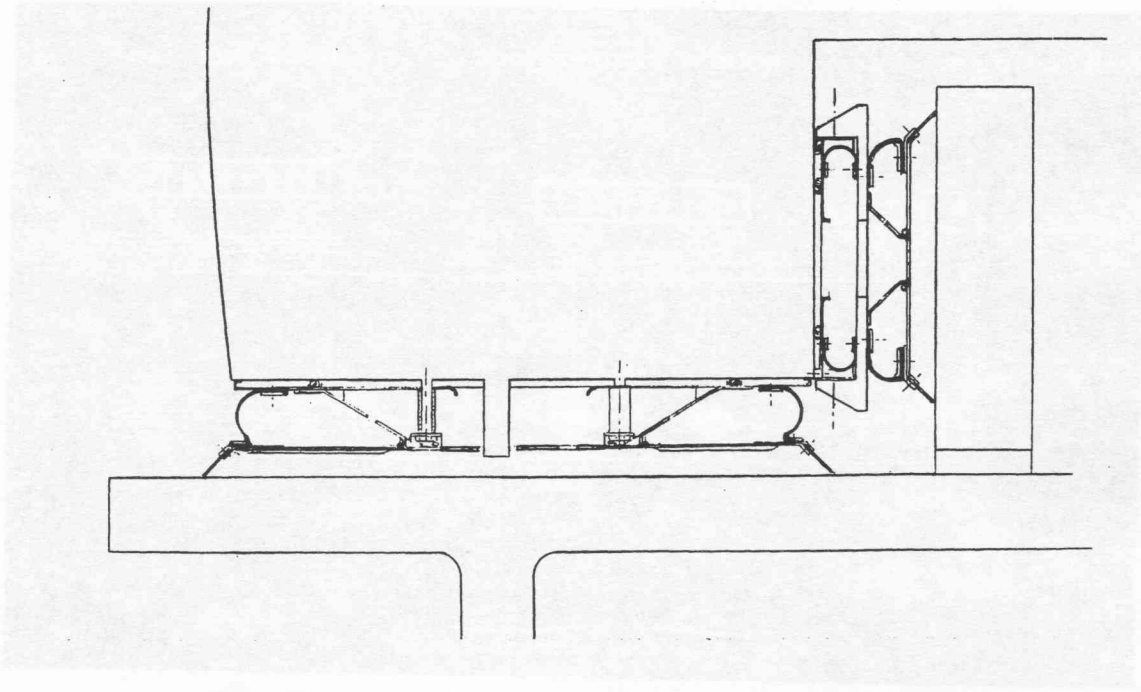


Figure 16 Coussin à lèvres suspendues, Bertin type **K**

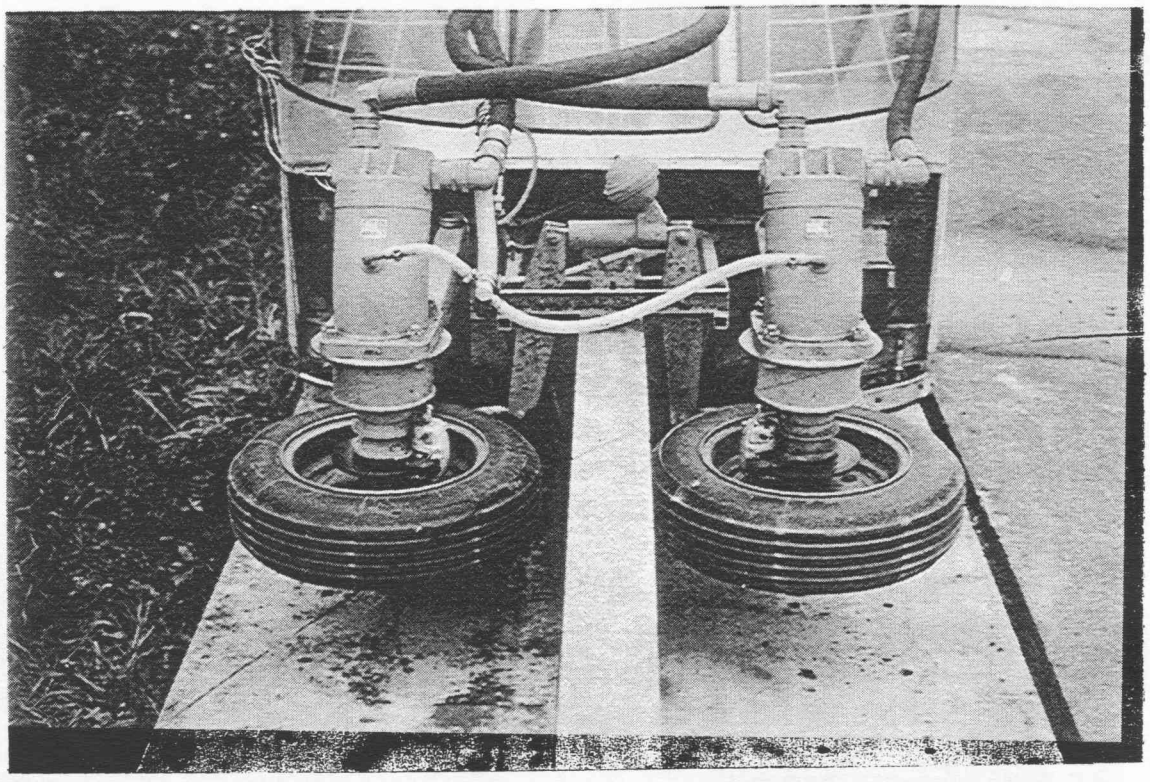


Figure 17 Propulsion par roues pressées.
Montage sur l'Aérotrain «Expérimental»



Figure 18 Aiguillage pour Aérotrain.

HOVERCRAFTS IN THE CANADIAN COAST GUARD

by
Captain D. L'Heureux
Canadian Coast Guard, Trois-Rivières, QC

Self-propelled hovercrafts have been in service with the Canadian Coast Guard since the late 1960's. This association started before the hovercrafts were being tested for commercial and government duty in the Canadian North. There was then a high level of interest in the technology because of the potential for moving heavy loads over land without damaging the tundra. Another important feature of hovercrafts was discovered almost by accident; icebreaking. A hoverbarge was transporting heavy materials over a frozen lake and it was noticed that the ice behind the convoy was breaking as the craft progressed.

This ability combined with others (low environmental impact, cost effective transportation and versatility) prompted the Canadian Coast Guard to acquire two hovercrafts for evaluation purpose; the british built SRN-5 and the Canadian built Voyageur.

WEST COAST ACTIVITIES.

In the late sixties, a SRN-5 type craft was sent to Vancouver for evaluation. After a short familiarization period for the crew, it quickly established a reputation as a fast rescue craft. What started as a pilot project became a permanently established Search and Rescue unit based at Vancouver international airport. The airport area was chosen because of the vast tidal flats surrounding the runways and the lack of rescue facilities in case of an airplane crash. The amphibious craft could reach virtually anywhere in an area previously untouched, to any extent, by other types of ground vehicles. This feature was quickly appreciated by the airport emergency planning staff, particularly in the case of a large airplane crash on the mud flats.

Soon other crafts were added to the unit, and for a while three crafts of the SRN-6 type were utilized. After almost thirty years of service, the unit still thrives and has many spectacular rescues to its credit. The recent transfer from Transport Canada to Fisheries and Oceans has added new responsabilities to an already busy unit. The crafts are well suited to their new role in fisheries law enforcement. This is in addition to scientific research, pollution patrols and buoy work and assistance to law enforcement agencies. This is quite an achievement considering that the role of the unit was not clear at the beginning. It represents a tribute to the crews operating it and to their maintenance standards.

The unit uses presently two SRN-6, but the crafts are showing signs of aging and will have to be retired soon. Since production of SRN-06 was stopped a long time ago and parts are no longer available, it was decided to replace one of the SRN-6 by a larger craft, the AP1-88/400. This unit is due to be delivered in Vancouver in September '98 and should enter active duty late this fall. One of the existing SRN-6 will be refurbished and kept in reserve. The dash 400 should improve the

reliability of the unit as well as response time because of its greater speed and better seakeeping ability. The larger payload and more powerful engines will allow the unit to diversify its activities. Multi-tasking is now an essential part of any Coast Guard unit and this ability will enhance greatly the chance of development for hovercrafts on the West Coast.

EAST COAST ACTIVITIES.

Not long after the SRN-5 was introduced on the West coast, the Coast Guard acquired another unit: the Voyageur, built by Bell Textron. Parry Sound, Ontario became the base for evaluation purposes and this new formed unit was supposed to conduct trials in eastern Canada for the Coast guard. Since the craft was a prototype, it was noisy, expensive to maintain and operate, and more or less mechanically realiable. Neverthess, the idea was to put the craft to work on standard coast guard jobs and see how it would fare. In this regard, the experiment was successful. One of the Coast Guard routine task is buoy handling. Voyageur was able to handle buoys weighing up to 2000 Kg. and its 20 tons payload combined to the flat deck configuration allowed for tremendous flexibility. But the real success was icebreaking. The craft quickly established a solid reputation as an icebreaker by breaking ice of up to 1.5m in thickness. It could also reach areas previously unaccessible to conventional icebreakers.

After a short period in the great lakes region, the craft was transferred to the Laurentian region which covers mostly the St.Lawrence river and its tributaries. This area is known for flooding problems every spring due to ice jams caused by ice breakup on the tributaries. Voyageur was put to work right away in the Montreal region the first spring after its arrival. The effort was an instant success and word quickly spread around. In fact, this is the single most factor that prompted Coast Guard management to keep the craft in the Laurentian region and make it a fully operational coast guard icebreaker. The craft was kept in service from the early 1970s to the mid 1980s. During that period, it was involved in pollution clean up operations, search and rescue, lighthouse re-supply missions, buoy work, construction, tide gauge installation, icebreaking, law agencies support and scientific research.

In the mid 1980, the craft was aging and maintenance costs were escalating. A decision had to be made regarding Voyageur's future. Valuable lessons had been learned about operating hovercrafts in cold climates. Despite its success, the craft was never originally designed for the tasks performed. It was thought that a new craft should be introduced that would encompass all the experience gained from operating Voyageur. Westland Aerospace from England submitted a proposal to modify their AP1-88/100 passenger ferry to meet coast guard specifications. After many discussions and meetings, the final result was the AP1-88/200, later known as Waban Aki.

Waban Aki became an instant success after its introduction in the Canadian Coast Guard. Finally, we had a craft configured for our needs and with a skirt designed for ice breaking. Although it has a basic weight greater than Voyageur, it is capable of completing all the work that Voyageur could and its equipment is better suited for the work. It is a more rugged craft, its welded construction and diesel engines make it cheaper to operate. Compared to Voyageur, we estimate the savings in operating costs in the order of 60%.

The greater basic weight is an asset when icebreaking because we don't have to carry as much fuel as with Voyageur and the craft doesn't burn nearly as much on an hourly basis.

Waban Aki is now at the mid point in its useful life and plans are now underway to refurbish the craft in order to modernize it. We estimate that by slightly increasing the size of its engines, we could increase the performance significantly and still keep the operating costs reasonnable.

In 1990, the former OIC from Montreal, Mr.Gerry More, started working on a plan to bring a larger craft in the Coast Guard. He speculated that such a craft could do the work of a small conventional buoy tender in less time and cheaper. Gerry spent two years researching activity reports from such units, and recreated painstakingly their work programs using a hovercraft instead. The work required considerable patience and determination. It finally paid off because Mr. More was able to demonstrate significant savings in operating costs and manpower, and construction costs could be realized by replacing not one but two vessels like the Montmagny and the Ile des Barques (both small conventional buoy tenders) by a hovercraft.

In the meantime, a separate study had already showed that the AP1-88/200 could be enlarged to carry bigger payloads. The pieces of the puzzle were slowly coming together. It took 8 years and a lot of arguments and challenges, but the final result is here: SIPU MUIN. A remarkable achievement for Gerry, considering that the Coast Guard has been undergoing downsizing for years. Tragically, Mr.More died last winter, three month before delivery of the craft. The name, Sipu Muin, means River Bear in the Mic Mac language, an indian tribe living near Gaspé, Québec.

The craft maximum gross weight is 25 tons larger than Waban Aki although both look the same from a distance. It is capable of lifting buoys of up to 4500 kgs and has a much improved performance. It started service this spring and we have not had a chance to assess its icebreaking capabilities yet. However, based on what we know so far, the performance should be impressive.The craft is based in Trois-Rivières, Qué., at the same maintenance base as Waban Aki.

CONCLUSION.

Our latest acquisition has generated considerable interest in various parts of the world. The dash 400 is breaking new grounds in many aspects. It represents the latest development in AP1-88 evolution. It is an economical craft, easy to maintain and has a performance that compares favourably with turbine powered crafts. My feeling is that we are finally headed in the right direction with a technology that was invented, after all, in the 1950s.

84 blank