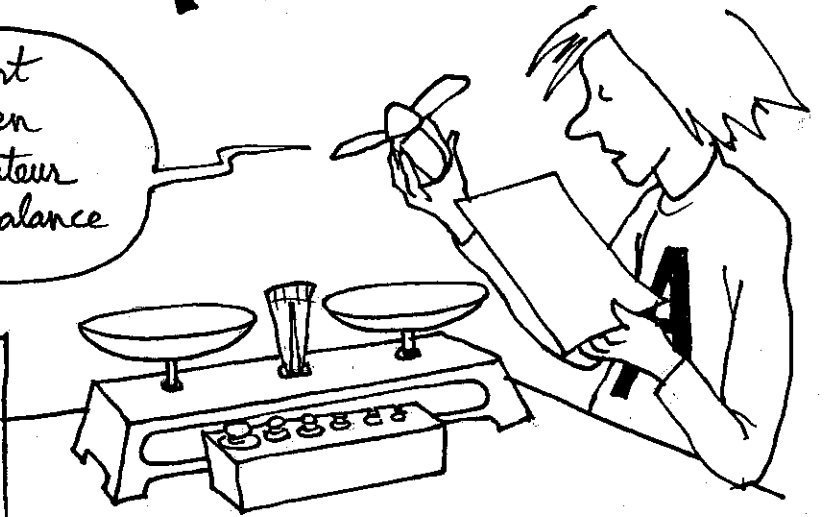
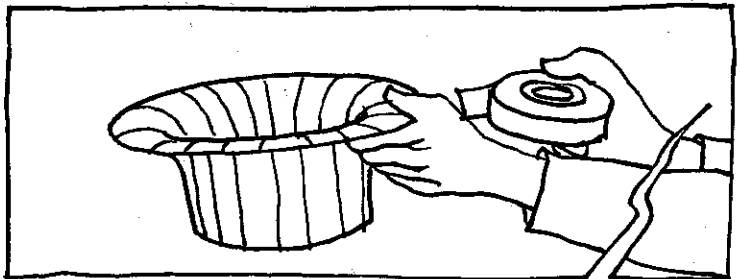


AU RAS DES PÂQUERETTES

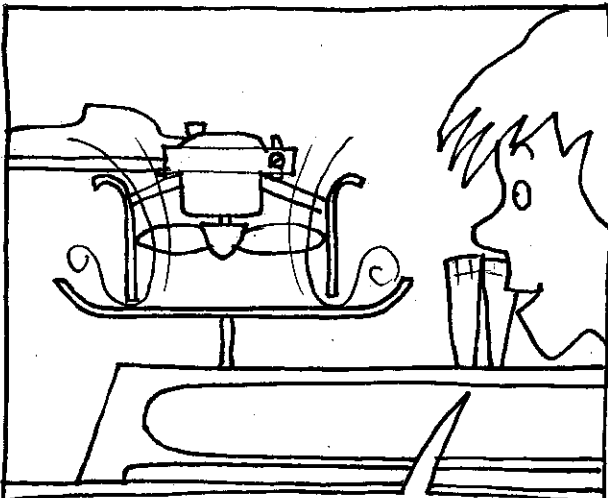
Je serais curieux de voir quel effort de pression on peut exercer en dirigeant le souffled'un ventilateur vers une plaque posée sur une balance



tiens, il me vient une idée

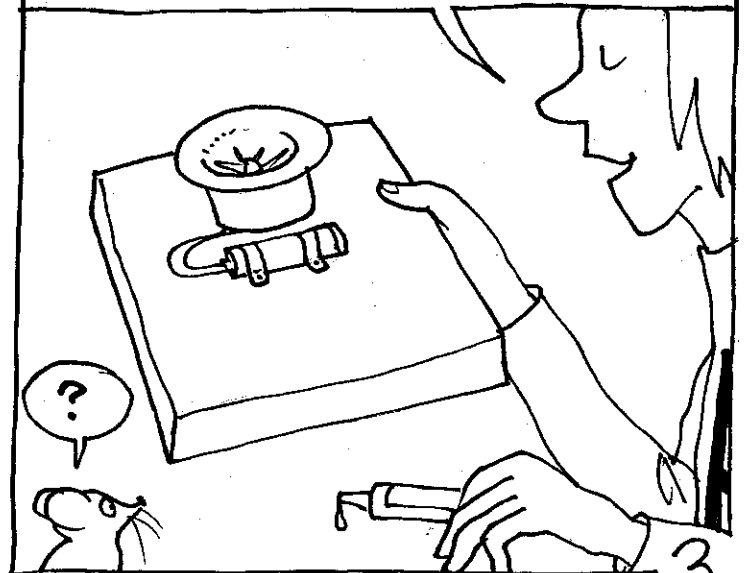


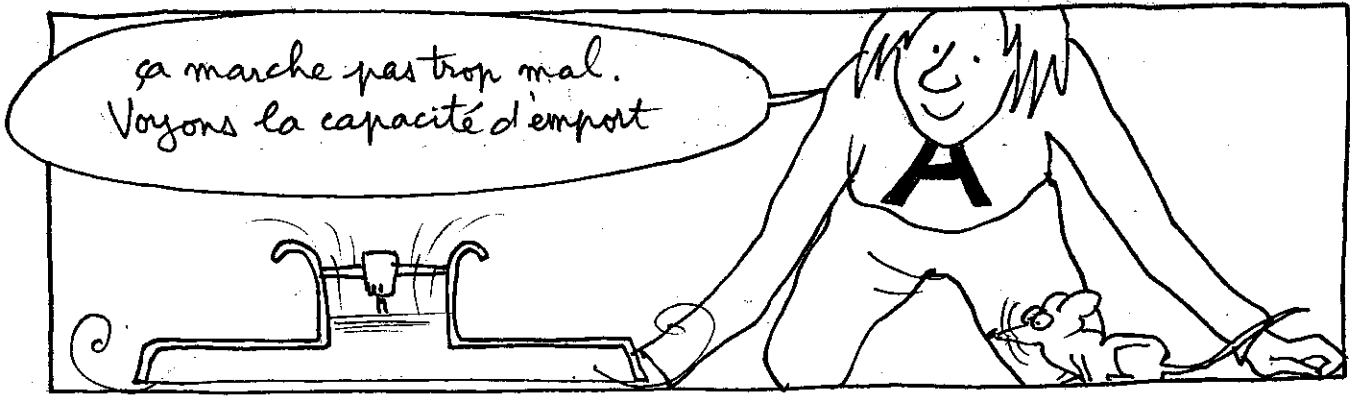
Je vais concentrer le flux d'air à l'aide de ce carénage que j'ai fabriqué avec du carton



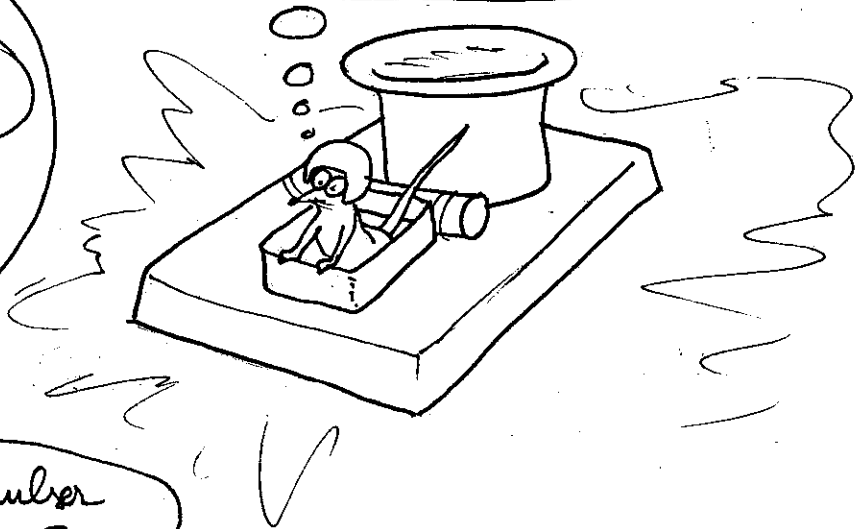
en coïncant le flux contre le plan, je crée une sorte de **COUSSIN D'AIR** qui accroît fortement cette force de pression

J'ai une autre idée. Je vais utiliser ce dispositif pour créer une surpression sur une surface plus importante

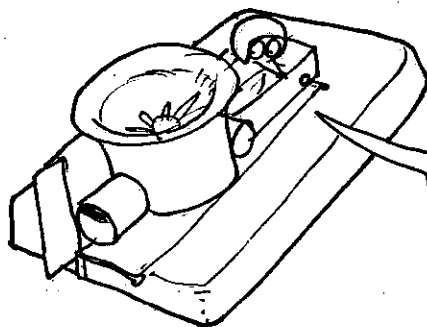
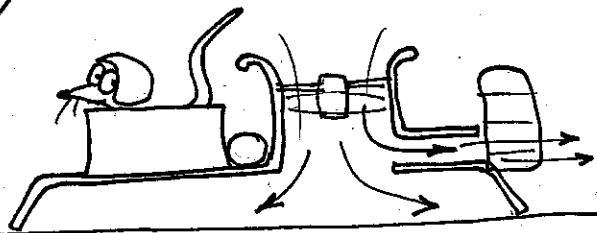




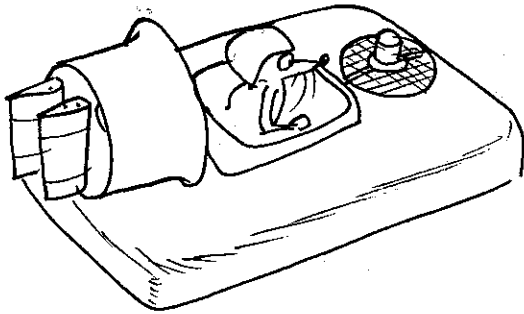
quand je raconterai ça aux copines!



Bon. Comment propulser
et piloter ce truc?

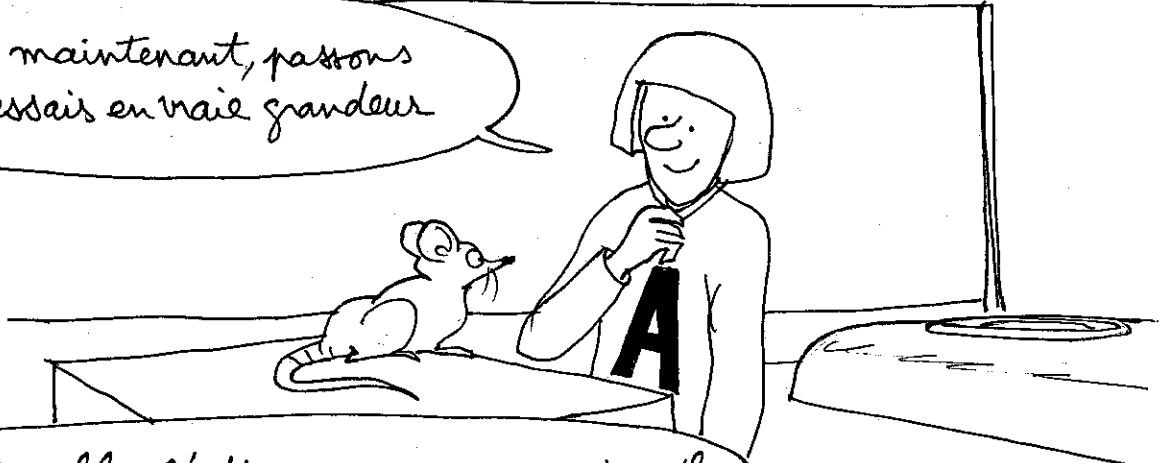


première solution:
dévier une partie
du flux d'air et
le consacrer à la
propulsion. Avec
une gouverne pour
le pilotage

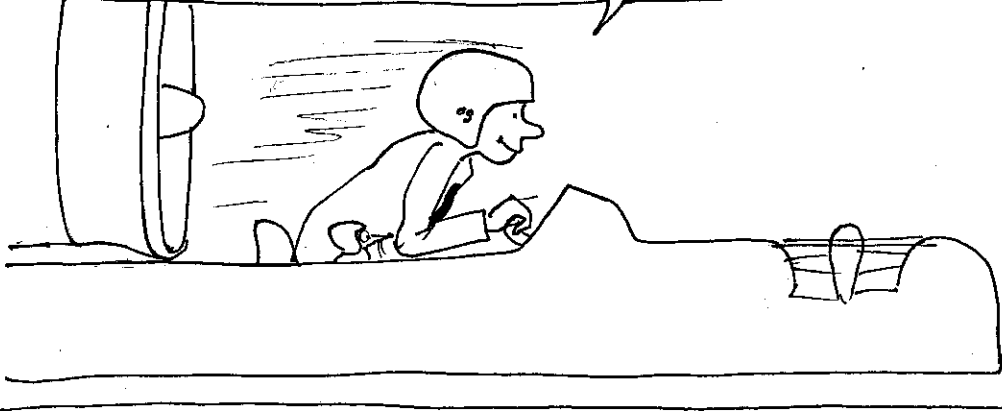


Anselme étudie différentes solutions. En haut, ventilateur unique, une partie du flux étant détournée et consacré à la sustentation. En bas: deux ventilateurs mus par deux moteurs indépendants

Bon, maintenant, passons aux essais en vraie grandeur

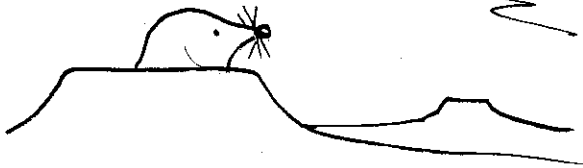


Formidable. J'atteins presque 100 km/h



CHBLONK!

!?!



foutus terriers de taupes!

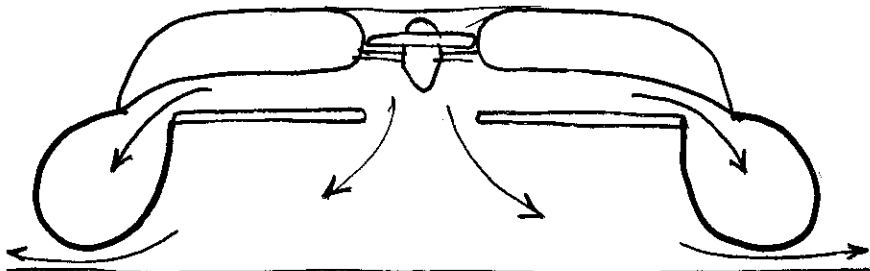
il faut trouver une solution



qu'est ce que tu fais ?

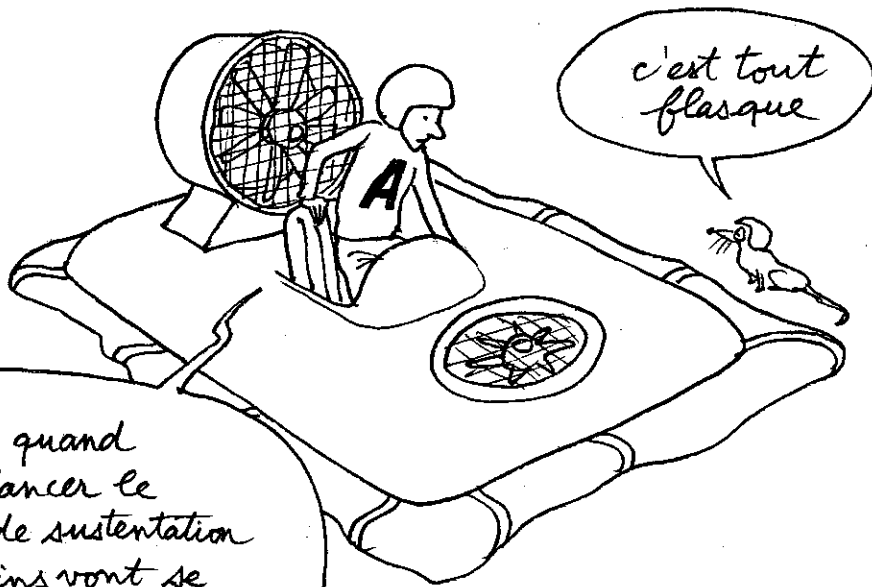


L'adapte des JUPES SOUPLES sur l'appareil

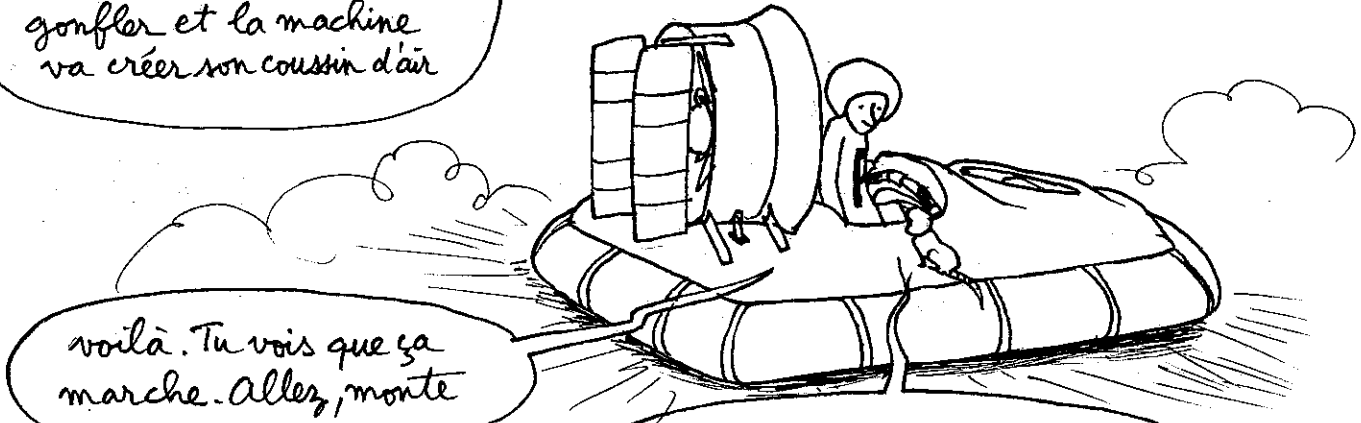


Voici le principe: le ventilateur qui crée la sustentation sur le coussin d'air maintient aussi gonflé une sorte de boudin de caoutchouc, qui entoure l'appareil





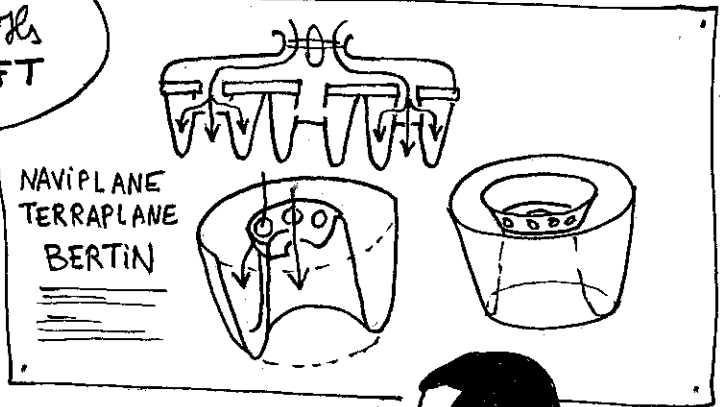
attends, quand je vais lancer le moteur de sustentation les boudins vont se gonfler et la machine va créer son coussin d'air



voilà. Tu vois que ça marche. Allez, monte

rigé. Cette jupe souple va avaler les obstacles

les anglais utilisent un autre système, une jupe annulaire. Ils appellent cela l' HOVERCRAFT



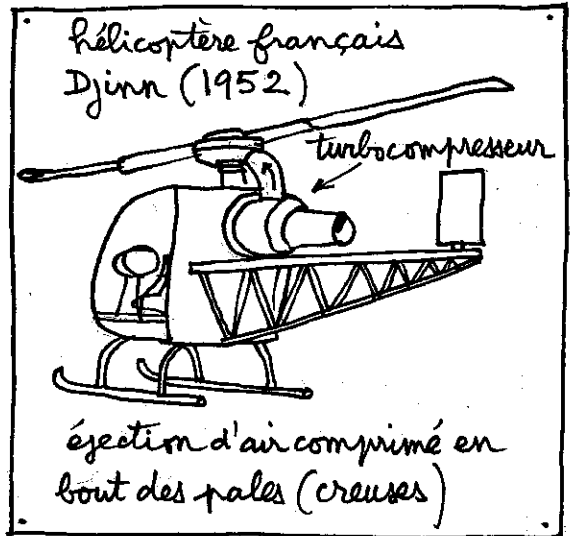
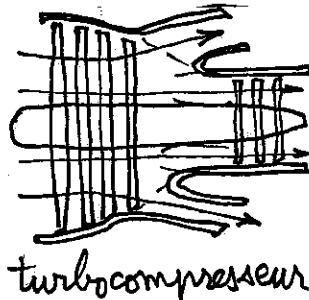
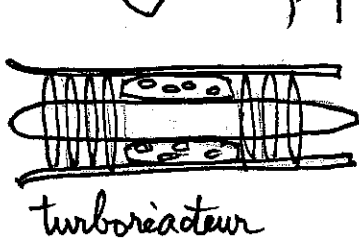
oui, je suis au courant. Et le Français Bertin préconise un système multi-jupes, avec des éléments modulaires Mais c'est de la basse pression. Ça n'est pas la solution

Réfléchissez, général. Avec une hélice on peut avoir un fort débit massique mais de faibles surpressions. Nous avons le turboréacteur, qui comprime l'air dans sa turbine, avant de l'envoyer vers les chambres de combustion. Là, on arrive à compresser l'air sous 2 bars. A partir de là on peut fabriquer des **TURBOCOMPRESSEURS** en surdimensionnant la partie compresseur



mais... ce ne sont plus des moteurs à réaction?

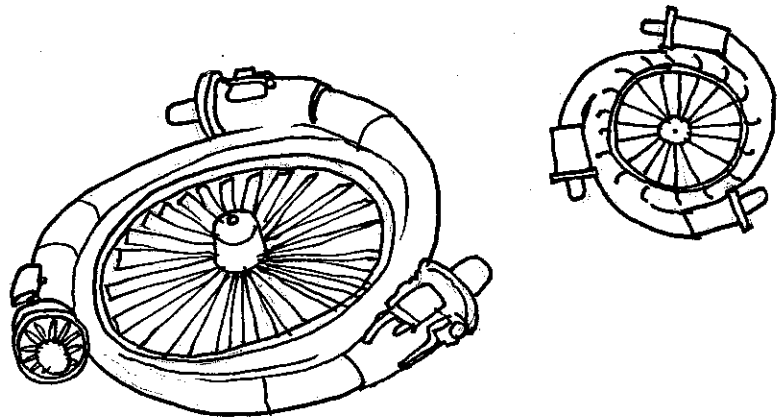
il y a toujours du gaz éjecté, en sortie de tuyère, en aval des chambres de combustion, mais le système est principalement conçu pour fournir un flux d'air comprimé et dense



J'entends bien, Jack (*), mais les leaders, dans ce domaine-là, ce sont ces foutus Français!



que dites vous de cette solution, avec trois turboréacteurs entraînant un compresseur axial?



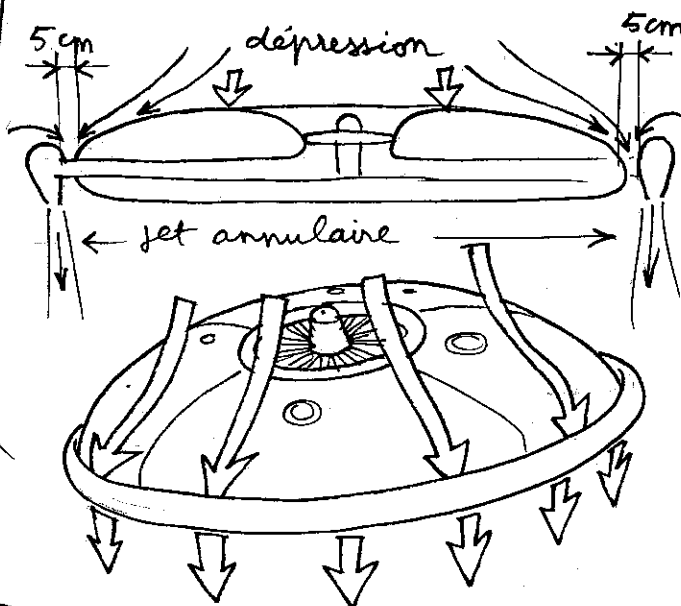
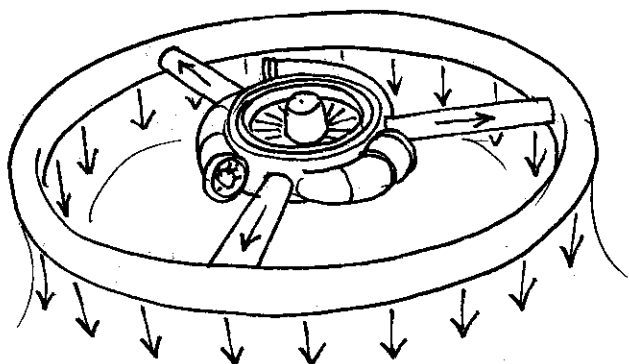
(*) Jack Frost, anglais, concepteur de l'engin discoidal AVRO-VZ, étudié au Canada, fin des années cinquante, puis au USA à partir de 1958, au James Forrestal Center de Princeton. A abandonné en 1961

(**) la société française TURBOMECA, créée avant la guerre de 39-45 et qui maintient son activité pendant celle-ci produit en 1950 le turbocompresseur PALOUSTE, pesant 220kg, équipant le Djinn et produisant de l'air comprimé sous 3, 6 bars

et vous comptez faire voler cette espèce d'hélice ?



Je suis les idées de l'Allemand Von Mieth. Nous avons récupéré ses notes dans le cadre de l'opération PAPERCLIP. Ce système sert de compresseur et envoie de l'air sous 2 bars vers une buse annulaire. Un effet de trompe crée alors, par aspiration induite, une dépression sur toute la partie supérieure de l'appareil. C'est comme ça que marchent les SOUCOUPES VOLANTES des Russes.



et les performances de cet engin ?

Après un décollage vertical, 2500 km/h à dix mille mètres d'altitude

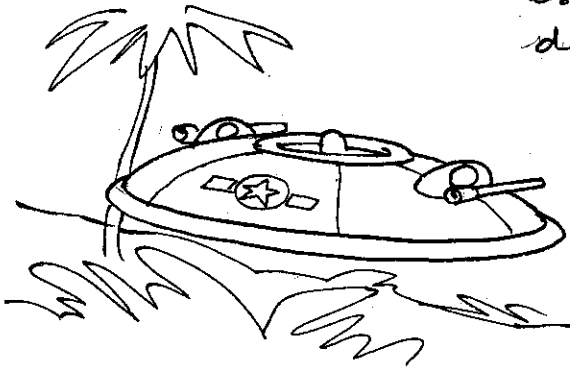


si les Russes ont cela, il faut qu'on l'ait aussi !

(*) A la décharge de Frost, l'effet de trompe était encore très mal connu en ce début des années cinquante. Aux essais, ce système se révéla totalement inefficace.

La machine de Frost fut construite et testée au Canada. Les Américains la récupérèrent en 1958 au James Forrestal Center, dépendant de l'université de Princeton, dans le service du professeur Bogdanoff (*) qui tenta de la reconverter en machine à effet de sol, en

espérant que cette machine, s'élevant dans l'air, pourrait se comporter comme une sorte de Jeep volante (ici équipée de deux canons sans recul. Mais ce système du rideau gazeux annulaire se révéla terriblement instable.



Sous l'appareil, un vortex torique



Le pilote de cet appareil avait l'impression d'être monté sur une planche posée sur une chambre à air mal gonflée. A une vitesse de translation modeste le rideau de gaz avait tendance à passer sous l'engin !...

maiday!

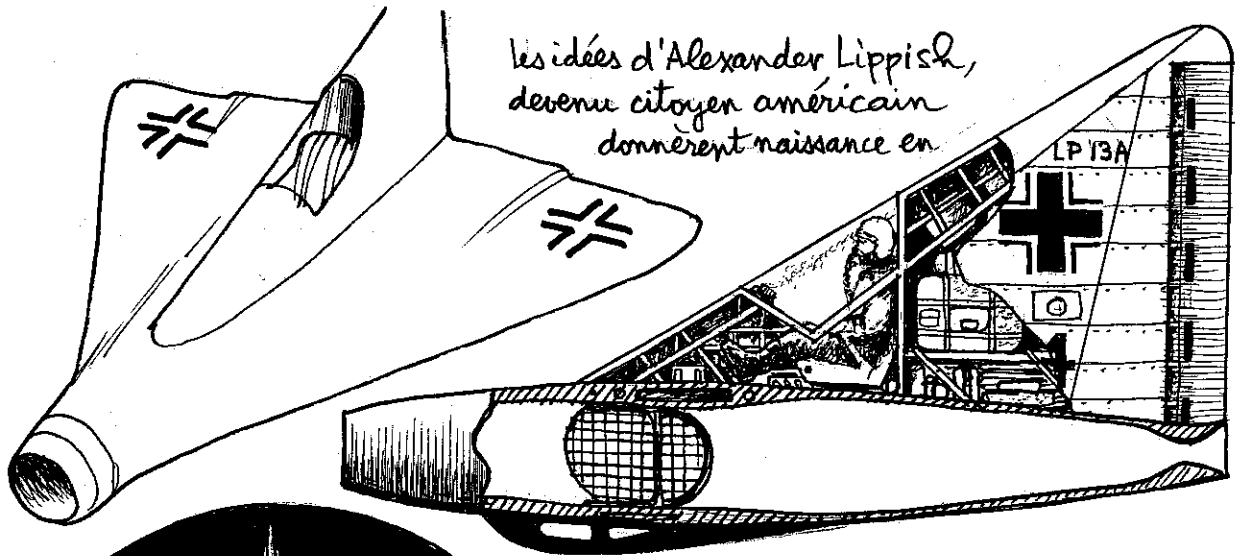


Cette idée en cachait en fait une autre dont nous parlerons plus loin. Si cette tentative de récupération des travaux des ingénieurs allemands de la seconde guerre mondiale (opération PAPERCLIP) se solda par une mésaventure un peu naïve, d'autres se révélèrent plus fructueuses

PAPERCLIP

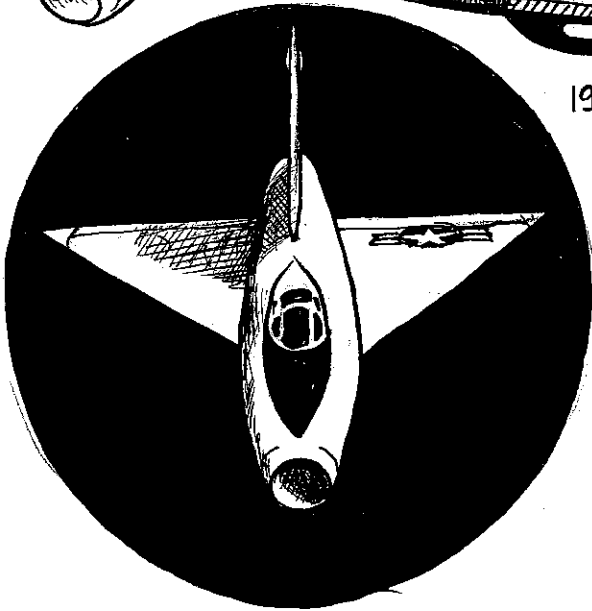


Eh oui, pendant la guerre de 39-45 les ingénieurs allemands avaient acquis une formidable avance en matière de machines volantes. En 1945, Russes et Américains s'empressèrent de mettre la main sur ces spécialistes, l'opération, côté américain, portant le nom de code PAPERCLIP

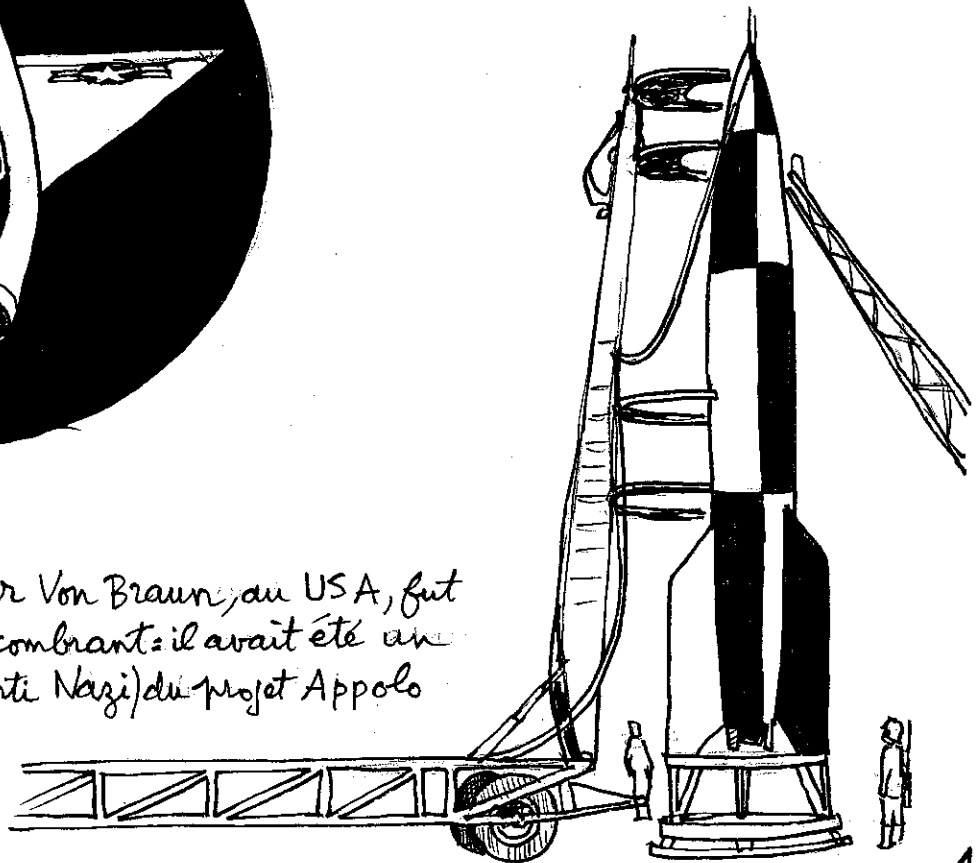


les idées d'Alexander Lippisch, devenu citoyen américain donnèrent naissance en

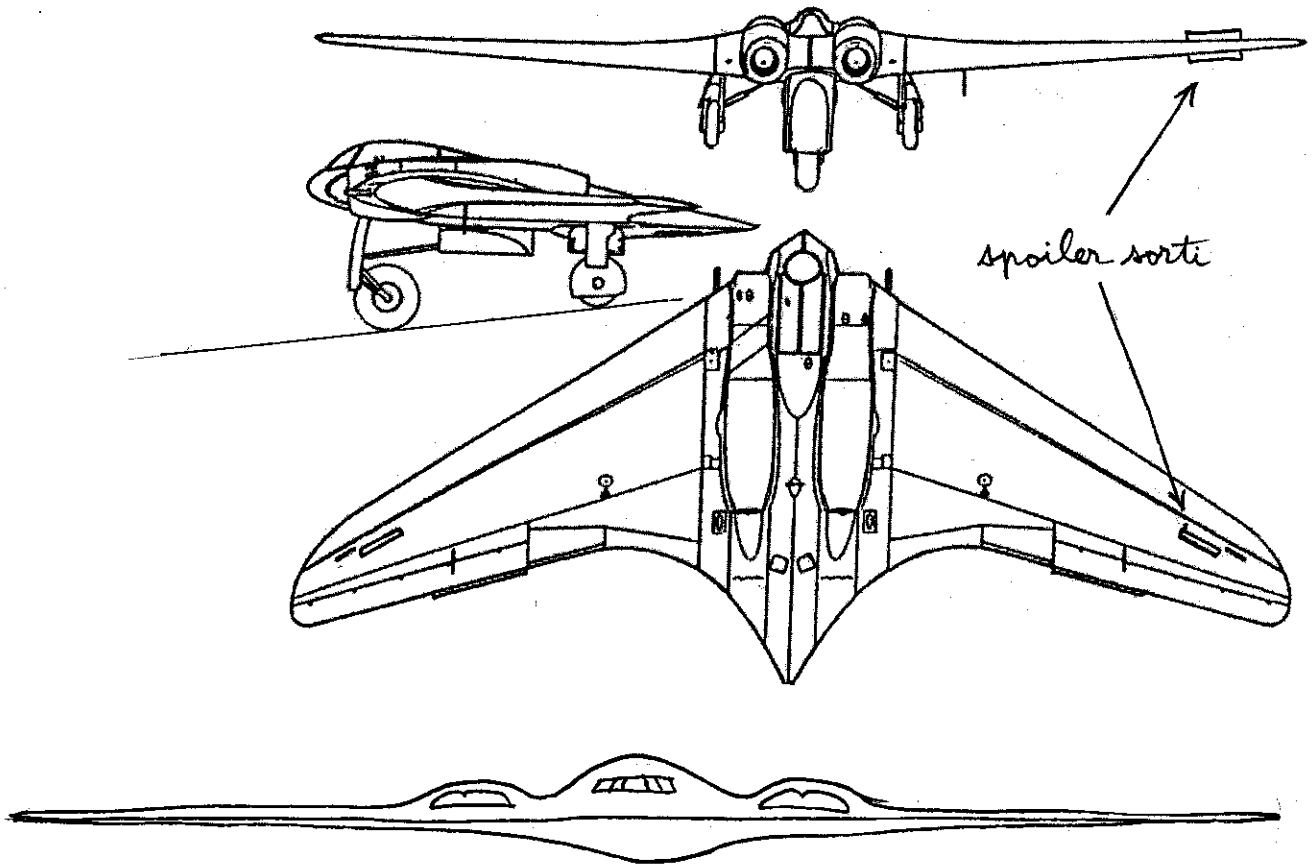
1948 au Convair XF 92 Dart (la fléchette)



de même, Werner Von Braun, au USA, fut le promoteur (encombrant: il avait été un membre actif du parti Nazi) du projet Appolo



En 1945, la réponse allemande à une invention anglaise = le **RADAR** est l'aile volante Horten IX. Propulsée par deux turboreacteurs, elle n'a pas d'empennage vertical et vole grâce à des volets qui sortent des ailes, perpendiculairement au flux d'air, des "spoilers". Construite en bois et tapissée de poudre de carbone mélangée à de la colle, elle est furtive et préfigure le B2 qui ne vena le jour qu'un demi siècle plus tard



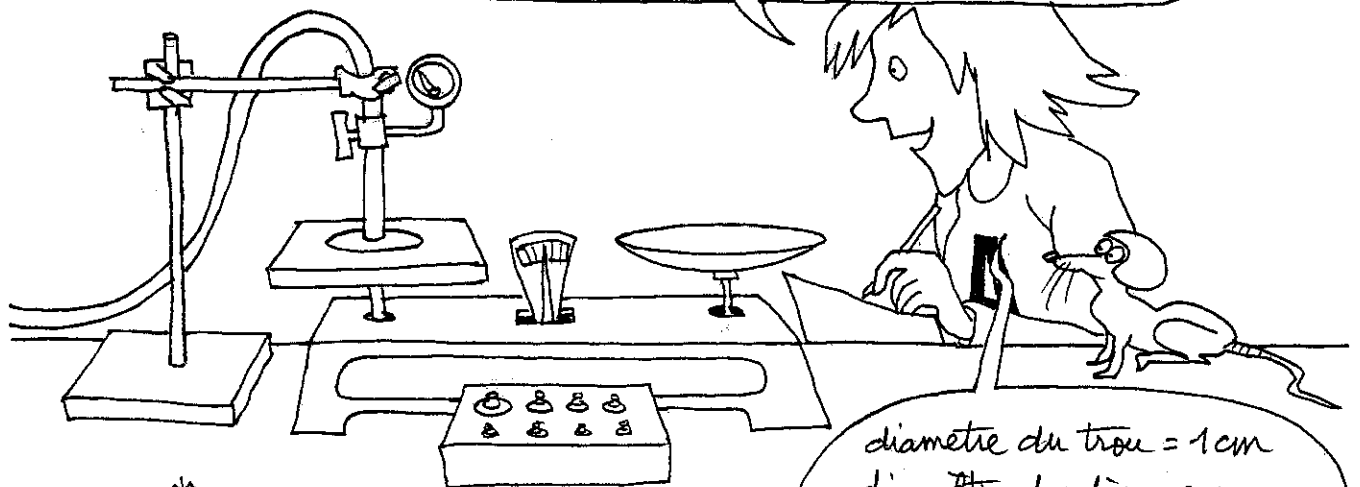
y avait-il un élément manquant, dans cette "soucoupe" ?

nous verrons cela plus loin

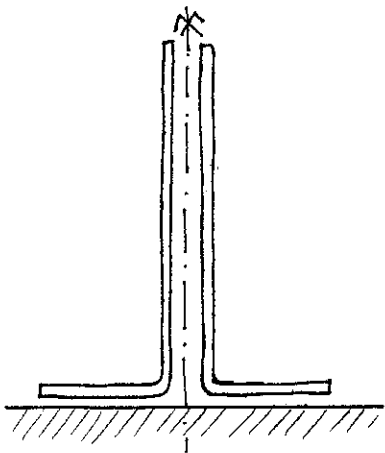
ou était-ce simplement une idée farfelue ?

L'INVERSION DE L'EFFET DE SOL

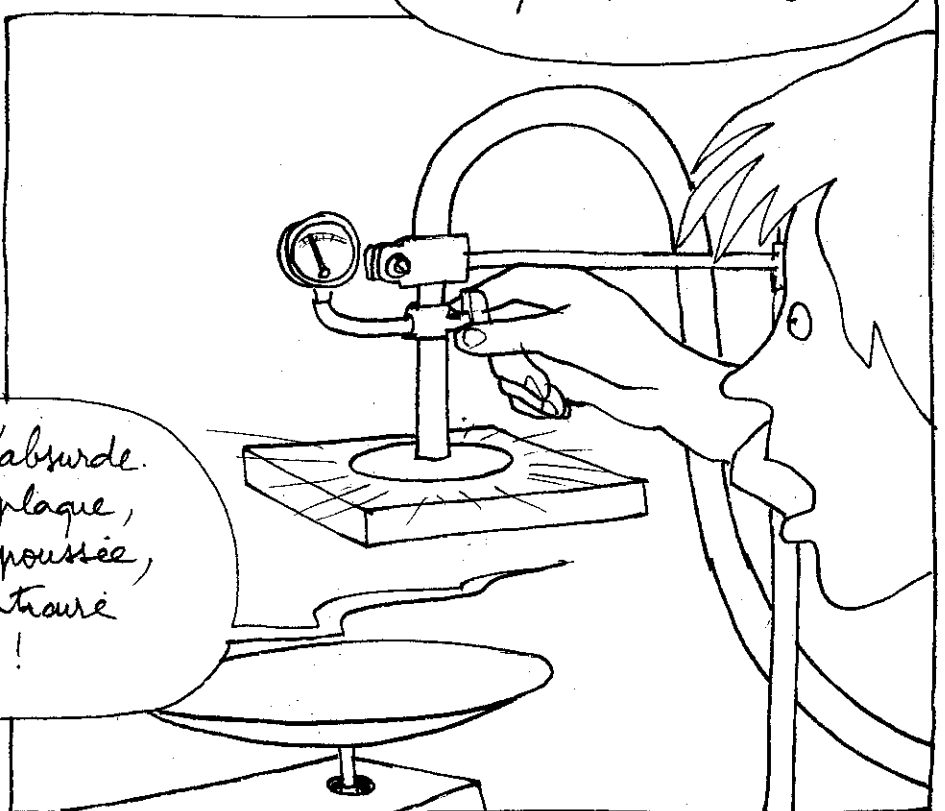
Pour cet **EFFET DE SOL** il me faut des données quantitatives. Pour cela, je vais utiliser ce dispositif très simple, et mesurer la force de soulèvement en fonction de la pression d'admission

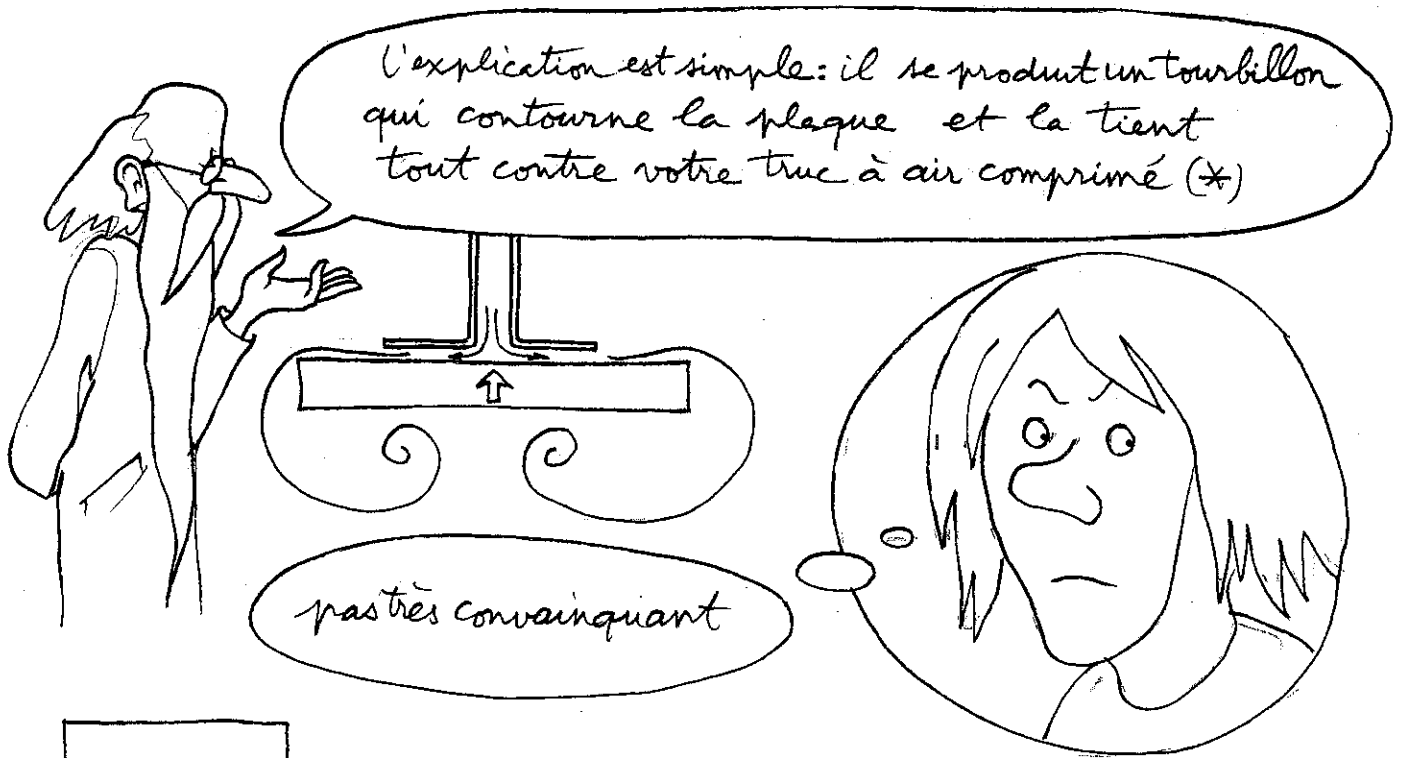


diamètre du trou = 1cm
diamètre du disque = sept centimètres



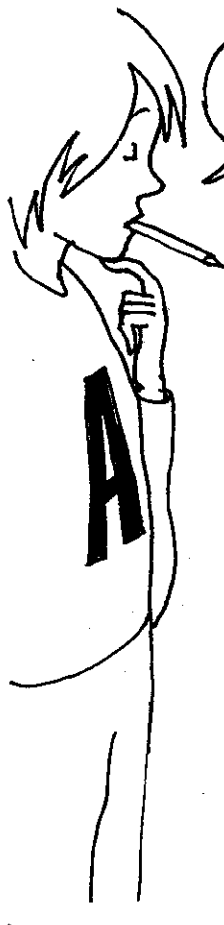
Là, on m'age dans l'absurde. Je souffle sur cette plaque, et au lieu d'être repoussée, elle se plaque au contraire contre le disque !





(*) Explication fournie à l'auteur en 1958 par son professeur d'aérodynamique à l'École Nationale Supérieure de l'aéronautique de Paris

(**) Voir <http://www.savoir-sans-frontieres.com/jpp/telechargeables/aspirisouffle.htm>



peut être faut-il augmenter la pression? Je peux monter jusqu'à 7 kilos par centimètre carré

incroyable. L'effort de succion devient si important que je peux accrocher 4 kilos à cette plaque alors que j'injecte l'air par dessus



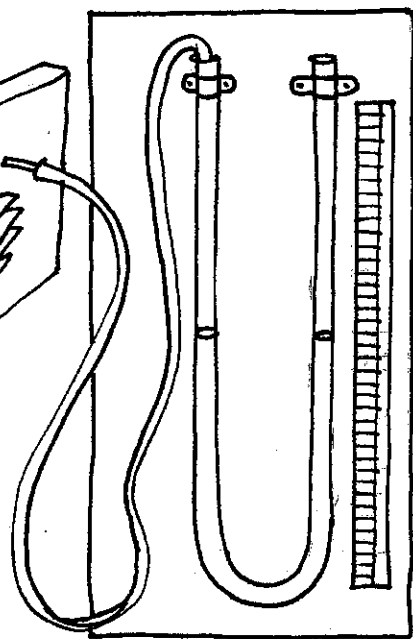
FSCHHH

on n'entend qu'un chuintement, les plaques sont à 0,2 mm de distance je ne comprends rien(*)

si ça aspire si fort, c'est que la pression est basse entre les plaques



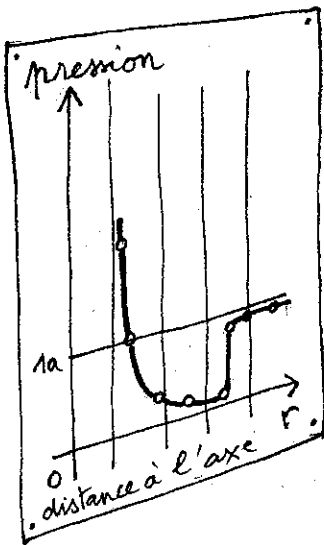
il faut que tu fasses des mesures de pression. Pour cela il te faut faire un trou dans la plaque inférieure et le relier à un tube en U rempli de mercure



voilà Sophie qui arrive. Elle va sauver la situation



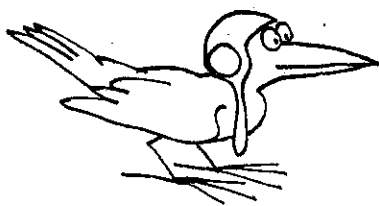
(*) J.P. Petit, étudiant en 1^{ère} année à l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique de Paris, 1958.



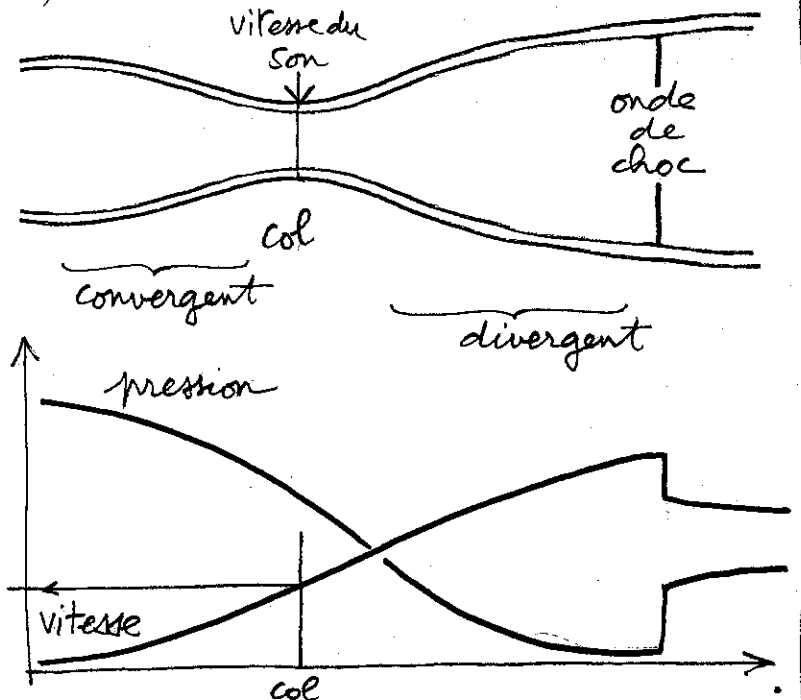
entre les plaques, la pression commence par baisser puis il y a une remontée brutale, juste avant la sortie du gaz

c'est une **ONDE DE CHOC**

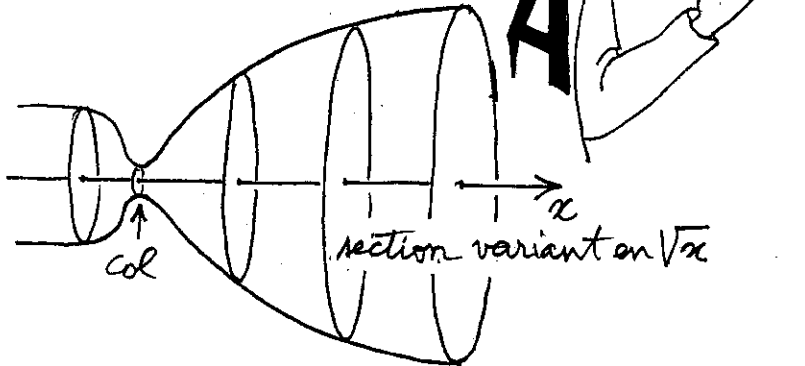
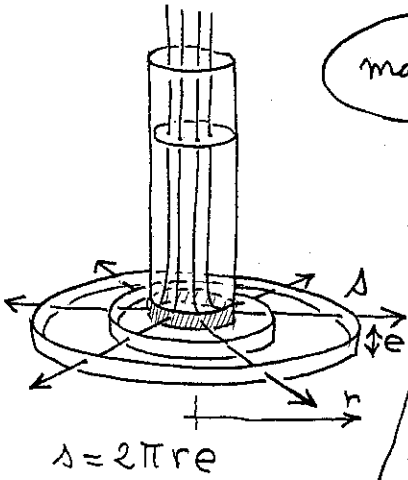
Dans un moteur la pression, maximale dans la chambre de combustion, décroît dans la **TUYÈRE**. La **VITESSE DU SON** est atteinte dans le **COL DE TUYÈRE**. En aval, l'écoulement est **SUPERSONIQUE**, dans le **DIVERGENT** où la vitesse continue de croître et la pression de baisser. Si celle-ci devient inférieure à la pression extérieure, à la pression atmosphérique, la recompression est effectuée très brutalement, à travers une **ONDE DE CHOC** stationnaire



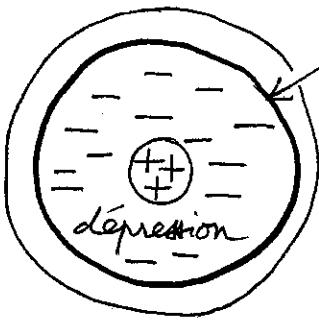
La Direction



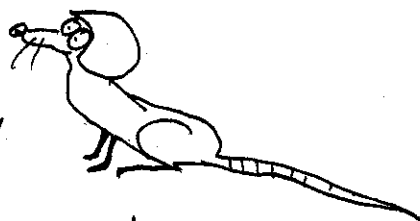
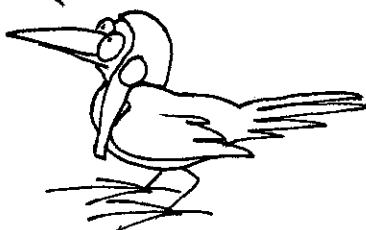
mais, où se situe le col?!!?



au raccord entre le cylindre et le disque, la section droite des filets d'air est minimale. C'est là que se situe ton col. Le dispositif, équivalent à une tuyère très rapidement divergente (*), entraîne une chute très brutale de la pression



au point que la région en dépression l'emporte sur la surpression centrale, et que le résultat est une succion de la plaque disposée en dessous



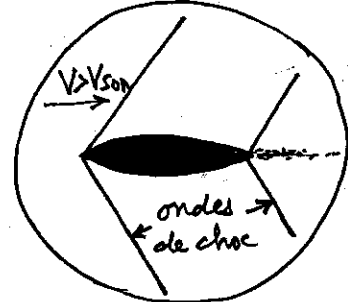
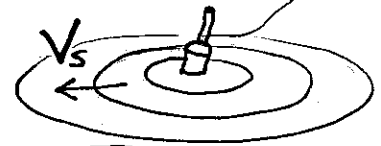
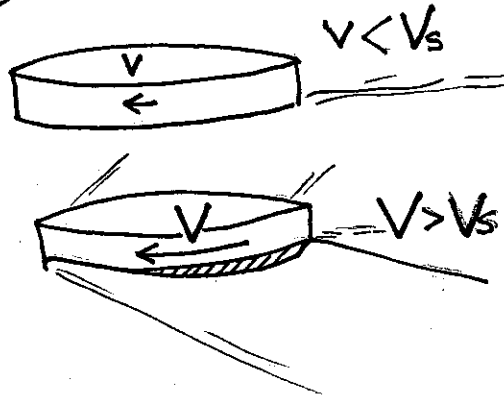
ainsi, avec un dispositif aussi simple, on peut fabriquer une tuyère avec un écoulement supersonique, à nombre de Mach élevé. La mécanique des fluides réserve bien des surprises

et à mon avis ça ne fait que commencer

(*) qui fut par la suite appelée TUYÈRE-DISQUE

ANALOGIE HYDRAULIQUE

Il existe une analogie entre vitesse du son et vitesse de propagation des ondes à la surface des liquides. De même les vagues d'étrave et de poupe sont les analogues des ondes de choc autour des profils d'aile



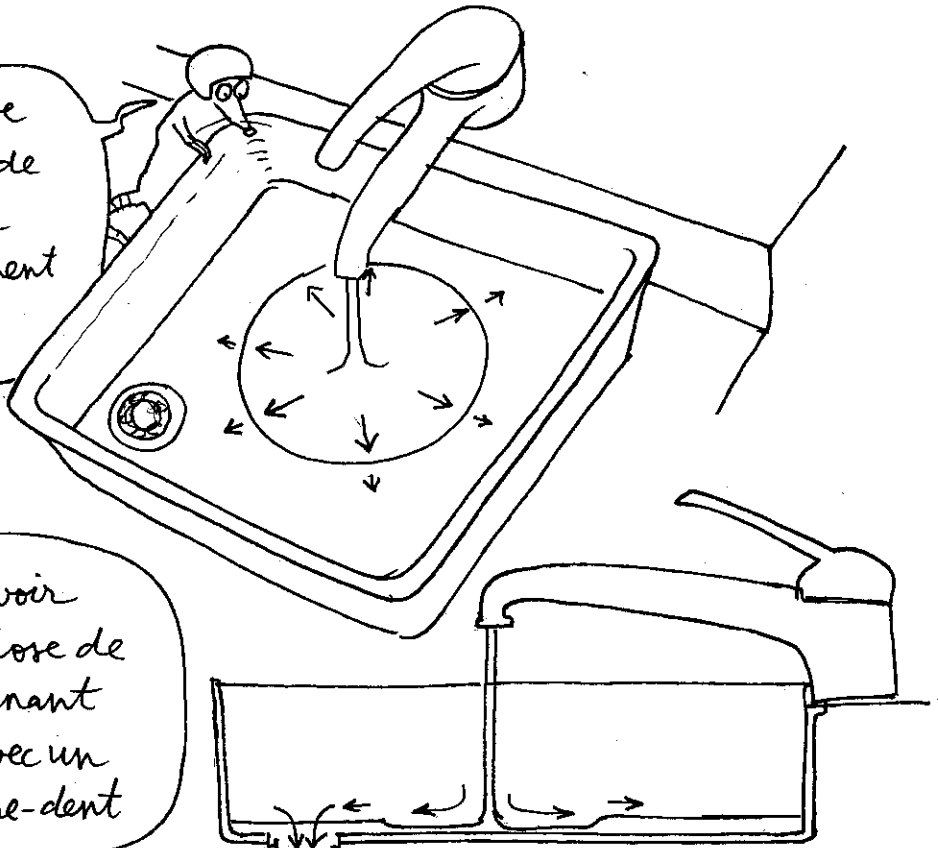
et je suppose que tu vas nous proposer une expérience d'analogie hydraulique, qui simule l'apparition de cette onde de choc circulaire dans une tuyère-disque. Il va nous falloir tout un montage...



non, ça suffira, tu verras...



effectivement, on observe un ressaut du niveau de l'eau, très net, où le régime de cet écoulement radial change



et tu vas voir quelque chose de plus étonnant encore, avec un simple cure-dent



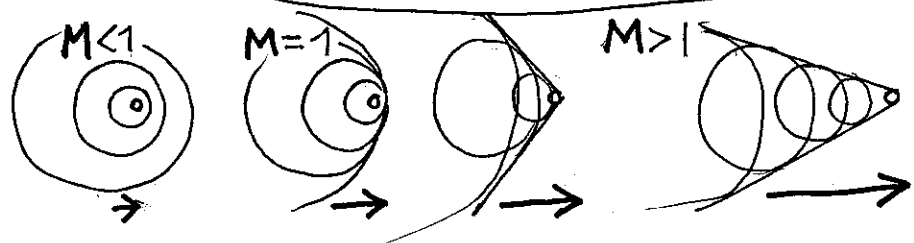
un cure-dent ou un simple objet pointu

ceci est un déversoir d'eau, où celle-ci se trouve accélérée. En plongeant un cure-dent et en observant la forme des ridelettes, on verra très bien le passage du "subsonique" au "supersonique"



$$M = \frac{V}{V_s}$$

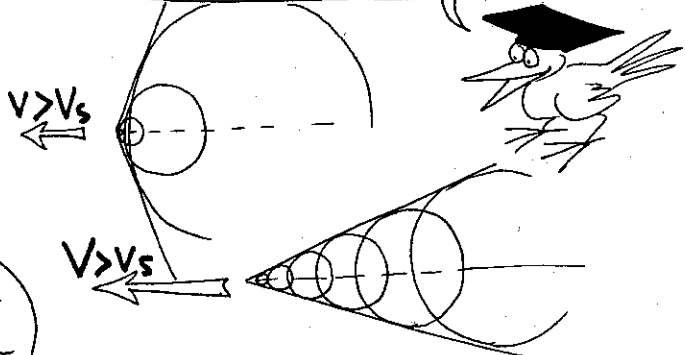
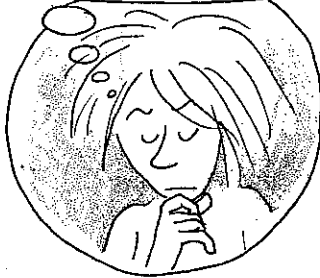
"nombre de Mach"



MESURE DE VITESSES

Pour comprendre tout ce qui se passe, ce qu'il faudrait c'est un moyen de mesurer la vitesse.

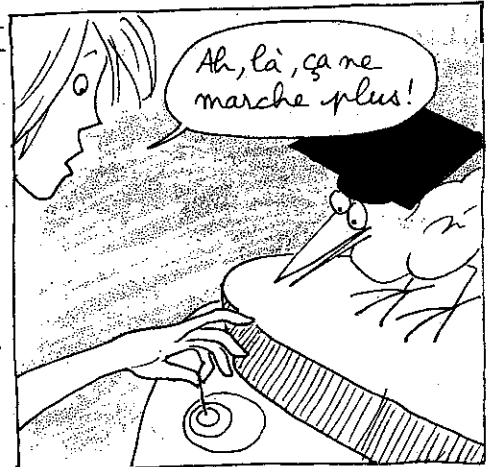
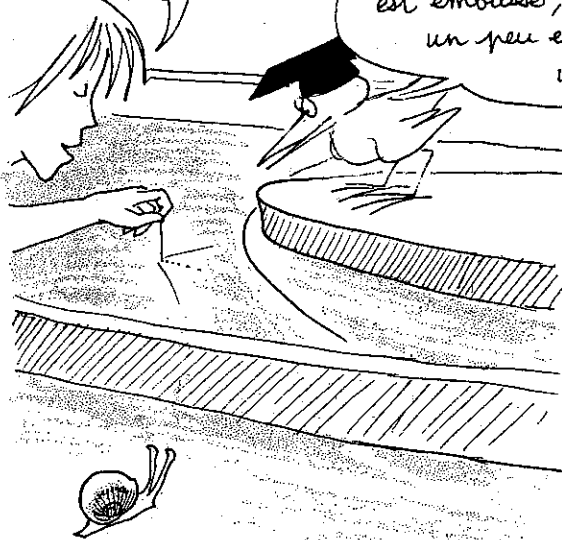
Si on place une fine aiguille dans un écoulement dont la vitesse V est supérieure à la vitesse V_s des ondes de surface, plus la vitesse sera grande, plus les fronts d'onde seront couchés sur la trajectoire.



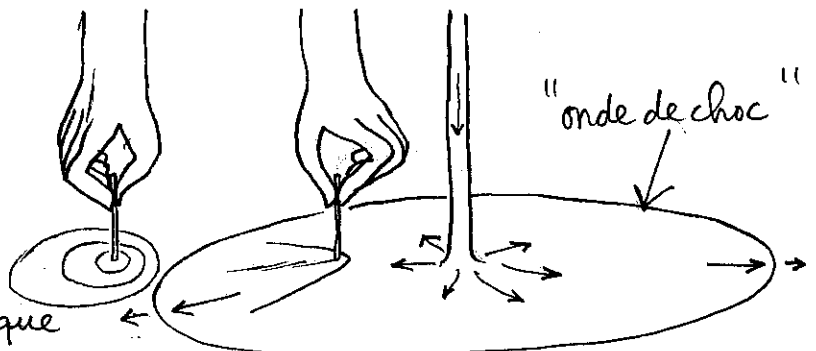
Ma foi, Max, tu as raison. Cela peut permettre de mesurer la vitesse V (*)

Tu as vu, lorsque l'avant de l'objet est émoussé, le front d'onde s'établit un peu en avant, en formant une **ONDE DÉTACHÉE**

Ceci est la reproduction de la page 15 de l'album L'EMUR DU SILENCE où cette analogie était déjà exploitée.



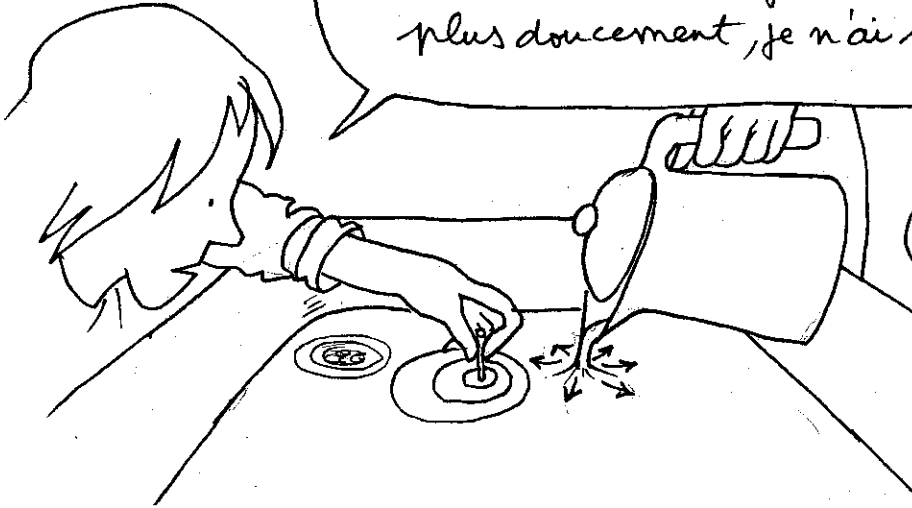
on vérifie aisément, avec cet écoulement à surface libre que ce ressaut se comporte comme une "onde de choc", au sens où la vitesse décroît brutalement et où l'écoulement devient "subsonique"



en conclusion: en France, on n'a pas de pétrole, mais on a des éviers

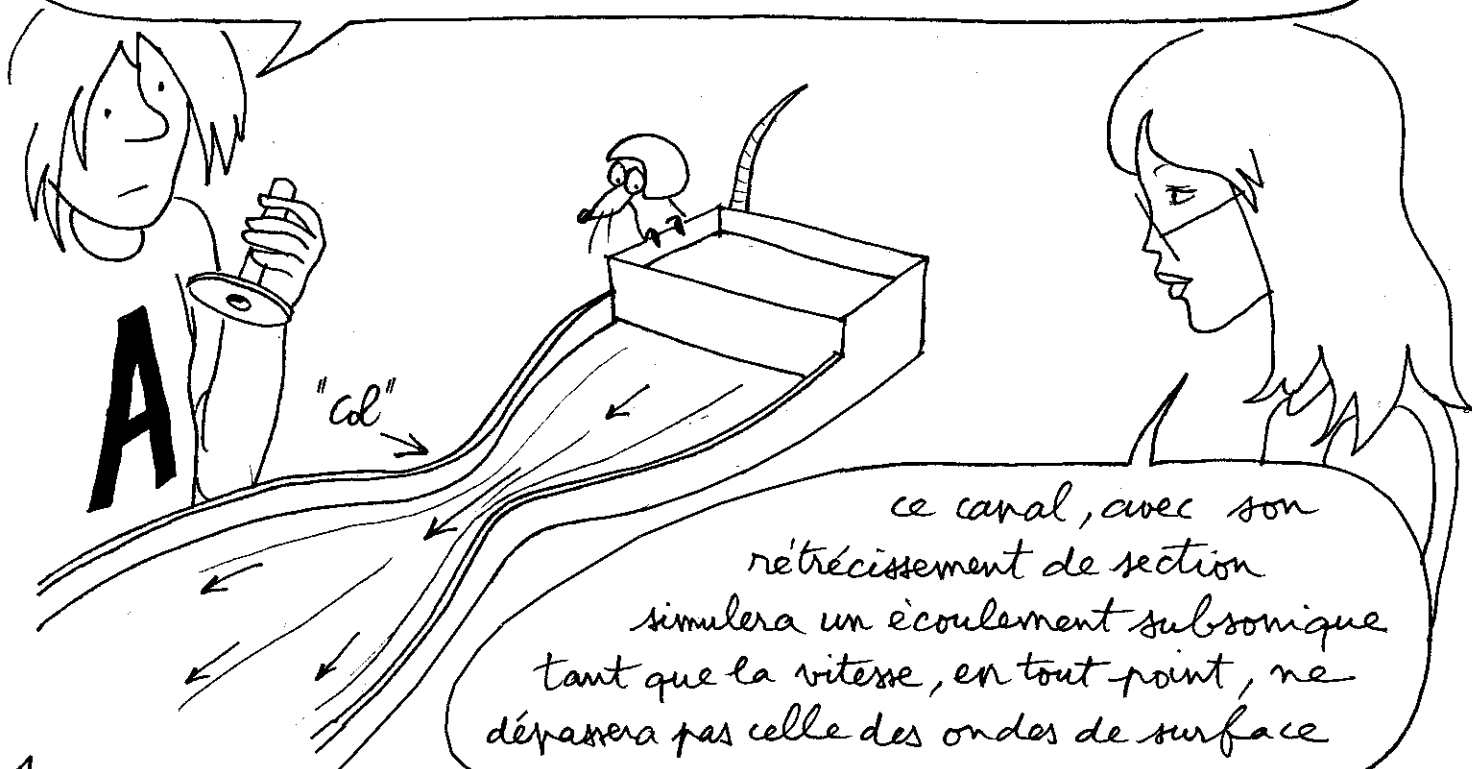


si je comprends bien, avec ce dispositif, je simule un écoulement supersonique, parce que la vitesse radiale de l'eau au fond de cet évier dépasse la vitesse de propagation des ondes à sa surface. Mais si je verse l'eau plus doucement, je n'ai pas tout ce bazar



bien entendu!

mais quand j'utilise mon aspirisouffle, je ne crée pas non plus d'écoulement supersonique, d'onde de choc, et pourtant je crée une succion, plus faible, il est vrai

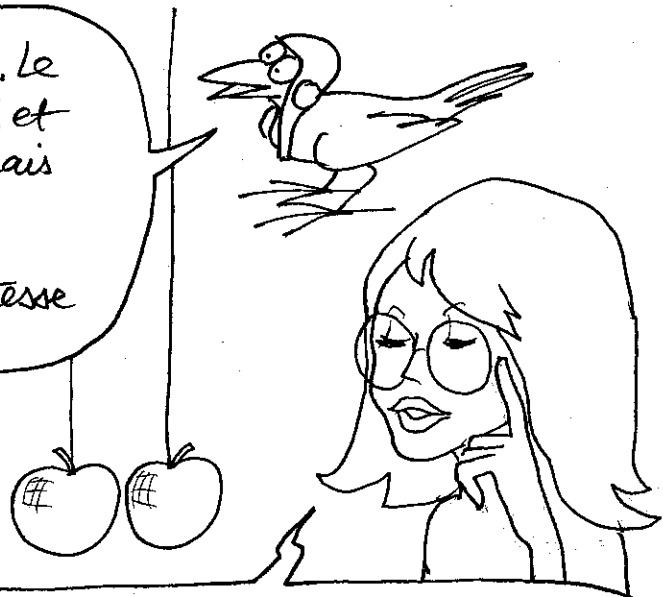


ce canal, avec son rétrécissement de section simulera un écoulement subsonique tant que la vitesse, en tout point, ne dépassera pas celle des ondes de surface

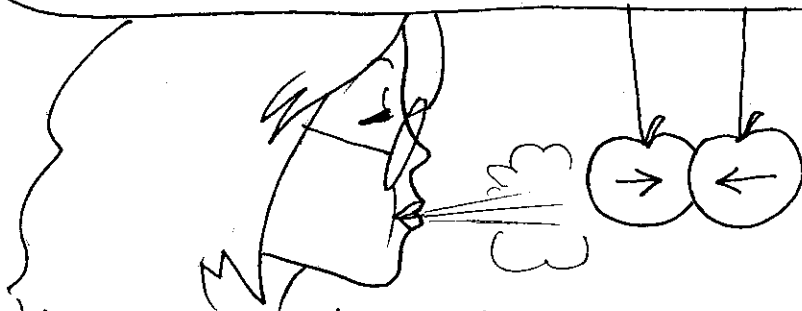
le passage en "supersonique" ne pourra se faire que là où la vitesse est plus grande, au droit du rétrécissement de section
Si tu augmentais la pression d'admission, dans ton aspirisouffle tu finirais par y créer un régime d'écoulement supersonique (*)



régi par la loi de Bernoulli. Le fluide est **INCOMPRESSIBLE** et sa densité ρ reste constante, mais
$$p + \frac{1}{2} \rho V^2 = c^{te}$$
où p est la pression et V la vitesse



démonstration : je prends deux pommes, que je suspens au linteau d'une porte, par deux fils, de manière à ce qu'elles soient à quelques millimètres l'une de l'autre. Si je souffle entre les pommes, comme l'espace qui les sépare est plus faible, la vitesse de l'air croît, la pression diminue et les deux pommes se collent l'une contre l'autre



(*) Si la pression d'admission est grosso modo le double de la pression ambiante, la pression atmosphérique

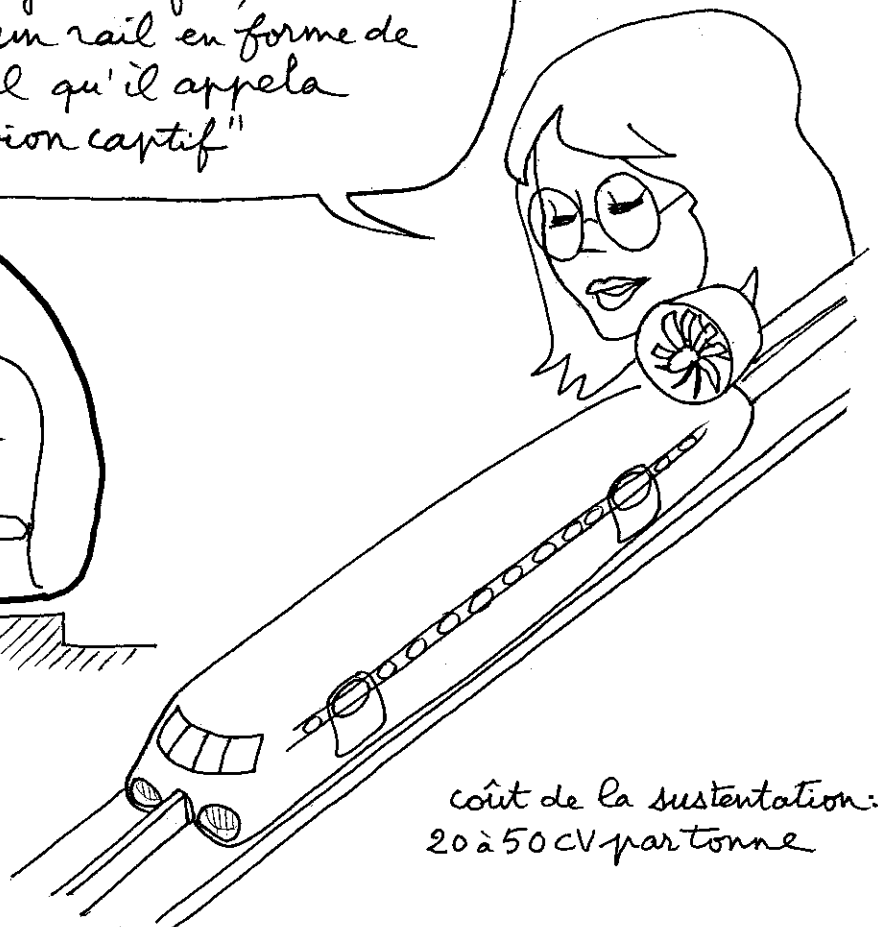
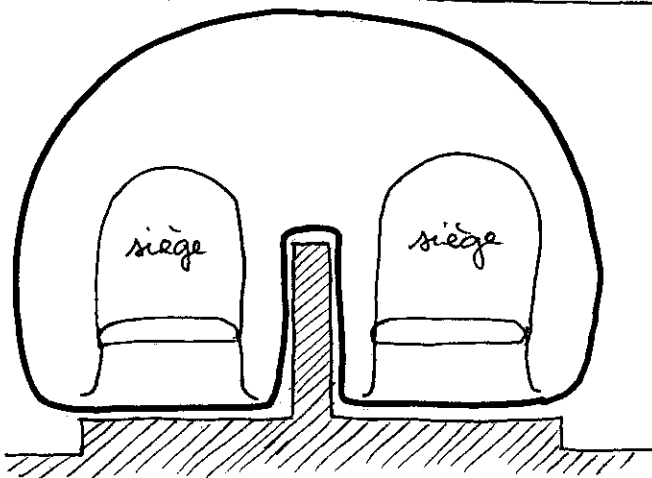
L'EFFET DE SOL DYNAMIQUE

Revenons aux machines à coussin d'air. Qu'est-ce qui limite leur vitesse ?

celle-ci ne peut être supérieure à la vitesse d'évasion de l'air, qui ne peut dépasser la centaine de kilomètres à l'heure



Sauf si on renonce à franchir des obstacles et qu'on réduit la distance entre la machine et le support sur laquelle elle se déplace. C'est l'idée qu'a eue l'ingénieur français Bertin : faire se déplacer sur un rail en forme de T renversé un appareil qu'il appela l'**AEROTRAIN** ou "avion captif"



coût de la sustentation :
20 à 50 CV par tonne