

جمعية معرفة بلا حدود

# متعة الطيران العمودي



تأليف: جيين بيير بوتري  
ترجمة: محمد القضاوي

أنها لفكرة رائعة استلهم إحدى روايات "فولتير" لشرح صيران الصائرات  
العمودية. والنتيجة هي قصة مصورة ممتعة وجذابة بصاحبها الفكاهي  
وفي نفس الوقت، الصابغ الجدي من الناحية التقنية والنضرية يجعل هذا الكتاب  
مرجعاً لربابنة المستقبل. مازال للصائرة العمودية، هذه الآلة العجيبة،  
مستقبل مشرق.

جين بوليت



# حدود بلا معرفة

فرنسيان عالمان ويديرها 2005 عام تأسست ربحية غير جمعية  
من رسمه تم الذي النطاق باستخدام العلمية المعرفة نشر: الهدف  
تم: 2020 عام في. مجانًا للتنزيل قابلة PDF ملفات خلال  
عملية 500000 من أكثر مع. لغة 40 في ترجمة 565 تحقيق  
تنزيل

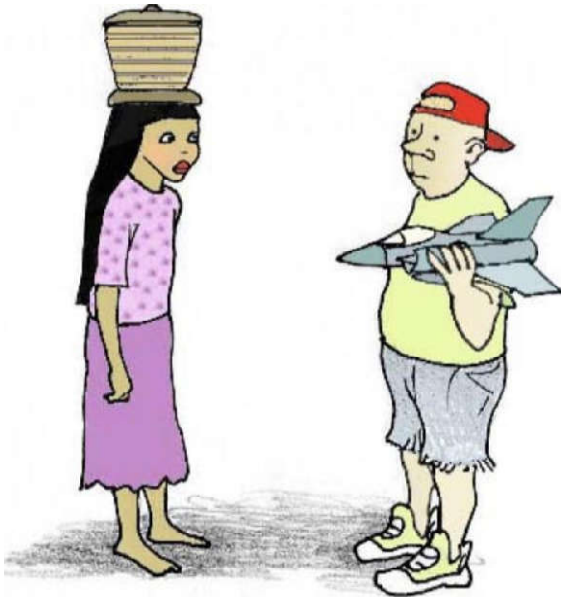


Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

بالمال التبرع تم. تماما تطوعية الجمعية  
للمترجمين بالكامل

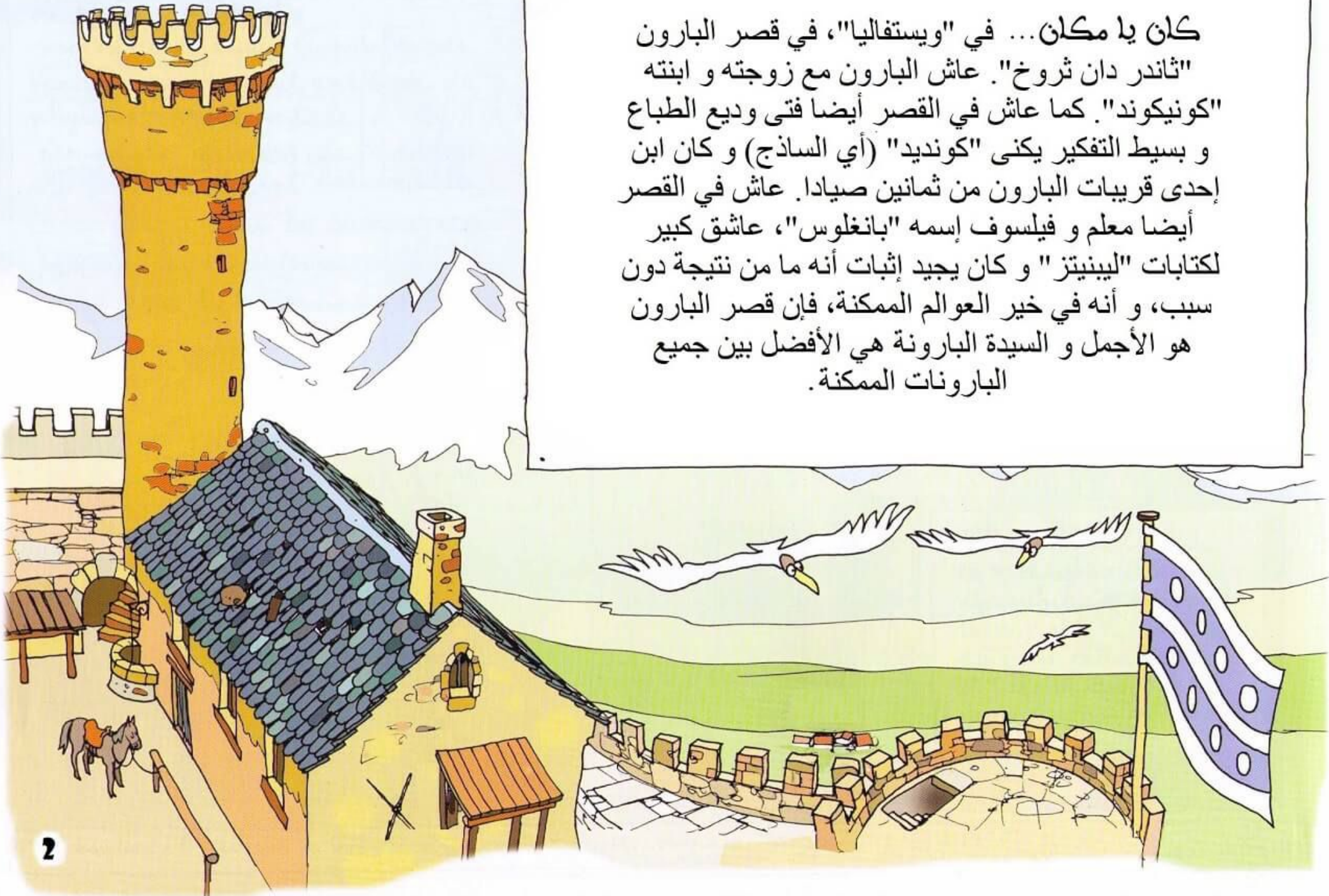
زر استخدم ، تبرع لتقديم  
الرئيسية الصفحة في PayPal



<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



كان يا مكان... في "ويستفاليا"، في قصر البارون  
"ثاندر دان ثروخ". عاش البارون مع زوجته و ابنته  
"كونيكوند". كما عاش في القصر أيضا فتى وديع الطباع  
و بسيط التفكير يكنى "كونديد" (أي الساذج) و كان ابن  
إحدى قريبات البارون من ثمانين صيادا. عاش في القصر  
أيضا معلم و فيلسوف اسمه "بانغلوس"، عاشق كبير  
لكتابات "ليبنيتز" و كان يجيد إثبات أنه ما من نتيجة دون  
سبب، و أنه في خير العوالم الممكنة، فإن قصر البارون  
هو الأجل و السيدة البارونة هي الأفضل بين جميع  
البارونات الممكنة.



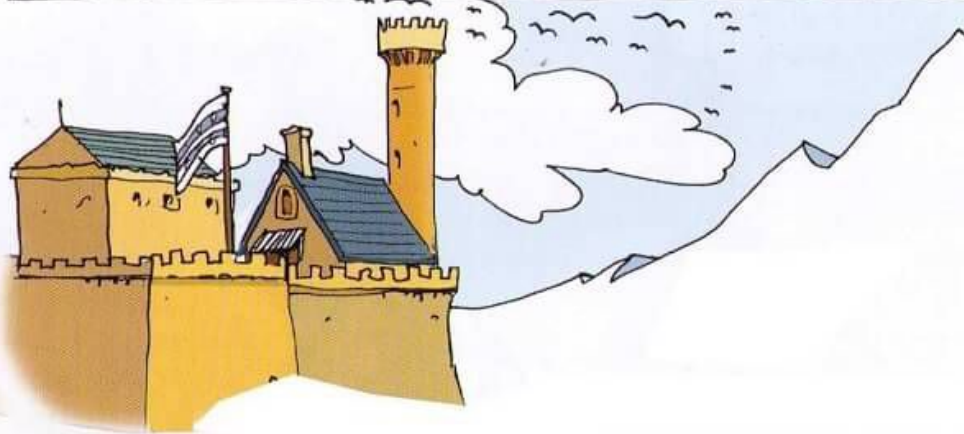


لأنه لم يحصل على درجات  
النسب الكافية و لأن باقي الأفراد  
في شجرة عائلته قد أفلستهم نكبات  
الزمن. ولأنه تجرأ على الإقتراب  
من الأنسة "كونيكوند".



رفض البارون زواج "كونديد"  
من ابنته الأنسة "كونيكوند".

بينما صفتت البارونة "كونيكوند" و حجزتها في غرفة  
صغيرة في أعلى برج مراقبة القلعة.



طرد البارون "كونديد" من القصر حيث ركله على قفاه.



نحن مستعدان للهروب إلى أي مكان ولكن كيف السبيل لتخليص  
"كونيكوند" من سجنها؟ هل علي أن أتحول إلى طائر؟

أعتقد أنه يمكنني مساعدتك.



ها هو العاشق الذي طرده حماه  
المستقبلي.

آه، المعلم "بانغلوس"،  
لقد أصبحت أتعس الناس.  
فالبارون يحتجز ابنته في  
برج القلعة. أما البارونة فقد  
منحتها سرير نوم حاف حتى  
لا تصنع حبل من القماش  
يمكنها من الهرب.



ليس هذا ما أحتاجه. فسطح برج  
القلعة، حيث تحتجز "كونيكوند"،  
ضيق وصغير جدا.

لمعرفة كيف تطير الطائرة المرجو مراجعة ألبوم "لنحلق معا"

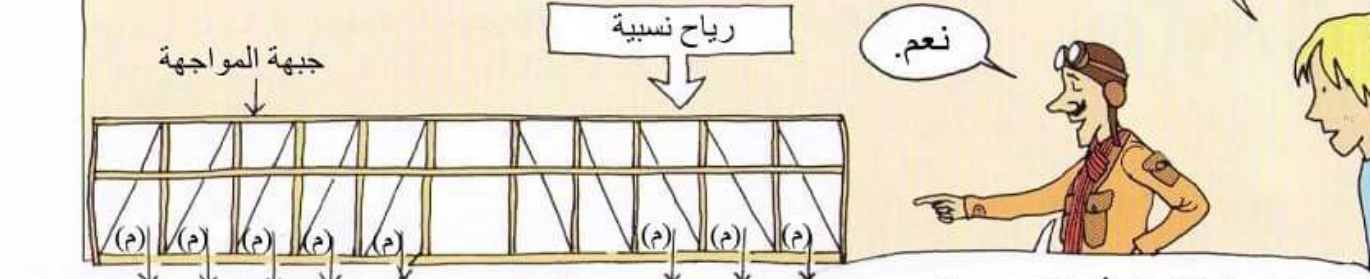
كم تحتاج من المسافة  
لتهبط؟

حوالي 150 متر.

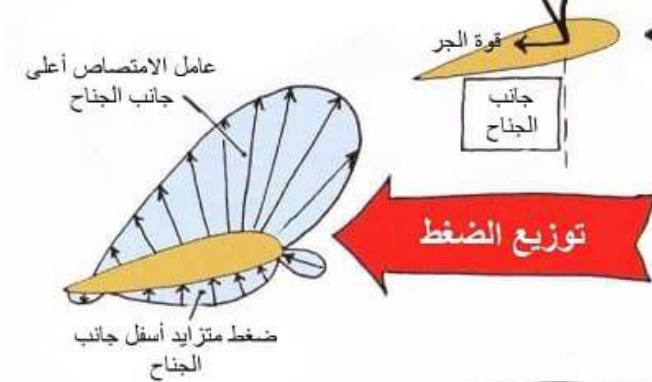


فأنا أملك جهازا  
يستطيع التحليق:  
طائرة.

هذا الجناح إذا هو ما يسمح لك بالبقاء في الجو.



قوة الدفع  
قوة الدفع الديناميكية الهوائية  
قوة المقاومة = (م)



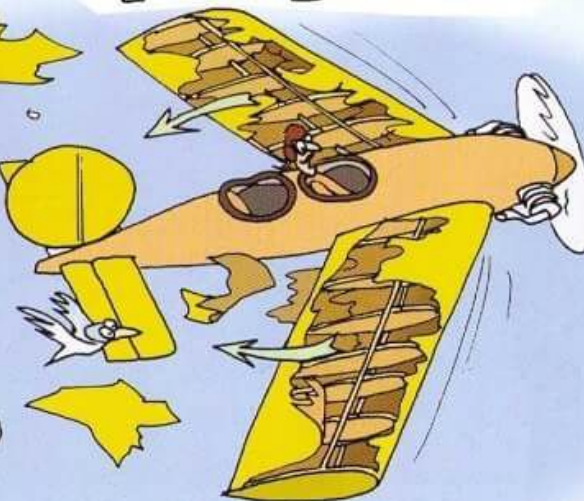
جهزت الطائرة بأسلاك وحبال للتعزيز ستتحمل قوة المقاومة والجر وتجنبنا انطواء الأجنحة إلى الخلف.



كراك!

يا سيدي، بدون هذه الأسلاك المقاومة ستتكرر الأجنحة.

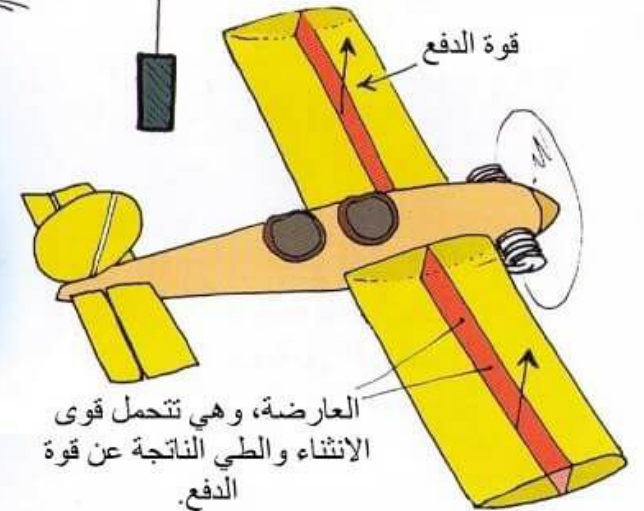
إحتياطات حكيمة.



أعتقد أنني أستطيع تقليص مسافة الهبوط بتنفيذ اقتراب بسرعة منخفضة. القوة الدافعة للجناح متناسبة مع زاوية انحناءه ( $\alpha$ ). عندما أرفع مقدمة الطائرة قليلا فسأتمكن من السير بشكل أبطأ حتما.



يظهر دور هذه القضبان عند الجر



انكسرت الأجنحة فجأة!  
لقد إنثنت نحو الأمام.



سأسحب ذراع  
القيادة.



حسنا، سنرى الآن كيف  
سنبتطئ السرعة عن طريق  
رفع مقدمة الطائرة.



الطائرة معززة الآن بشكل سليم.  
سأرفع مقدمة الطائرة بشكل تدريجي.



حسنا، لقد صححت هذا المشكل.  
سلسلة الأسلاك الجديدة هذه ستمنع الأجنحة  
من الإنطواء نحو الأمام.





هذه المرة لقد كنت محظوظا  
فعلا، فهذه الكومة من القش  
كانت تحتك مباشرة.

ما الذي جرى؟

لا أعرف. لقد اختفت قوة الدفع  
عند زاوية هبوب معينة.

لا وجود لأي تذكير بهذه الظاهرة في اليوم  
" لنحلق معا". نجد هنا أن قوة الدفع تحصل عندما  
يدفع تدفق منتظم السائل نحو الأسفل.

علينا إذن أن نرفع زاوية  
الهبوب.

أنا أسقط  
كالحجر!

أكثر...

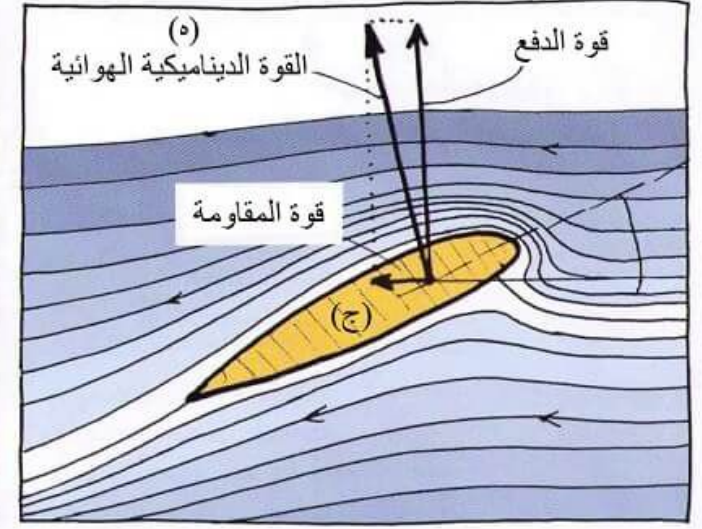
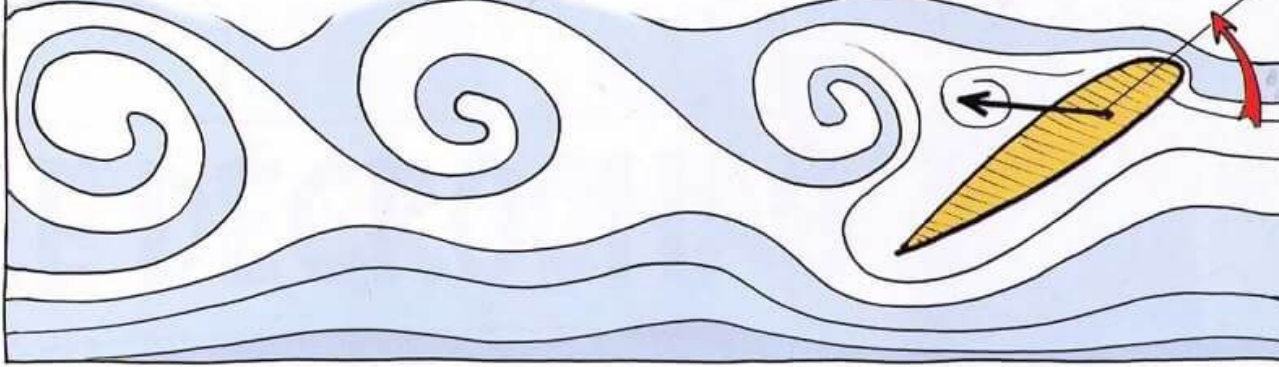
أكثر...

# الإنكسار القوائي

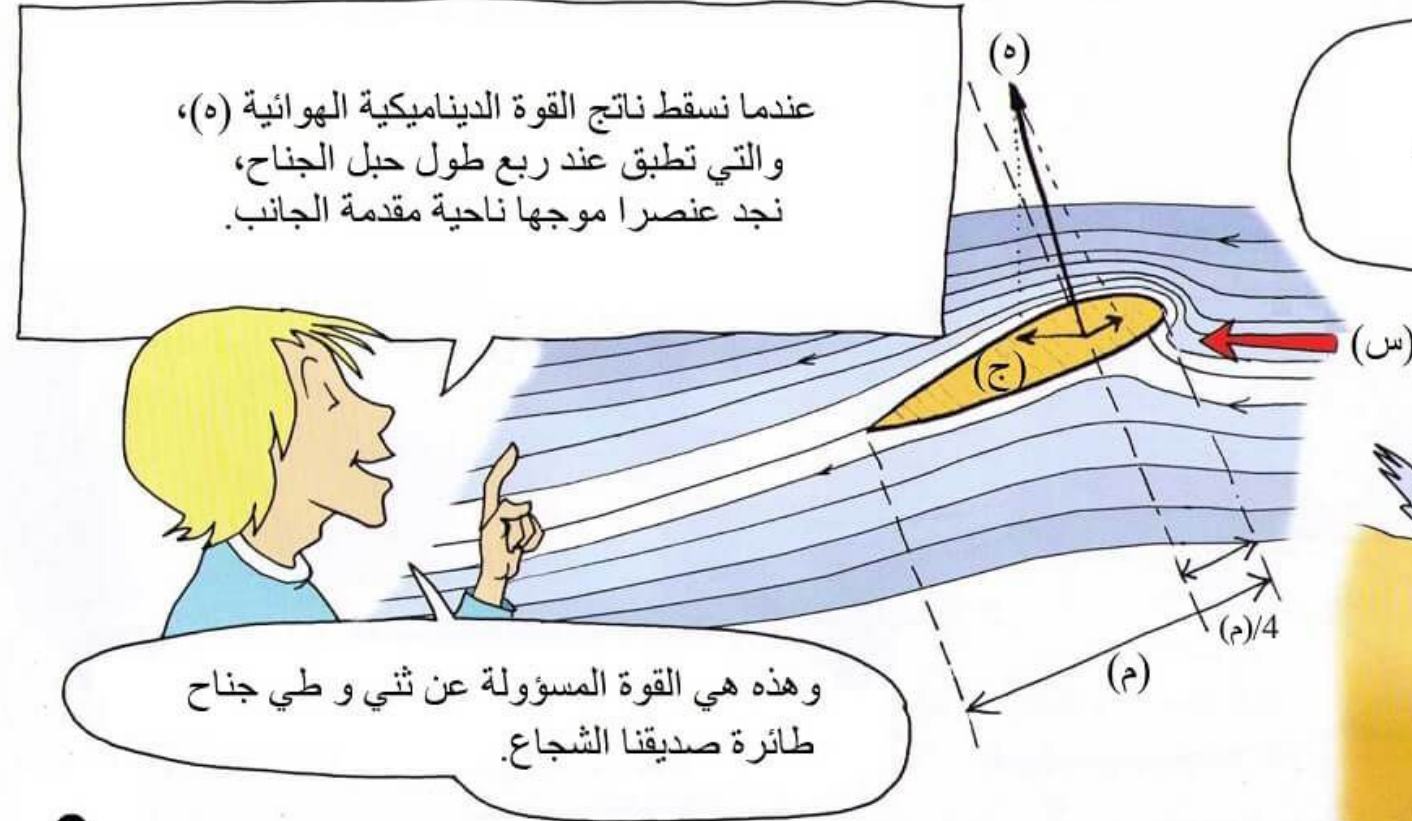
لن أستطيع تحرير " كونيكوند " بواسطة  
جهاز كهذا. وأنا أتساءل، هل ستفيد هذه  
الالة في ميدان ما.

ولأنه ما من تأثير دون سبب، فهذا يجعلنا  
نكتشف السبب الكافي للاختفاء المفاجئ  
لقوة الدفع.

عند زاوية هبوب معينة، تنفصل خيوط السائل عن جانب الجناح. وهكذا ينشأ نظام دوامات متعاقبة شديدة الإضطراب وتزداد شدة قوة المقاومة بشكل كبير بينما تختفي قوة الدفع.



عندما نسقط ناتج القوة الديناميكية الهوائية (ه)، والتي تطبق عند ربع طول حبل الجناح، نجد عنصرا موجها ناحية مقدمة الجناح.



عندما أنظر إلى الرسم البياني للتدفق الخاص بزوايا الهبوب الكبيرة، ألاحظ شيئا مهما للغاية.

ما هو؟

وهذه هي القوة المسؤولة عن ثني وطي جناح طائرة صديقنا الشجاع.

في هذا الوقت، كانت "كونيكوند" تكتب الرسالة تلو الأخرى إلى "كونديد".

ولكن رسائلها كانت حارقة جدا إلى درجة أنها كانت تتفحم قبل الوصول إلى الأرض.



منطاد؟ لا يمكن أن ينجح.  
سأخطئ الهدف حتما.



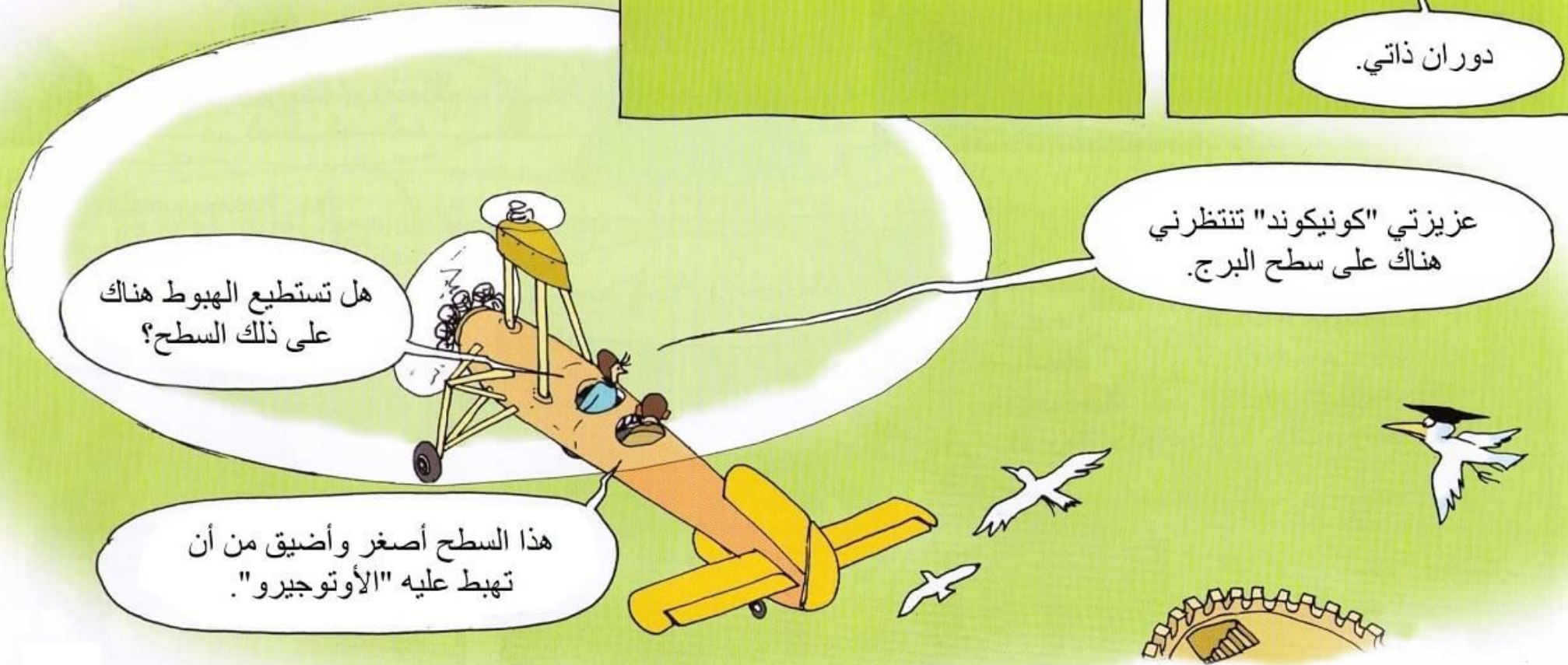
سنيور.



يا إلهي! ما هذه الآلة هناك؟

# الأوتوجيرو (\*)







التفسير بسيط للغاية:  
الدوار صنع ليدور. إذن فقد وهب ميزة  
الدوران فهو يدور. فما من نتيجة دون سبب.



أه، يا ربي! إنه يحمل  
معه كل أسرار آله. ما  
هي هذه القوة الغامضة  
التي تجعل دواره يدور؟



أه يا سيد "بانغلوس"، لقد حلقت فوق برج  
قلعة البارون، حيث تحتجز "كونيكوند"،  
وذلك بواسطة آلة السيد "لاسييرفا"  
الرائعة.

هل هو من يقلع من  
جديد، هناك؟

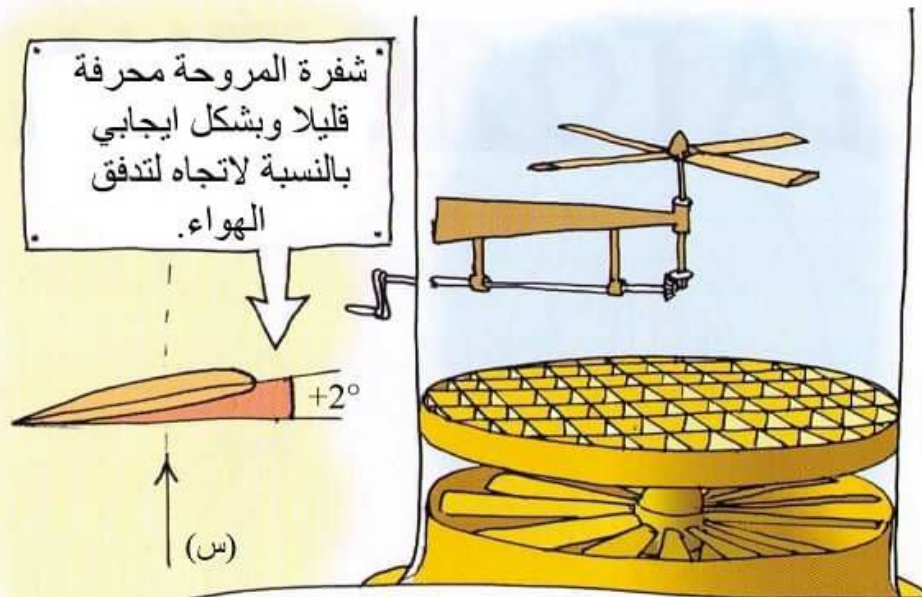


أعتقد أنه سيعيد تركيب المروحة  
التي استطاع من خلالها السيد "لاسييرفا"  
اكتشاف سبب هذه الظاهرة المذهلة.

ماذا يفعل "كونديد"؟



تفسيرك منطقي يا سيدي.  
ولكنني أريد أن أعرف أكثر...



لقد أعدت تركيب دوار السيد "دو لا سييرفا". انحناء المروحات درجتين أو أكثر قليلا.



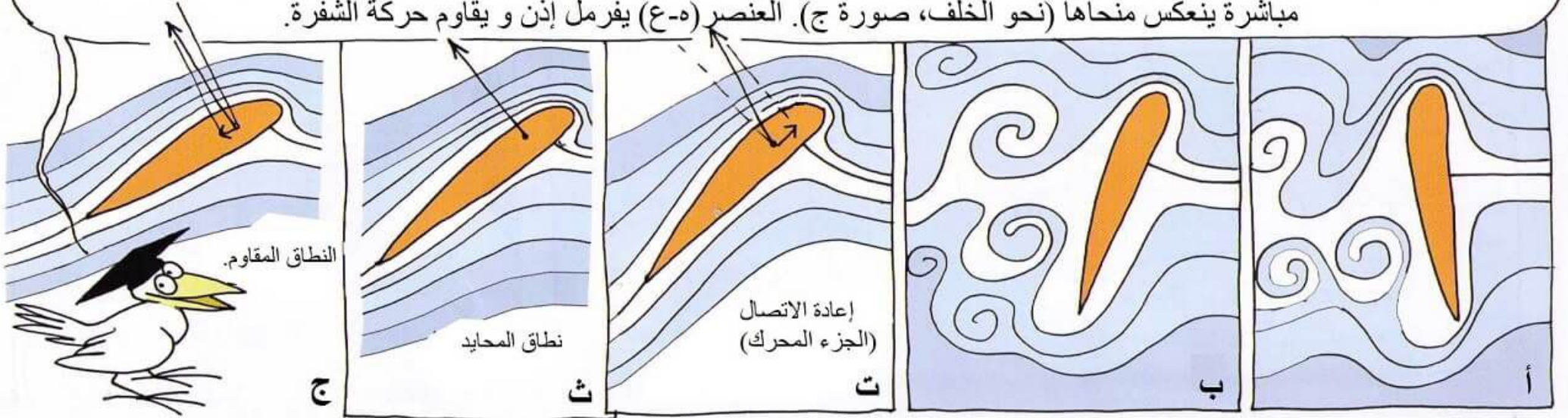
بالإضافة إلى قناة هوائية عمودية وشبكة تهدة تنفث دخانا.



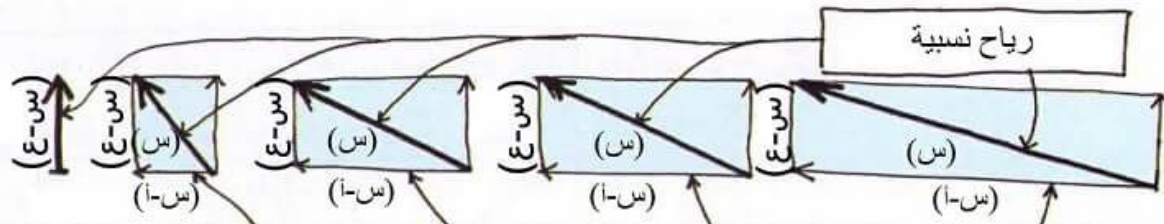
# لموران غامبي



عندما يتناقص انحناء شفرة المروحة، بالنسبة لاتجاه هبوب الرياح، يعاود التدفق إتصاله و تعلقه من جديد (الصورة ت). القوة الديناميكية الهوائية (العنصر ه-ع) يدفع الشفرة نحو الأمام بشكل طفيف. في (الصورة ث)، تختفي و تنعدم هذه القوة و بعد ذلك مباشرة ينعكس منحائها (نحو الخلف، صورة ج). العنصر ه-ع) يفرمل إذن و يقاوم حركة الشفرة.





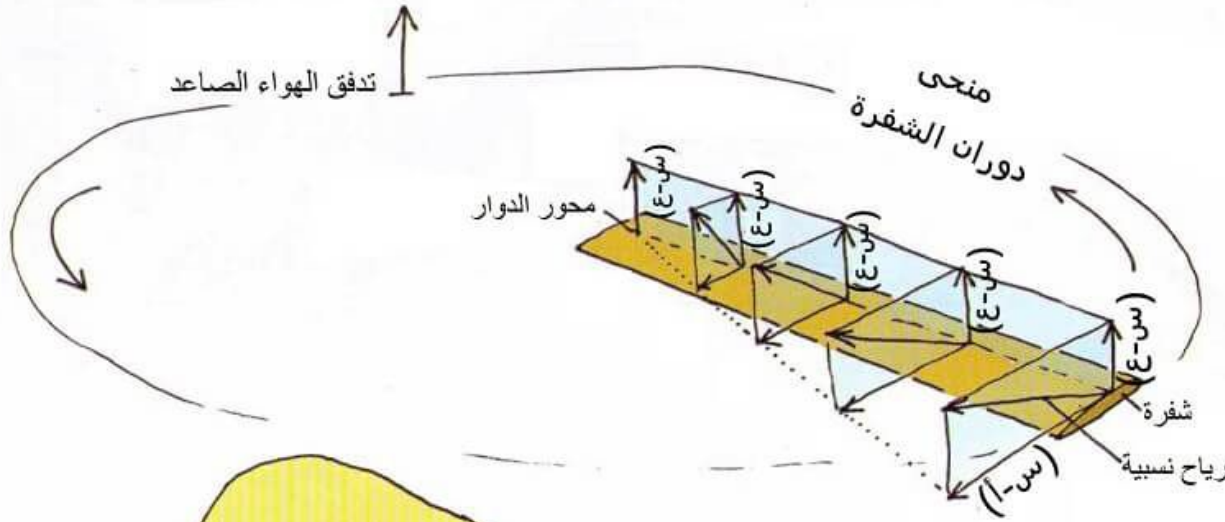


(س-أ): العنصر الأفقي للسرعة النسبية (س) الناتجة عن دوران الشفرة.

أسمعك جيدا عزيزي "كونديد".  
ولكن ما سبب تغير اتجاه ما تسميه  
رياحا نسبية؟



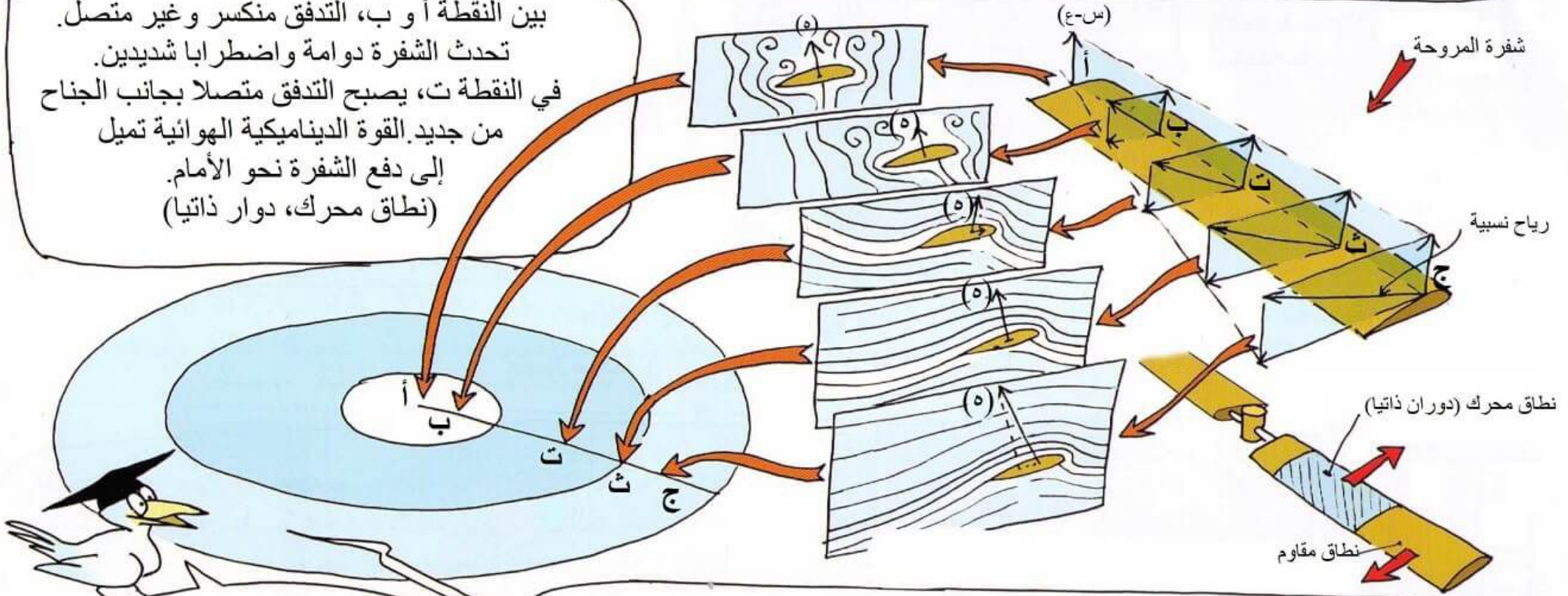
سرعة الدوار بالإضافة  
إلى السرعة الناتجة عن  
دوران الشفرة.



يتعرض الدوار لتدفق هوائي صاعد ذو سرعة (س).  
تندمج (س) مع السرعة التي تسببها حركة دوران الشفرة (س-أ)،  
هذه السرعة متناسبة مع البعد و المسافة عن المحور. يؤدي هذا  
إلى احداث رياح نسبية، تتميز بدرجة انحناء أكبر كلما ابتعدنا  
عن المحور. في نفس الوقت تزداد هذه السرعة من المحور  
إلى المحيط.

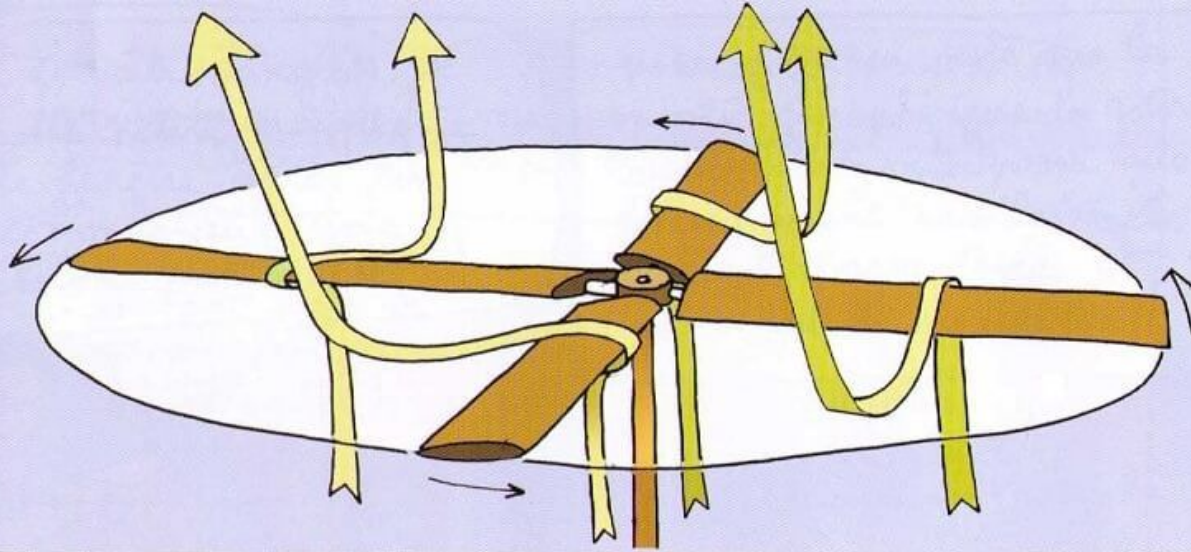
يترتب عن طريقة هبوب الرياح على الشفرة تدفقات متباينة. من أجل توضيح ذلك، لقد استخدمت انبوبا رقيقا، يصدر دخانا، ومثبت بشكل محكم على الشفرة التي تدور.

بين النقطة أ و ب، التدفق منكسر وغير متصل. تحدث الشفرة دوامة واضطرابا شديدين. في النقطة ت، يصبح التدفق متصلا بجانب الجناح من جديد. القوة الديناميكية الهوائية تميل إلى دفع الشفرة نحو الأمام. (نطاق محرك، دوران ذاتيا)

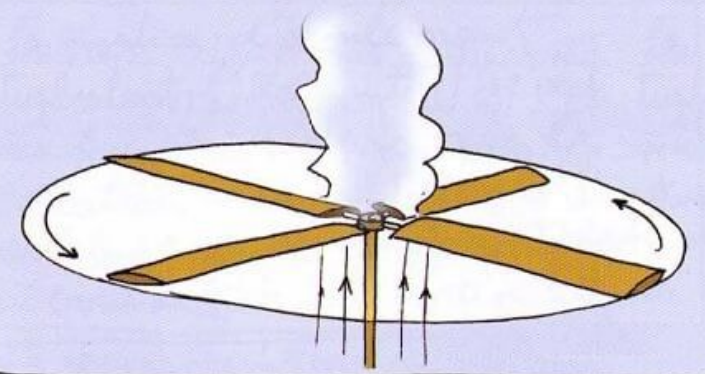


في النقطة ج، تميل القوة الديناميكية الهوائية، ذات المنحى الموجه نحو الأعلى دائما، إلى فرملة حركة الشفرة. الصورة ج تمثل الحالة أو الوضع الأقصى (0 = ه). في نظام الدوران الذاتي هذا، الجزء الرمادي للشفرة محرك، بينما أقصى طرفها مقاوم. وهكذا ينشأ نظام مستقر ذاتيا.

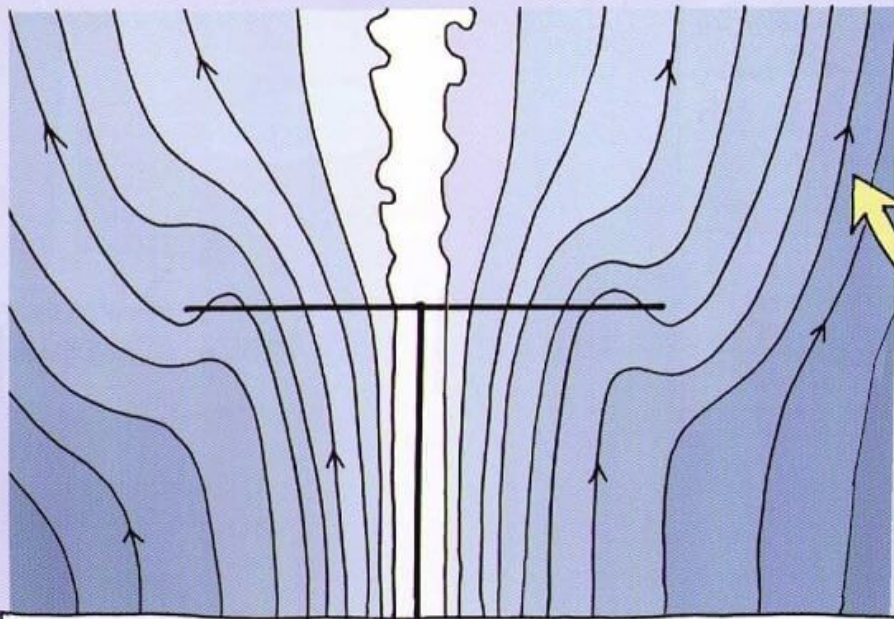
قام "خوان دو لا سييرفا" بجميع هذه التجارب.



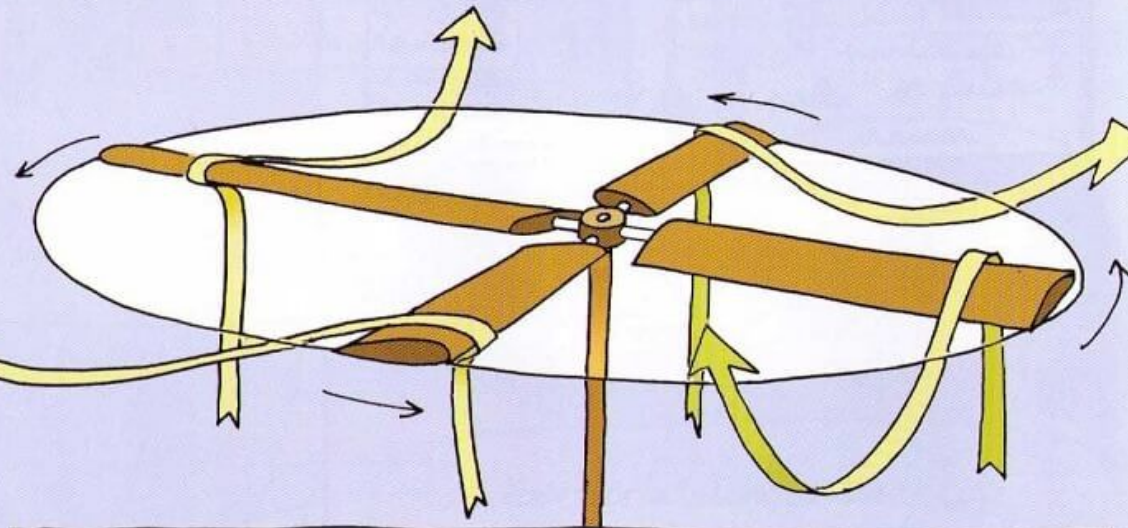
هنا، يتصل التدفق بجانب الجناح.



تتشكل دوامة أثر مضطربة فوق المنطقة الوسطى (تدفق منكسر ومتقطع).



وهذا يعطي للتدفق العام هذه الهيئة الغريبة أعلاه.

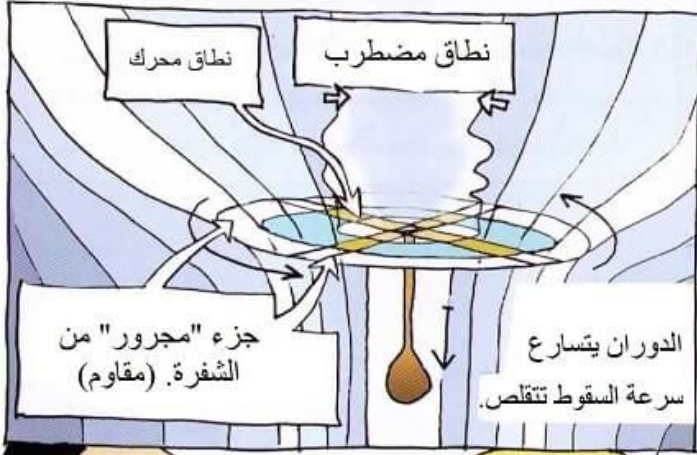


عند طرف الشفرة، الدفع الذي تم توصيله إلى كتلة الهواء، موجه نحو الأسفل (السرعة المستحثة)، كاف للدفع بهذا الهواء خارج القرص الذي تكتسحه شفرات الدوار.

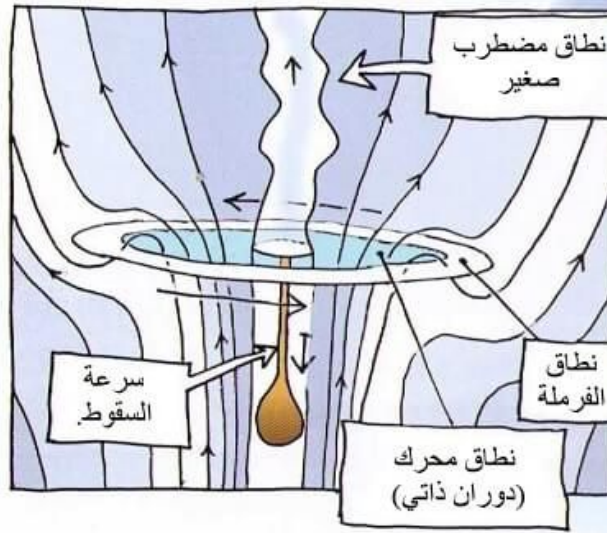
يتقلص النطاق المضطرب (المقاوم)  
كلما ازدادت سرعة الدوران. ستظهر  
إذن عند طرف الشفرة قوة مقاومة.

حتى يدور طرف الدوار بسرعة  
كافية تسمح للتدفق أن يكون مستمرا  
ومتصلا من جديد. وهكذا سيصبح  
دافعا ومحركا وسيتسارع الدوران.

أنظر أيها المعلم "بانغلوس"،  
سألقي بهذا النموذج المصغر عبر النافذة،  
بعد أن أمنح دواره عزمًا صغيرًا.



سرعة الدوران تستقر عندما يتوازن  
العزمان. نحصل إذن على نظام دوران  
تلقائي بشكل كامل وتصبح سرعة الهبوط  
(أو السقوط) متناهية الصغر.



في هذه الحالة، لن تكون السرعة عند أطراف الشفرات كافية حتى يكون التدفق متصلًا بجانب الجناح وبالتالي فلن تكون هناك لا قوة دافعة ولا حالة دوران تلقائي: سيسقط النموذج كالحجر.

ماذا سيحصل لو لم تمنح الدوار دفعة دوران أولية كافية؟

لقد فكرت لو هلة بأن هذا الجهاز قد يساعد الأنسة "كونيكوند" على الهرب من سجنها. ولكن الأمر ليس بهذه السهولة.

في المجمل، هناك صلة قرابة بين "الأوتوجيرو" وبين طائرة ورقية، في شراعتها ثقوب تتناقص أقطارها من المركز إلى الأطراف، مع وجود فتحة كبيرة في الوسط تسمح بمرور الهواء المضطرب.



سنحصل على تدفق مماثل لو ألقينا قرصًا لا يدور وبه ثقوب (أقطارها تتناقص من المركز نحو الطرف)، ستحدث مناطق ذات مسامية مختلفة.

الإدارة

لا وجود لثقوب: السائل يلتف حول القرص.

هذا القرص لا يدور.

منطقة مسامية

الثقوب الكبيرة: مرور هواء مضطرب بشدة.

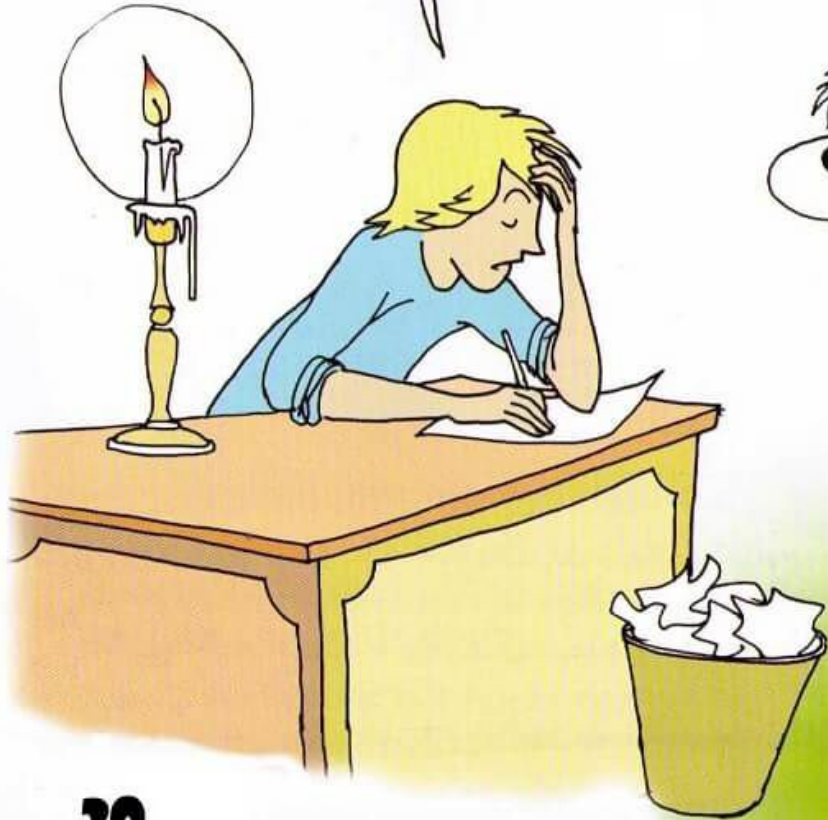
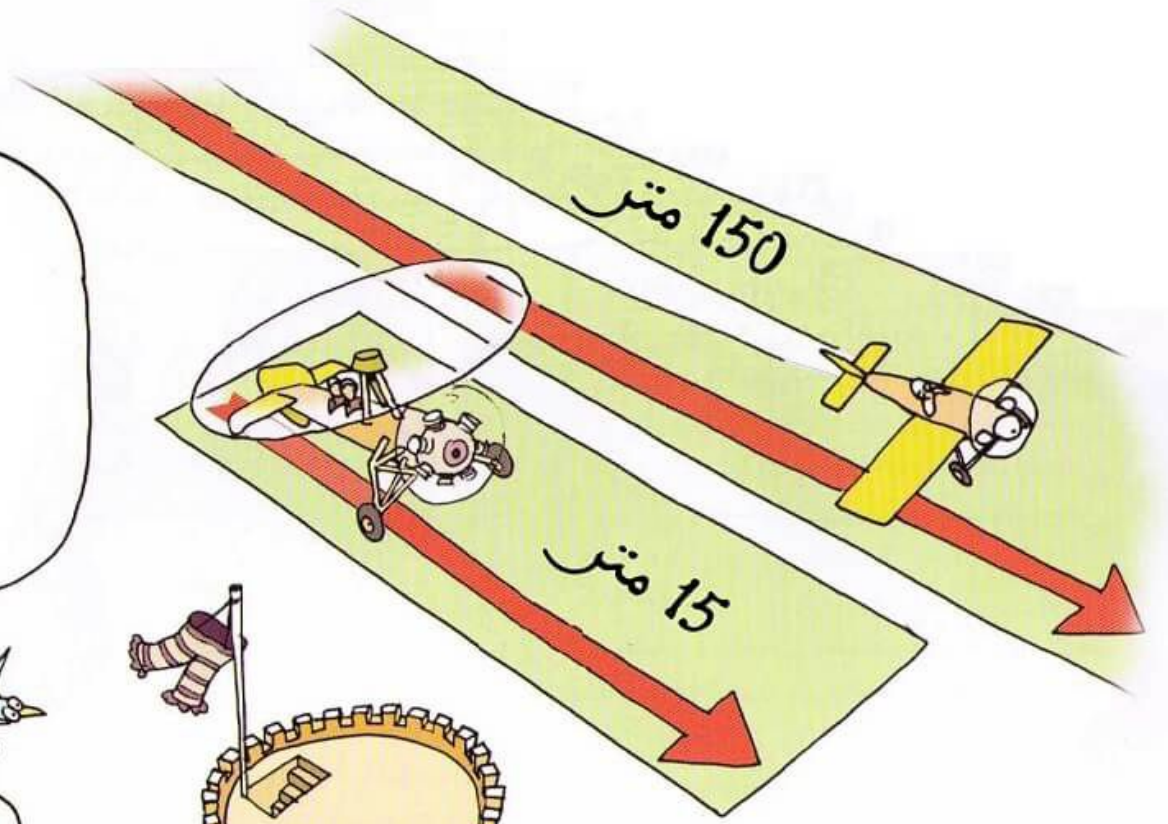
ومع ذلك فهو يدور (\*)

و ماذا عن "الأوتوجيرو"؟

والآن، لقد تم توضيح لغز الدوران الذاتي، بقي أن نظيف القليل من الميلان على كل هذا. سيتصرف الدوار إذن كقرص به ثقوب أقطارها تتناقص كلما اتجهنا نحو الطرف.

(\*) جاليليو: ومع ذلك فيه تدور

ملخص الحكاية:  
تحتاج الطائرة لمسافة 150 متر للهبوط. بينما  
"الأوتوجيرو" بحاجة لـ 15 متر. ولكن سطح برج  
القلعة ضيق جداً، وللهبوط به علي أن أقوم بعملية  
نزول عمودية تماماً. ترى، ما هي الآلة الطائرة التي  
ستمكنني من تحقيق ذلك؟





ولكن، لماذا ترتدين فساتين طويلة جدا.



ولكن "كونديد" ليس من عامة الشعب.  
إنه ابن أحد أقربائك.



وثمانين صيادا...  
على الأقل واحد منهم.

لن يحصل ذلك أبدا!  
لن تتزوج ابنتي رجلا من  
عامة الشعب.



همم...  
من أجل الديبلوماسية، سأرجع  
إلى هنا مرة أخرى.



ولكن يا أباي، لقد كان كل هؤلاء  
الصيادين محترمين.



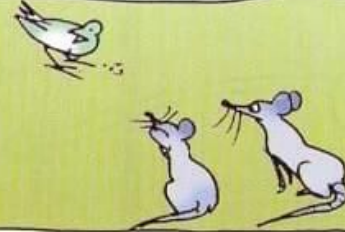




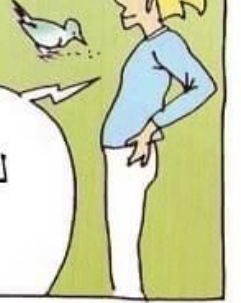


# العزم

سأنجح هذه المرة. إنطلاق!



يمكنني أيضا أن أرفع  
عدد الشفرات (\*)

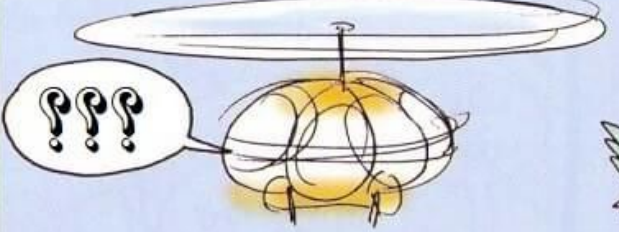


لقد جربت ذلك: بقدرة المحرك  
هذه، تستطيع أن تقلع آتني.

لقد طرت يا "بانغلوس"، لقد طرت. بدأت آتني، ذات الأجنحة الدوارة،  
تدور حول نفسها عكس منحى دوران الشفرات.



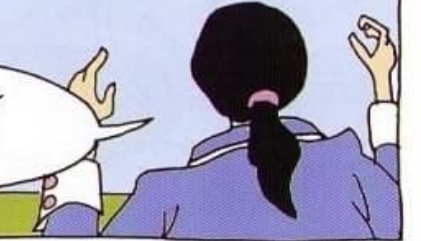
يالها من تجربة مريرة يا معلمي.  
كان لدي انطباع بأن دماغي يدور داخل رأسي.



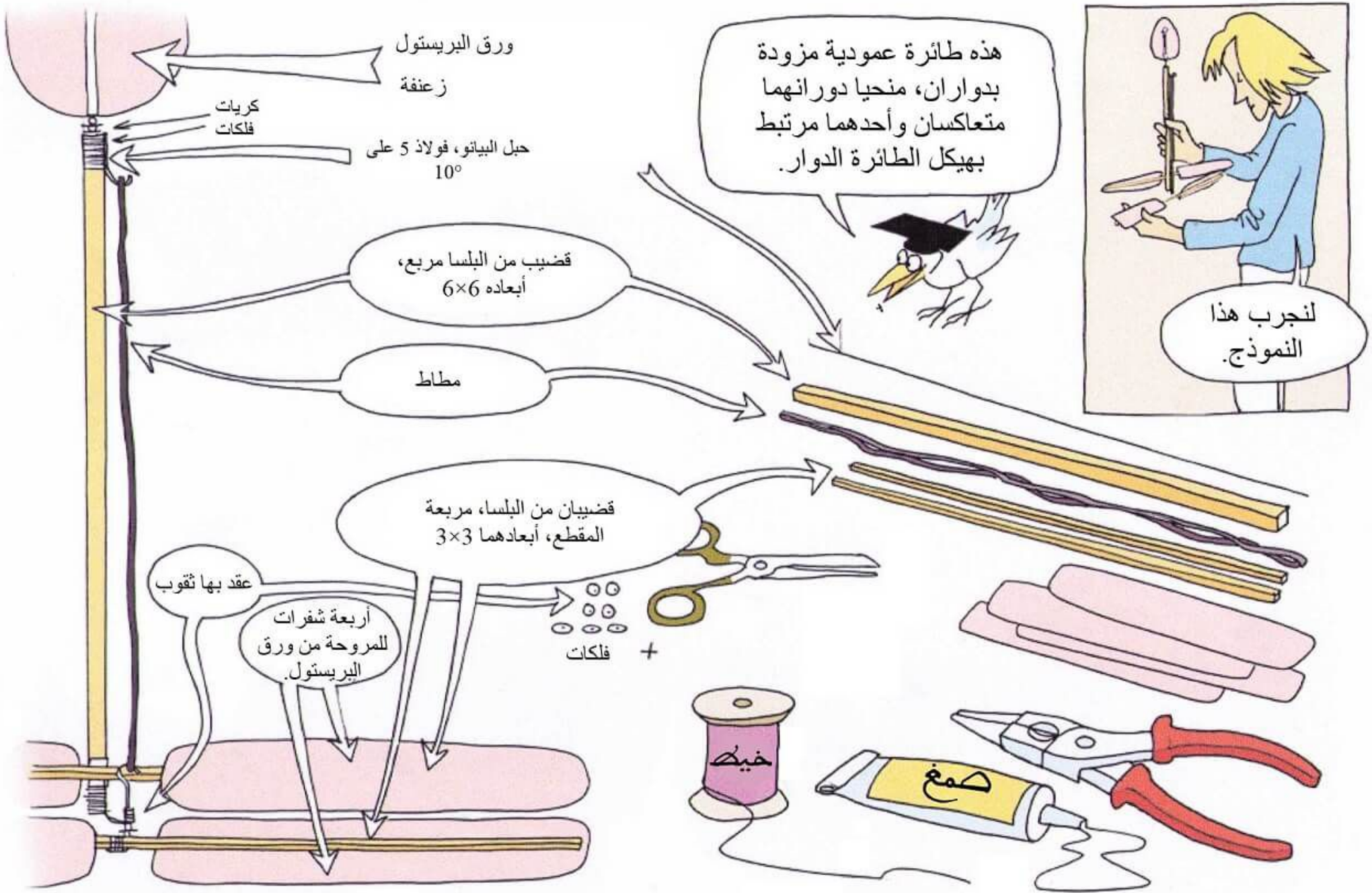
???



آه... لا!



(\*) كل ما سييلي صالح بالنسبة ل 2 أو 3 أو 4 أو 5 أو 6 أو 7 أو 8... شفرات



المرحلة الدقيقة تقتضي بلي وفتل حبل البيانو باستعمال الكلابين لصناعة العناصر التالية:

دور (أو سعة) الشفرات معكوسة

دعامات من البلسا

مطاط

شفرة مروحة من ورق البرستول ملتصقة بقضيب من البلسا 3×3

شفرة مروحة من ورق البرستول ملتصقة بقضيب من البلسا 3×3

خيوط رابط وصمغ

قضيب من البلسا 6×6

خطاف مطاطي

عقد فلكات

فولاذ 5 على 10°

دعامات

شفرة المروحة رقم 1

شفرة المروحة رقم 1

بلسا 3×3

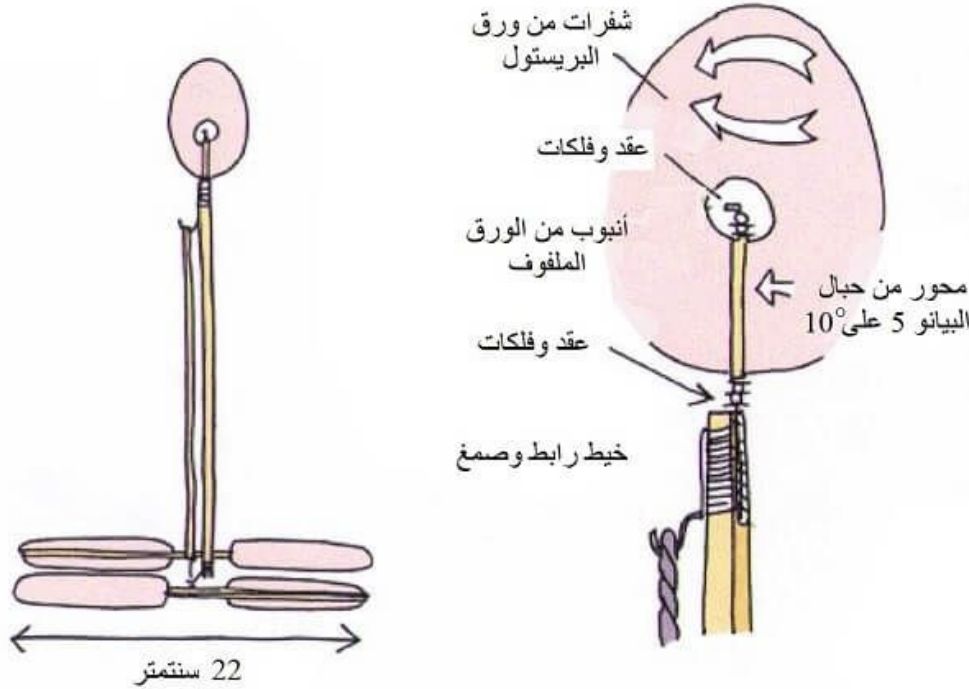
الدوار رقم 1

الدوار رقم 2

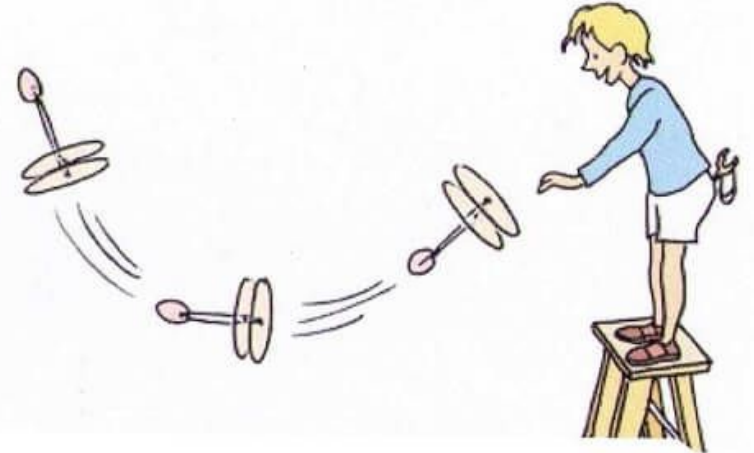
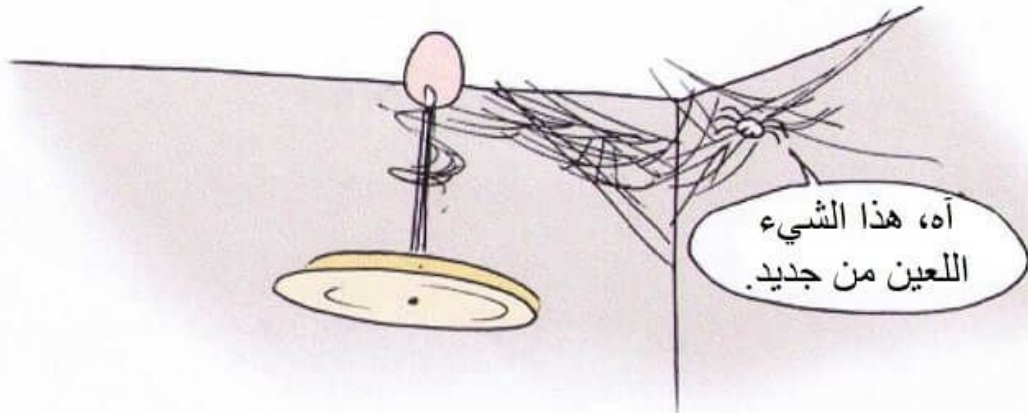
المطاط يحرك الدوار السفلي، رقم 1 بفعل العزم، أما الدوار رقم 2، المثبت على القضيب (أو الهيكل)، فهو يدور في الإتجاه المعاكس.

تركيب الشفرة العليا التي تجعل الآلة مستقرة ذاتيا.

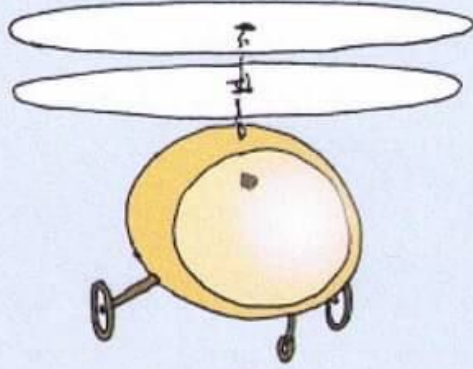
نسب  
30 سنتيمتر



عندما تميل الطائرة العمودية فهي تتحرك في اتجاه جانبي. الجهد على الشفرة العلوية يجعل وضعها يعدل بسرعة. وهكذا تميل إلى الصعود بنفسها في مسار متمائل (\*).



جرب "كونديد" حلول عديدة.



دواران، منحيا دورانها متعاكسان، إختراع الفرنسي "لوناى"  
ومنشور من طرف الروسي "كاموف".



لا هذا غير معقول.  
لا يمكن أن نستقل قمرة قيادة تدور.



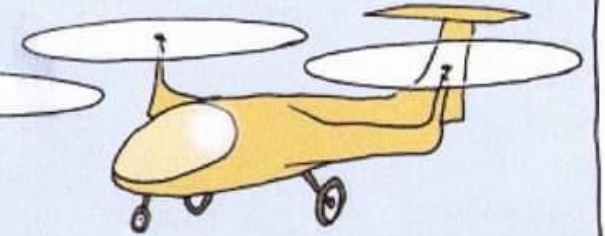
طرد الغاز عند  
طرف الشرفات. الفرنسي "مورين"



دوارات متشابكة، للألماني  
"فليتتر" وتطوير "كامان"



دوارات جانبية، إختراع الإنجليزي "كايلاي"، دولارات ترادفية، إختراع الفرنسي  
"كورني" وتطوير "بياسكي".

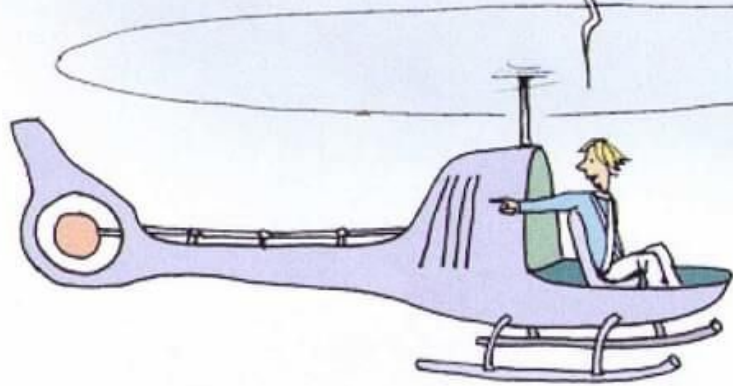


ومستعاد من طرف الألماني "فوك".

كتاب "إيف لو بيك"، "التاريخ الحقيقي للطائرة العمودية، من 1486 إلى 2005" وهو مزين برسومات ممتازة، نشره "جان دوكرت"  
سوف تجد جميع نماذج المروحيات التي تخيلها وتصورها الإنسان" وهو متوفرة باللغة الفرنسية ( ISBN 5-0100-8399-2 ).

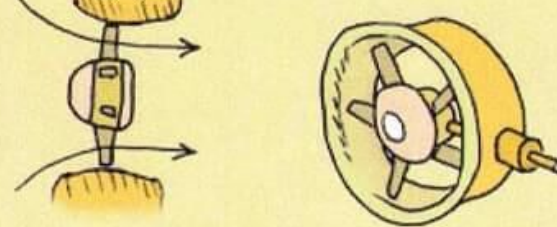
تراجع فوراً،  
وإلا ستشظت وتتحول  
إلى شرائح من النقائق

لقد نجحت يا "بانغلوس".



سأركب دواراً ذو عزم مضاد  
في مجموعة الذيل بربطه ميكانيكياً بالدوار الرئيسي،  
سأنجح في مهمتي. عندما أزيد من سرعة المحرك،  
دوار مجموعة الذيل سيتبع الحركة وسيتم تعويض  
عزم الدوران تلقائياً.

دوار الذيل، أو "فنسترون" (\*)



عندما نركب مروحة ذات شفرات  
عديدة داخل إطار، نزيد من  
مردودها ونقلص من حجم الضجيج.



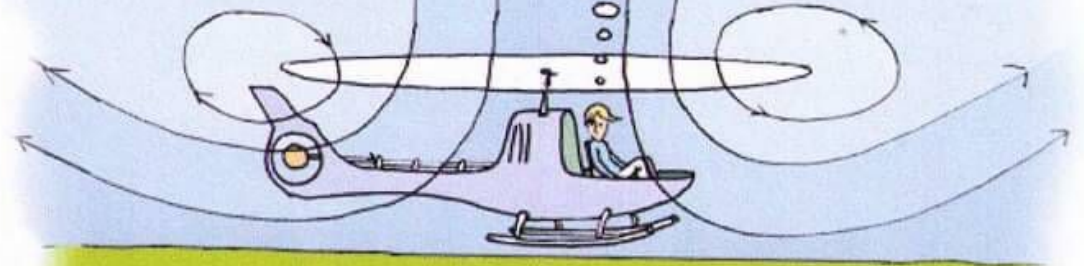
الدوار ذو عزم مجموعة الذيل  
المعاكس، إختراع للروسي  
"فيريف" و تطوير "إيغور  
سيكوسركي"

هذا يدل على أن كل شيء للأفضل  
في أفضل طائرة ممكنة

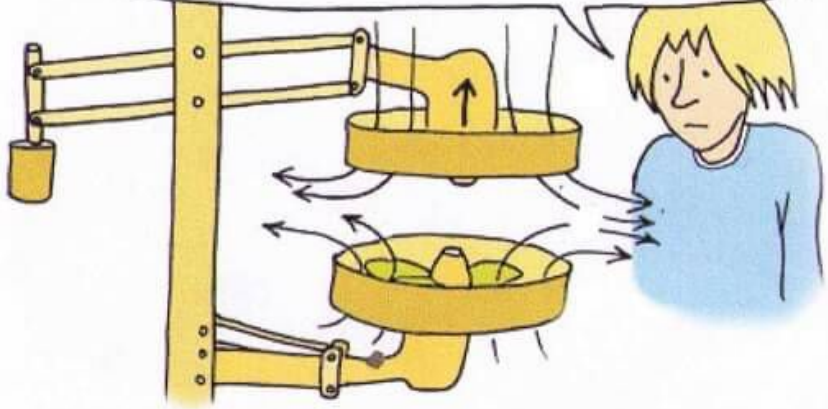


# تأثير سطح الأرض

هذا غريب! قرب السطح أستطيع أن أحافظ على توازني بقدر أقل وبشكل ملموس (\*)



ما هذه الآلة إلا مروحة تهوية كبيرة. سأركب إثنان منها متقابلتان وجها لوجه.



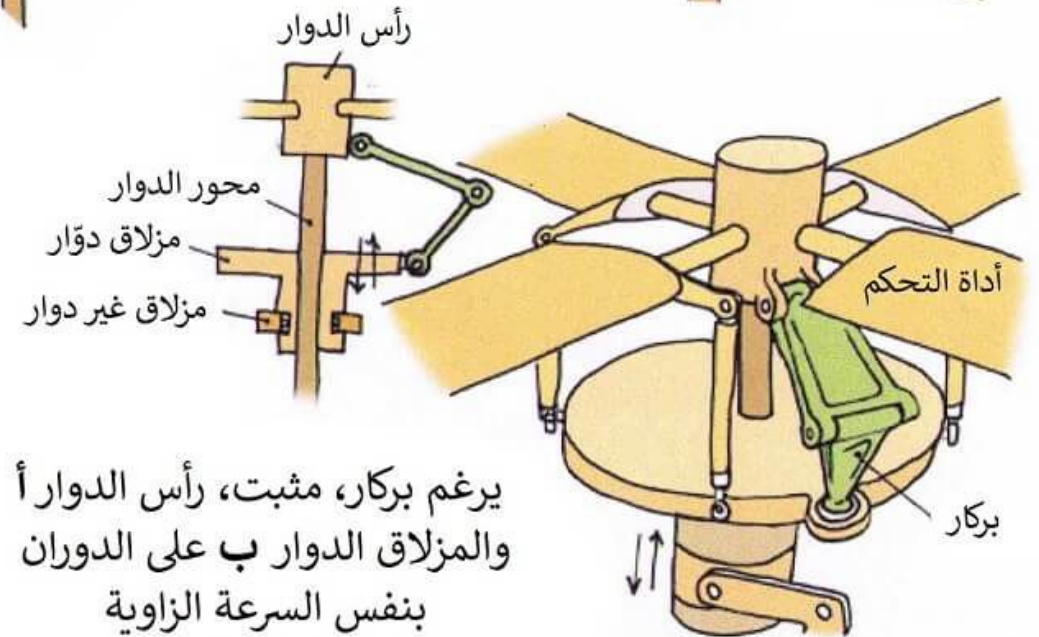
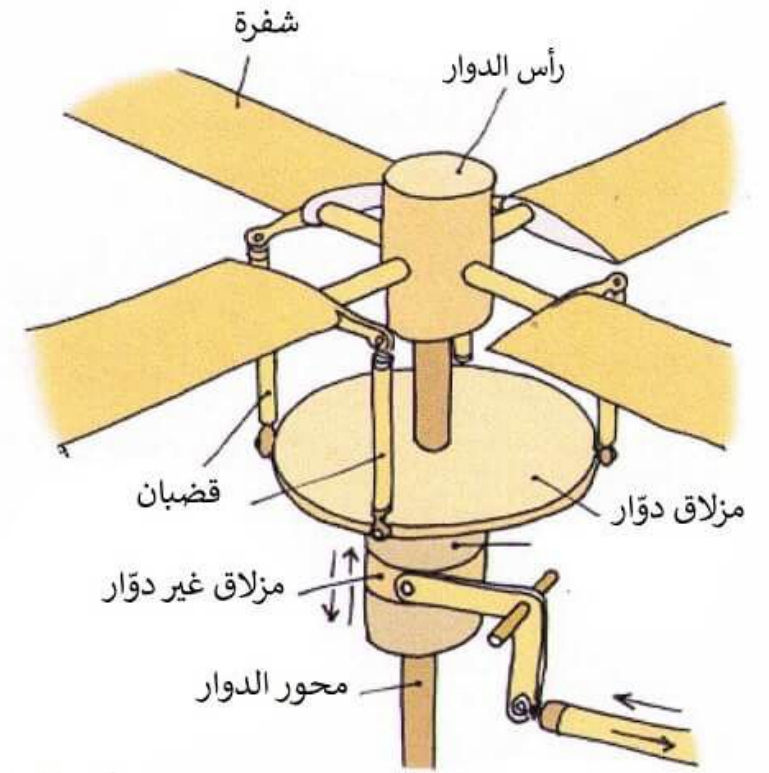
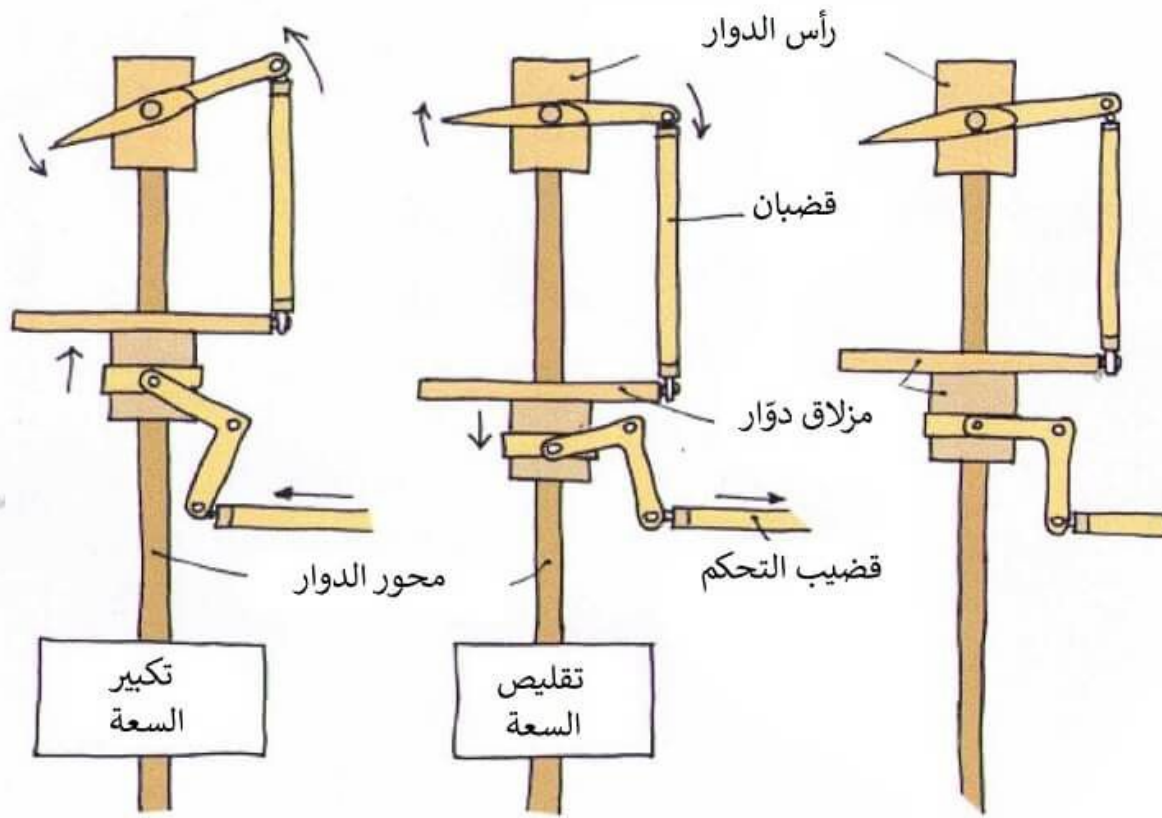
عندما نضع مروحة التهوية أ في مقابل المروحة ب، وعند سرعات متساوية، فستصبح القوة الصاعدة التي تطبق على المروحة أ أكبر من القوة التي تطبق في حالة ما إذا كانت المروحة أ وحدها.

وهذا ما نبحث عنه

التدفق 2، هو نفسه عندما نركب المروحة أ وحدها مقابلة للأرض.

# استعادة الدورات





بواسطة نظام مماثل، نستطيع تغير سعة شفرات الدوار بشكل جماعي عن طريق التأثير في المزلاق غير قابل للدوران ب، المرتبط بسلة من الكريات مع المزلاق أ، هذا الأخير يوصل أوامر التحكم إلى الشفرات عن طريق أذرع تحكم.

يرغم بركار، مثبت، رأس الدوار أ والمزلاق الدوار ب على الدوران بنفس السرعة الزاوية

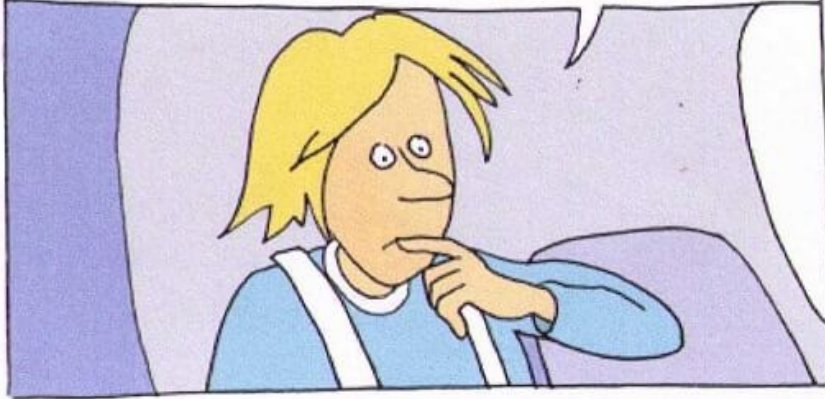
لقد ربطت وكيفت مجموعة أوصال وأذرع للتحكم ستمكنني  
من تغير السعة العامة للشفرات بواسطة هذا المقبض في قمرة القيادة.

لقد وضعت بها  
دواسة للغاز أيضا.

مقبض دوار: مفتاح  
التحكم في الغاز.

ذراع المقبض نحو الأعلى: تكبير السعة  
ذراع المقبض نحو الأسفل: تصغير السعة

على أيّ، لقد صنعت هذه الآلة الطائرة، وهي قادرة على أن تحملني أنا و "كونيكوند". أستطيع الصعود والهبوط ثم الدوران في أي اتجاه بكل سهولة وحرية. ولكن يبقى السؤال: كيف السبيل للتقدم نحو الأمام؟



ماذا؟  
أنا لا أسمع  
شيئا

حسنا، لقد نسخت نفس النظام على دوار مجموعة الذيل، العزم المضاد، وذلك لتفادي السقوط عند تغيير السعة العامة. وقد أضفت دواسة أتحكم فيها بقدمي، دفعة، ستسمح لي بالالتفاف حول نفسي.



يبدو الأمر  
معقدا جدا.

لمذا لا تُضيفُ مروحة ودفات؟

آه، أنظرا!



إذا نجحت في إمالة الدوار، ستتحرك الآلة تلقائيا، بشكل أفقي.



هذه هي "المدومة"، إختراع للإنجليزي "جورج كلاي" في 1796.



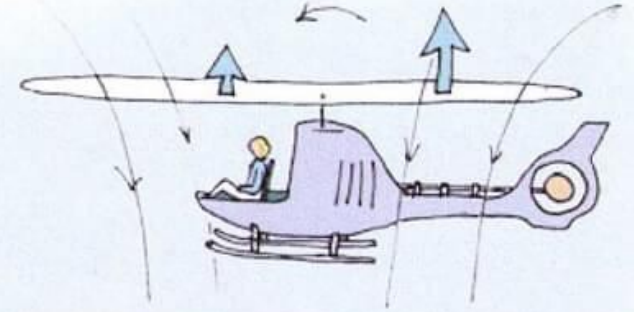
سأفكر في حل آخر.



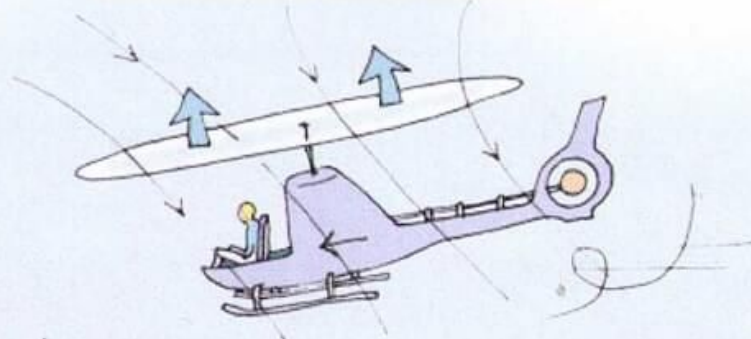
تستطيع أن تتحرك داخل قمرة القيادة. بهذه الطريقة ستغير موقع مركز الثقل.

وعندما تستقل "كونيكوند" الآلة معي، كيف سأحافظ على التوازن العام؟

## حالة استقرار



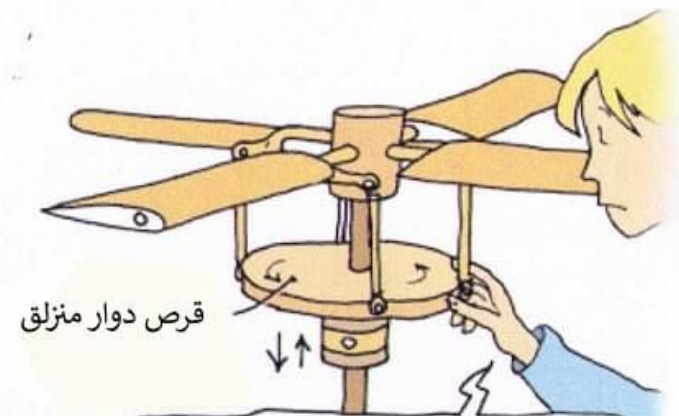
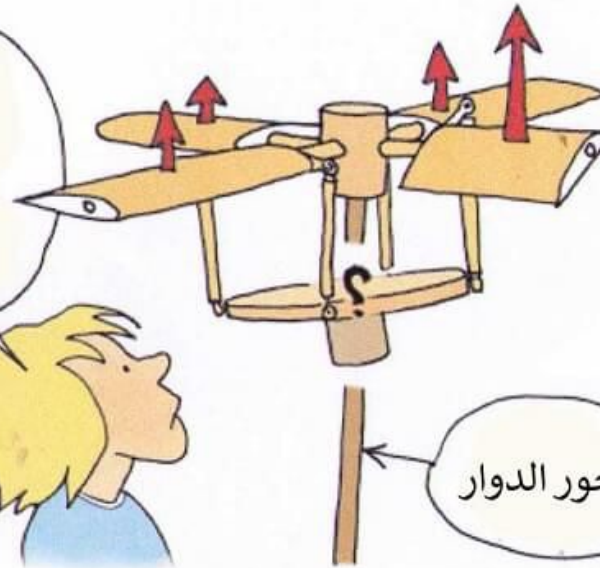
## حالة انتقال



إذا نجحتُ في الرفع من شدة القوة الدافعة لشفرات الدوار، عندما تكون هذه الأخيرة في الخلف، والتقليص منها عندما تكون في المقدمة، عن طريق تغير دور السعة. سأتمكن من إحداث حالة انتقال آلي ودفعها في حركة إزاحة.



إذا استطعت أن أجعل هذا القرص مائلا شيء ما، محافظا على دورانه، سأستطيع احداث هذا التغير الدوري لسعة الشفرات (\*). ولكن كيف سأركب وأربط وأتحكم في كل هذه المعدات؟



ان موضع قرص دوار، ينزلق حول محور الدوار، هو ما يمنحنا سعة الشفرات

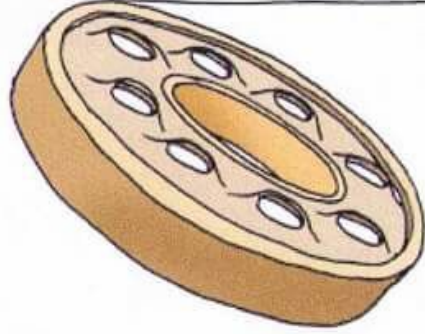


سلامة ربان الطائرة العمودية مرهونة بميكانيكا معقدة، تستخدم قضباناً من هذا النوع وتروساً مسننة وكريات، يجب أن تصنع كل هذه العناصر بحرص ودقة شديدين، ويجب أيضاً مراقبتها وصيانتها ثم تبديلها دورياً. تكاليف صناعتها وصيانتها أعلى من مثيلاتها في الطائرة. منذ سنوات السبعينيات، استخدام المواد المركبة واللدائن ثم التزيت الذاتي، قلل من التعقيد والوزن وتكاليف الصناعة وكذلك من ايقاع الصيانة وسمح بالتالي بربح كبير في الدقة. ولكن كل هذا خارج إطار هذا الألبوم.

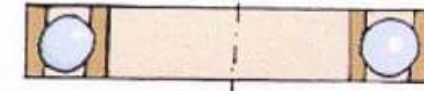




عندما نحرف تمرکز الحلقات قليلا نستطيع أن إيلاج عدد منها.



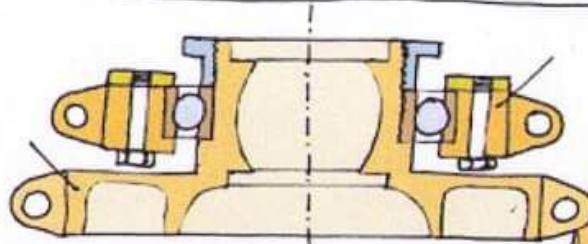
لفائف الكريات المعدنية عنصر مهم جدا.



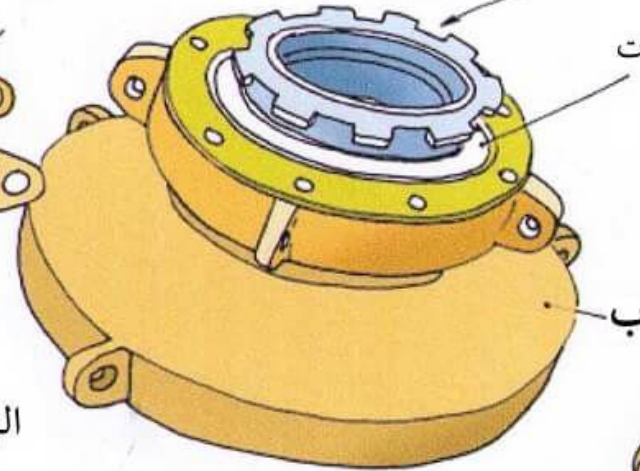
ولكن، كيف سندخل هذه الكريات؟



تبقى الكريات في مواقعها بعد ذلك بفضل قفص مكون من جزأين، يتم لحمهما أو إصاقهما.



لفائف الكريات هذه تسمح لقرصين، أحدهما دواراً والآخر ثابت ب، بدوران الواحد بالنسبة للآخر محورياً.



سن التعزيز والضغط

لفائف الكريات المعدنية

سن اللولب

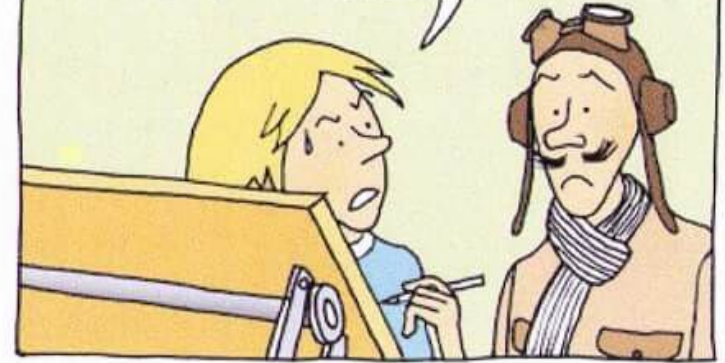


للاعتفاف يمينا بجسم غير متوازن، فالحل هو الرضفة.



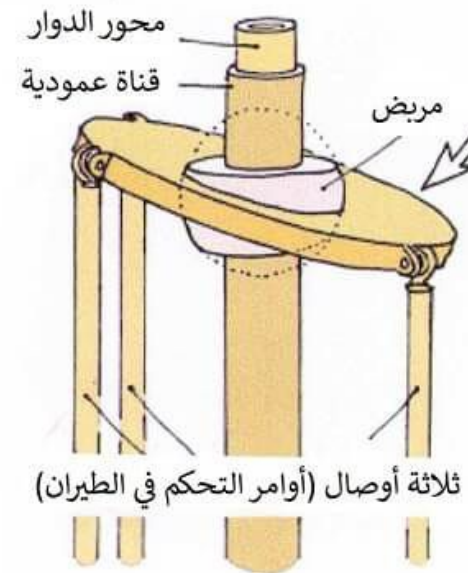
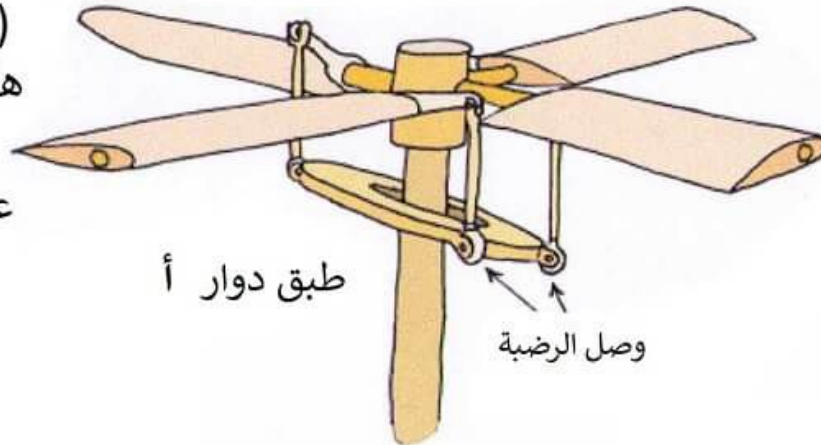
رضفة تنزلق  
على أنبوب عمودي،  
أو قناة عمودية، يدور  
داخلها محور الدوار.

لا أريد إحراجك يا عزيزي  
ولكن مقارنة بآتي، من الناحية الميكانيكية،  
فطائرتك أضحوكة.



حول هذه الرضفة يدور قرص ب، غير دوار،  
ذو اتجاه تحدده مجموعة أوصال وأذرع التحكم.

الطبق الغير دوار ب سيعزز بطبق دوار د  
عن طريق لفائف الكريات المعدنية  
(أنظر الصفحة السابقة).  
هذا الطبق الدوار سيتحكم  
في انحناء الشفرات  
عن طريق قضبان السعة.



الإقتراح الثاني: كيف ندخل الرضبة داخل غرفتها،  
المتواجدة في الطبق ب؟



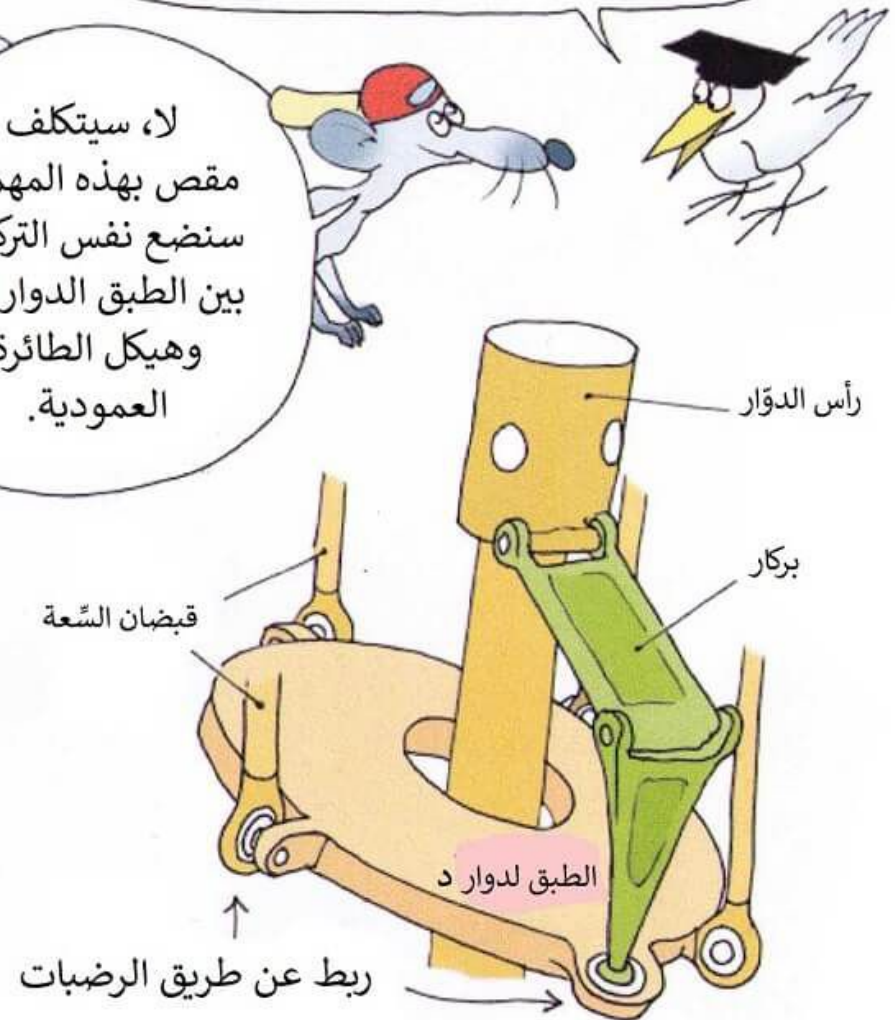
طبق غير دوار ب

الرضبة هي خاتم  
من "التفلون"، مفصلة،  
جزئها الأسفل أسطواني وجزؤها  
العلوي كروي الشكل.  
بتغيير شكلها، كما شرحنا ذلك،  
نستطيع إدخالها في غرفتها دون  
مشاكل.

وبعدها نولج المجموعة  
بأكملها في الأنبوب  
العمودي، حيث يدور  
الدوار.

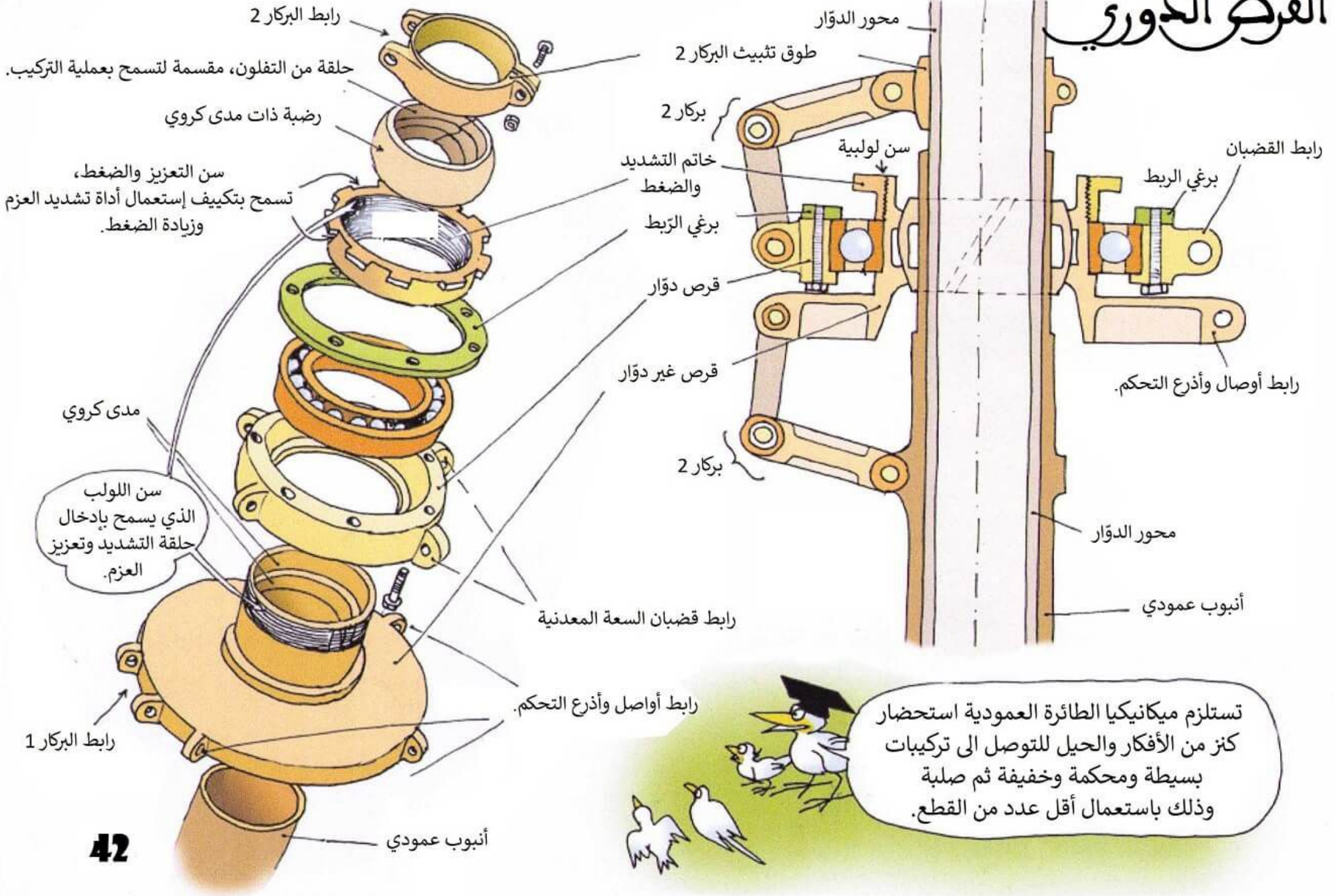
قبل ختم دراسة القرص الدوري  
لا بد من التطرق لعدة مشاكل.  
أولاً، كيف نعزز الطبق الدوار لرأس المحور؟  
وهل سنكلف هذه القضبان الهشة  
بهذه المهمة؟

لا، سيتكلف  
مقص بهذه المهمة.  
سنضع نفس التركيب  
بين الطبق الدوار ب  
وهيكل الطائرة  
العمودية.

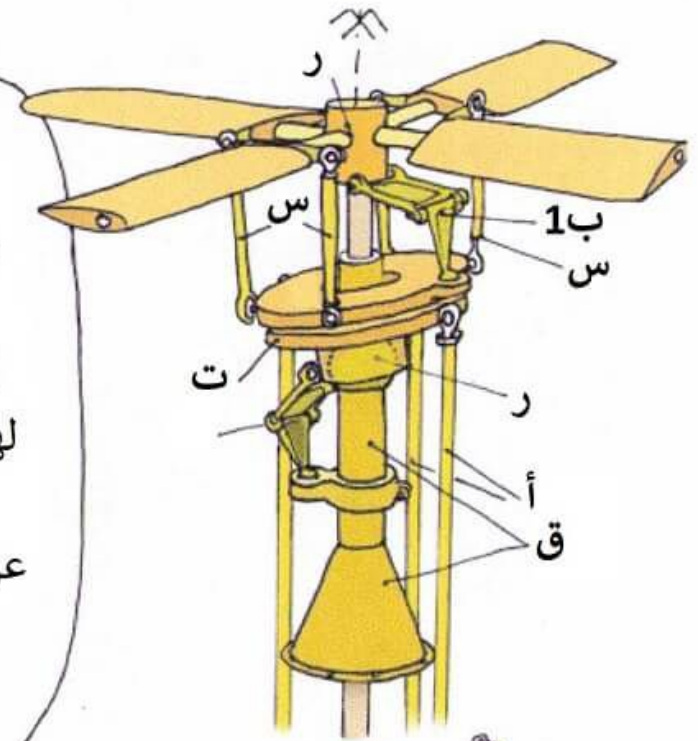


النتيجة النهائية في الصفحة التالية ←

# القرص الدورى

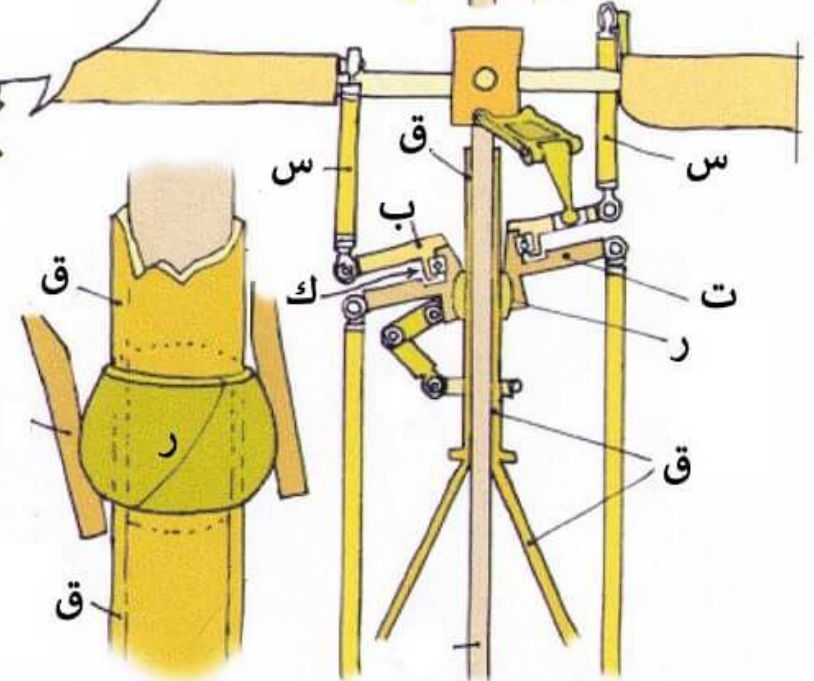


لنرجع الآن إلى الرسم التصوري، فهو يوضح الأمر أكثر.  
تقوم مجموعة أوصل التحكم أ، المشكلة من ثلاثة قضبان، برفع وإنزال  
ودفع القرص ب، غير الدوار، في جميع الاتجاهات، موجه بالرضبة ر والتي تنزلق  
بكل حرية في القناة العمودية ق، المثبتة على هيكل الطائرة العمودية.  
البركار ب1 المثبت على القناة العمودية ق يكبح أي حركة دوران للقرص بالنسبة  
لهيكل الطائرة العمودية (على القناة العمودية ق). القرص الدوري الدوار ب، مرتبط  
بلفة الكريات ك بالقرص ب، الغير الدوار. موقف القرص ب يحدده الريان  
عن طريق مجموعة أوصل التحكم أ. القرص ب يمرر هذه الأوامر إلى الشفرات عن  
طريق القضبان ض. بركار آخر هو من يثبت الرأس ر والقرص د عند الدواران  
والاستكسر القضبان عند قيامها بهذا المهمة

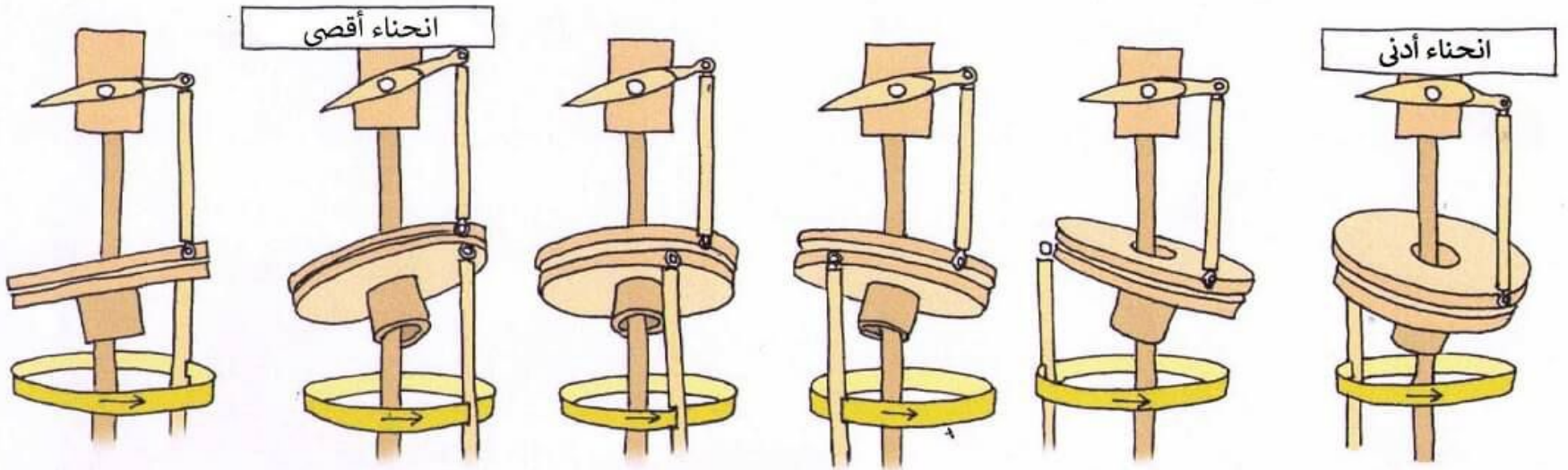


علي الآن أن أصمم أدوات للتحكم في الطيران  
تسمح لي بتشغيل الأوصال الرأسية الثلاثة.

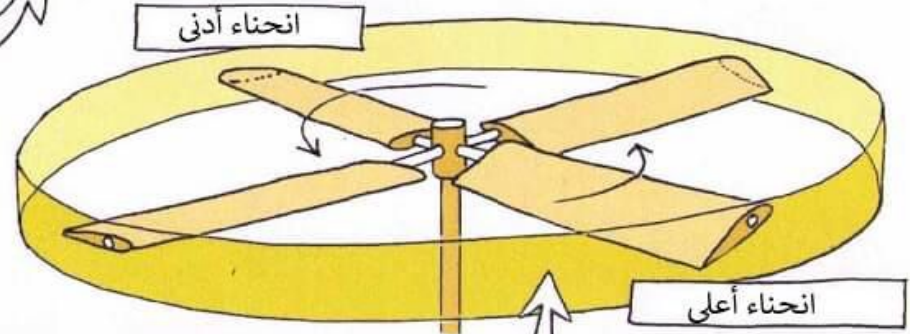
وهكذا نكون قد  
نجحنا في مهمتنا



في الأسفل، الحركة  
الظاهرة لإحدى أذرع  
التحكم.



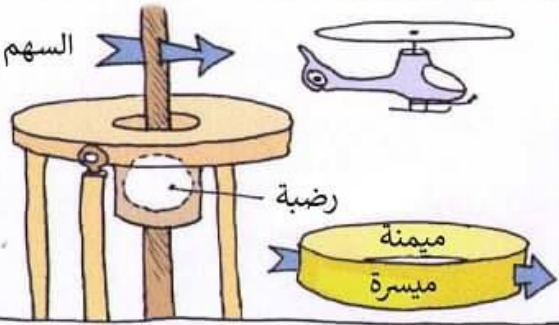
في الأعلى، نتابع ونعاين حركة شفرة.  
يتأرجح انحناءها دوريا بين قيمتين قصوى ودنيا.



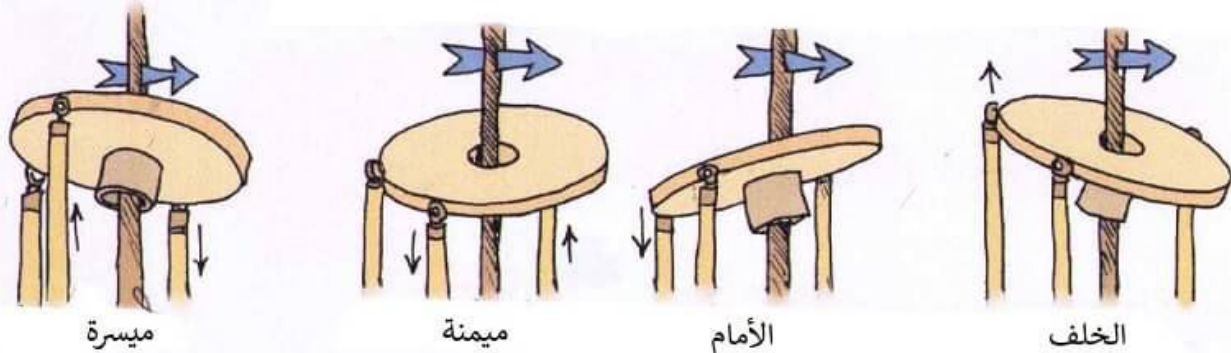
هنا، تشغل الشفرات أربعة مواضع مختلفة  
في مستوى الدوران.

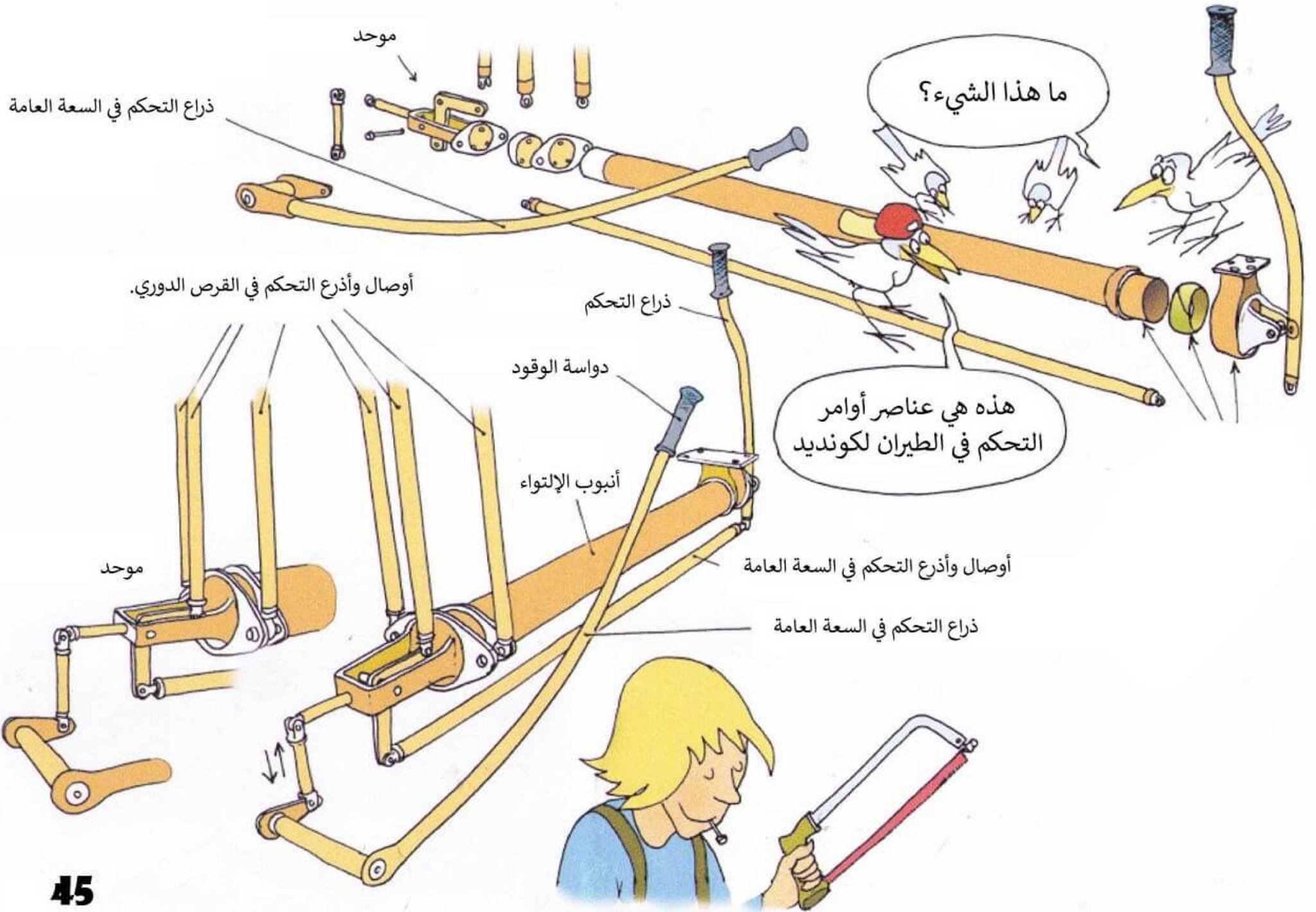
السهم يشير إلى مقدمة الآلة.

ثلاثة قضبان تكفي للتحكم  
في القرص، الغير دوار.



تقاد الحواماة بالزيادة في انحناء الشفرات.





ذراع التحكم في السعة العامة

موحد

ما هذا الشيء؟

أوصال وأذرع التحكم في القرص الدوري.

ذراع التحكم

دواسة الوقود

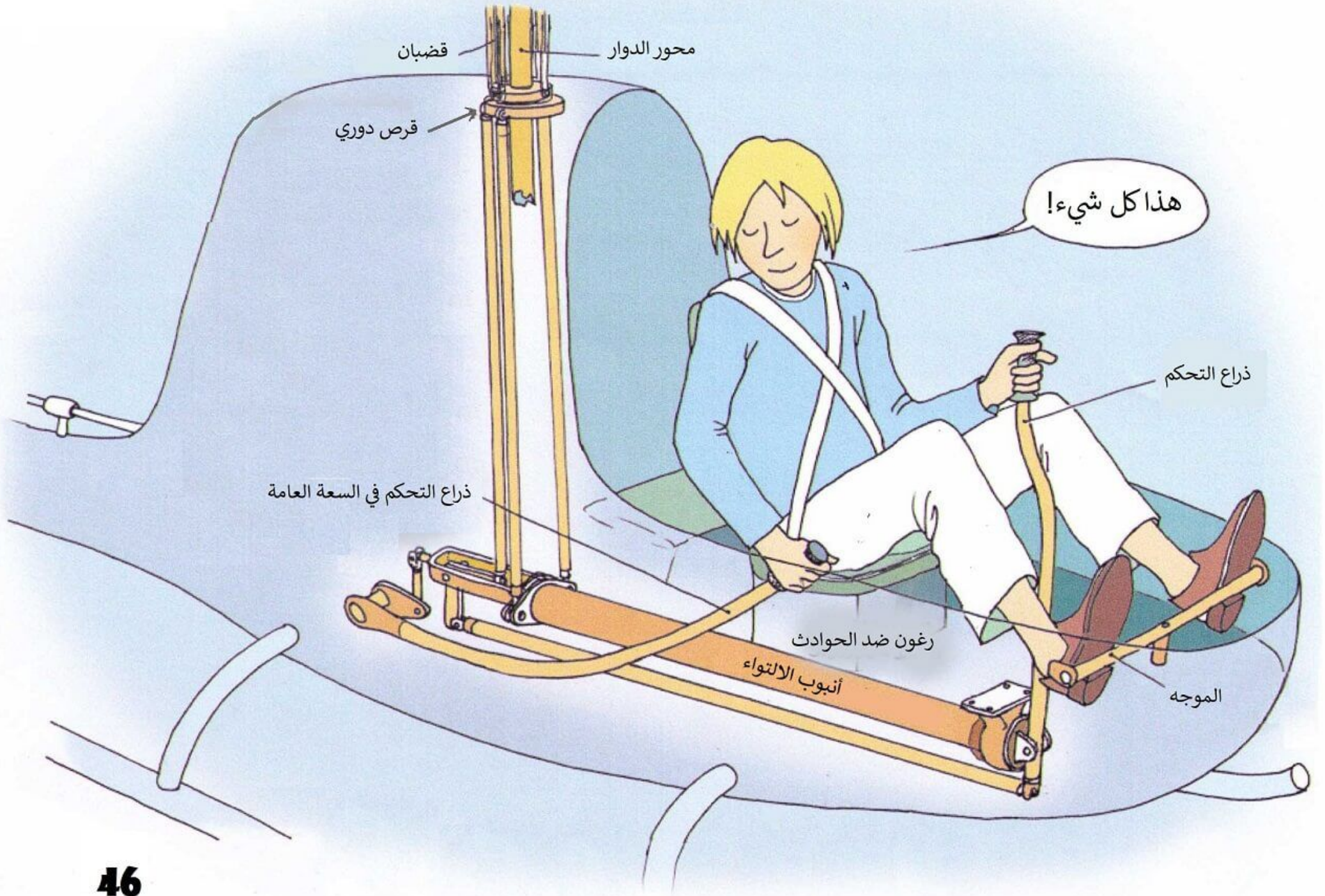
هذه هي عناصر أوامر التحكم في الطيران لكونديد

أنبوب الإلتواء

أوصال وأذرع التحكم في السعة العامة

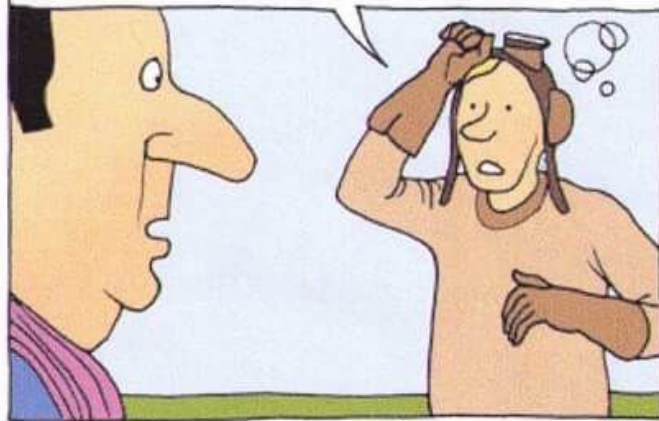
موحد

ذراع التحكم في السعة العامة





هذا مرعب يا معلمي! كان هناك إهتزاز شديد لدرجة أنني خشيت أن تدمر آلتى كلياً وتتحول إلى آلاف القطع!

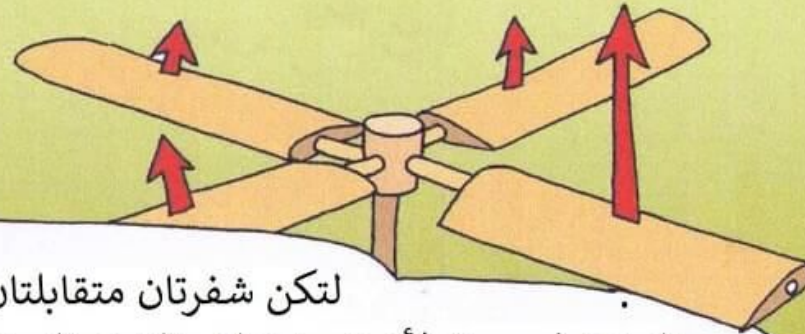
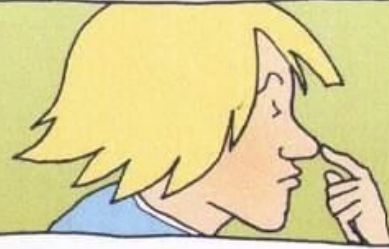


تاالك لكلوونك  
تاالك





لقد أحسست أن الآلة تهتز بشدة وذلك مباشرة بعد أن فعلت التغيير الدوري لسعة الشفرات. كان الأمر أشبه بيد سحرية تمسك بالدوار من الوسك وترجه بقوة. ولكن عندما أتمعن في الأمر أجزم أنني وجدك حل هذه المشكلة.



لتكن شفرتان متقابلتان قطريا، بحيث تم تصغير سعة واحدة والزيادة في سعة الأخرى، تختلف القوى الديناميكية الهوائية من حيث الشدة والاتجاه. وهذا يفسر هذه الإرتجاجات التي كادت أن تدمر الآلة.



لقد أحسست أنه إذا واصلت على ذلك  
النحو فسينكسر الدوار حتما.

هذه الشفرات، لماذا لا نمنحها حرية الحركة،  
نحو الأعلى أو الأسفل أو الأمام أو الخلف مع ترك  
الأمر كله للقوة الوزن لرعاية وإحكام السيطرة  
على المجموعة كلها.

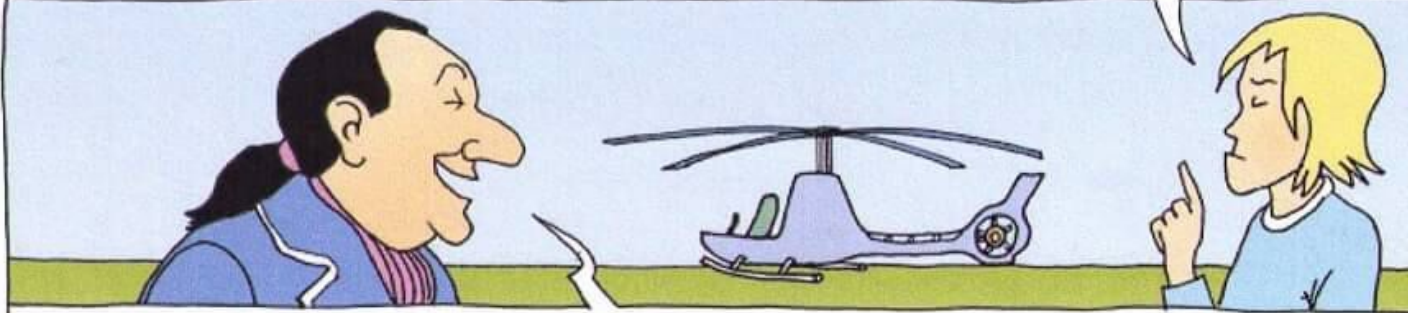


لقد نجحت، "بانغلوس"، لقد نجحت!  
لا زالت آلي ترتج ولكن ليس بشكل كبير جدا.  
في المقابل يبقى رد فعلها لأوامر التحكم غير  
مفهوم.

الذراع نحو الأمام: تتحرك نحو اليمين.  
الذراع نحو اليمين: تتحرك نحو الخلف.  
الذراع نحو اليسار: تغطس بمقدمتها  
وتتحرك نحو الأمام.  
الذراع نحو الخلف: تتحرك نحو اليسار.

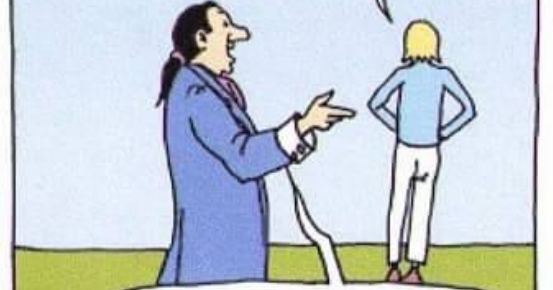
هذا يعني أن آلتك تطيع الأوامر، و تنفذها ب...90°

لن أستقل مركبة أجهل سلوكها، هذه حدود فهمي يا معلمي الطيب.



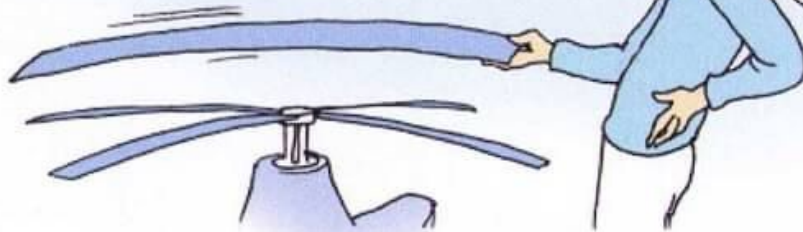
"كونديد" يا عزيزي "كونديد"، كم من الأشياء مظاهرها مألوفة بالنسبة لنا ولكن يبقى جوهرها غريبًا بالنسبة إلينا. تأمل: الشمس تدور حول الأرض و نحن لا نعرف لماذا. لم ننجح لحد الان من معرفة ماهية هذا الفراغ الرهيب الذي يجعل الزئبق يرتفع في البارومترات. والسبب الكافي لهذه الطاقة السوداء التي تسبب إعادة تسارع الكون، لا تزال مجهولة بالنسبة لنا. فهل علينا الامتناع عن مراقبة وقياس كل هذه الظواهر التي تقدم لنا الطبيعة؟

هذا غير مفهوم بتاتا ولكنه صحيح.



حسنًا، الحل بين يديك. قم بتغيير أوامر التحكم تبعًا لذلك.

إذا كانت هذه ميكانيكا الطيران هي الأحسن من الميكانيكات الممكنة، فما هي إذن الأخرى؟ ...



والحب يا كونديد والمشاعر التي تكنها للآنسة "كونيكوند"

# فارق الزمن الحواري

كل هذه العلوم وكل هذه التقنية  
وأصطدم في الأخير بظاهرة غبية  
تستعصي على الفهم.

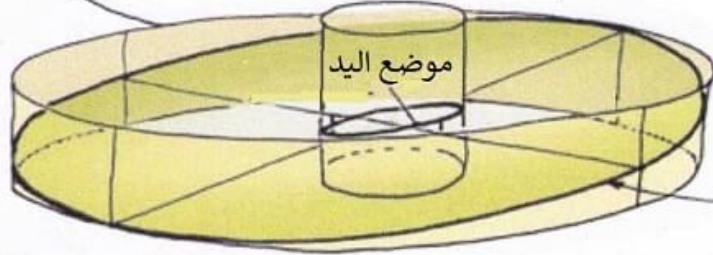
ميكانيكا الطائرات العمودية أعقد بكثير من ميكانيكا  
الطائرات، وهو ما سنراه في هذه الفقرة.

أنا أتحرك، أتحرك..

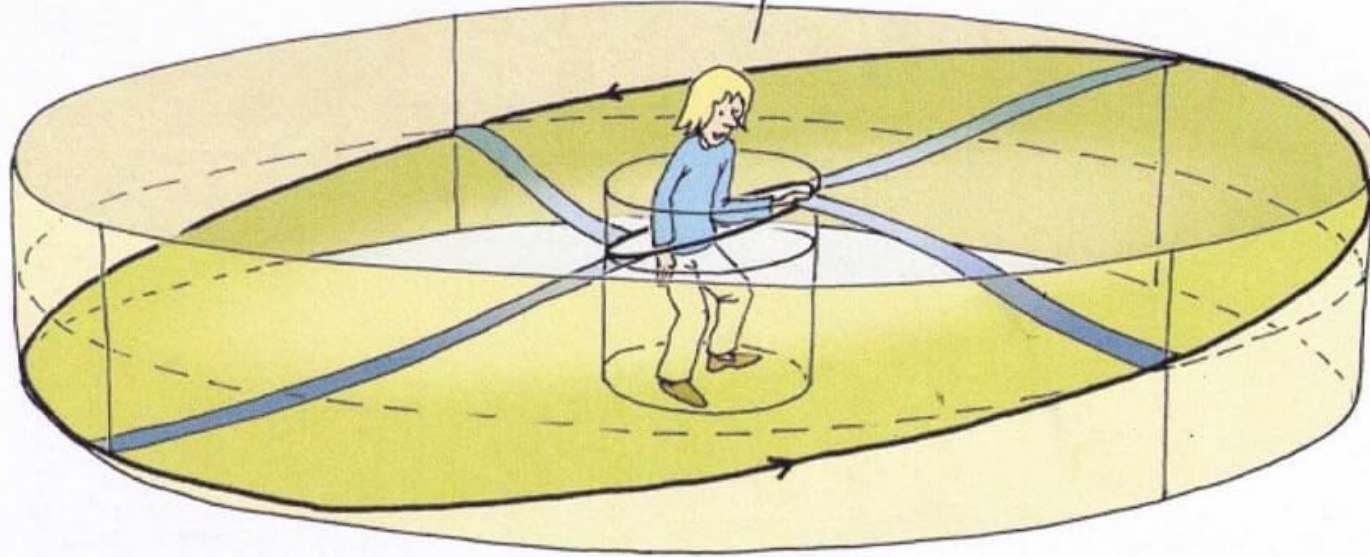
ما من نتيجة  
دون سبب. يجب أن  
أكتشف سببا كافيا لهذه  
المسألة.



"بانغلوس"، أعتقد أنني وجدت الحل أخيرا. عندما أحرك هذه الشفرة من الأعلى إلى الأسفل، مع الدوران حول نفسي بحيث يكون دور تذبذب الشفرة هو نفسه دور التفافي، فالتركيبة التي تجمع بين حركة ومرونة الشفرة تجعلها تتبع الحركة بتأخر قدره  $90^\circ$ .



موضع طرف شفرة  
المروحة.



يا إلهي!

علميا هذا يترجم سلوك نظام من الدرجة الثانية.

أعترف أن هذا السبب الكافي أعلى من مستوى تفكيري.

لا تبحث عن استعمالات  
هذا الجهاز، الذي دوره الوحيد  
هو شرح السلوك الفريد لشفرات  
الطائرات العمودية.

ستفهم بالتأكيد يا معلمي،  
بفضل هذا الجهاز الذي نسميه  
"إلاستوترون" (\*)

كنت أعتقد أننا نناقش موضوع ميكانيكا الموائع.

عند تعاملك مع الجهاز عن طريق هز الكتلة ك نحو الأعلى  
والأسفل بنفس الدور د، ستستجيب ك في زمن معاكس.

توضيح:

إذا حركت الكتلة ك بعيدا عن موضع  
توازنها، فسوف تتأرجح بدور ما وهو ما  
نسميه دور النظام.

في ماذا تعنيك ميكانيكا  
الموائع؟

أمسك كتلة "الايلاستروترون" بيدك ورجها بالدور د.

حسنا، سأمسكها  
هكذا وسأرجها حسب...  
دور النظام.

أنا على يقين أنك  
لا تجيد السباحة!

السباحة؟

دعه وشأنه يا عزيزي. لا تُعقد الموقف  
مع هذا البطريق. فهذا الشريط المرسوم  
معد بما فيه الكفاية.

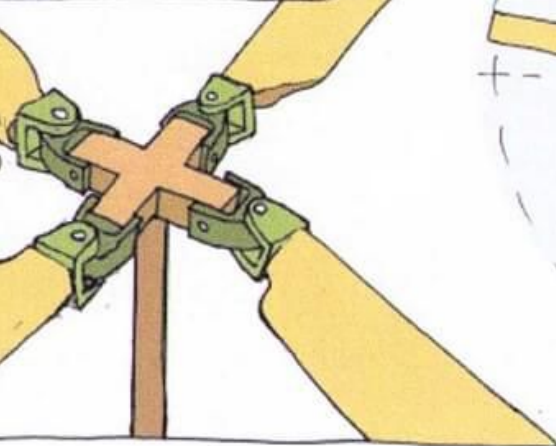
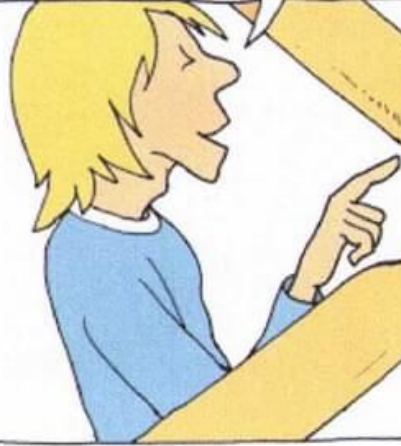
بعد تركيبه في الطائرة العمودية، قبل قليل،  
كنت أهرز شفرات المروحات بتزامن مع حركة دوراني  
حول نفسي. في حالة الطيران، شفرات المروحات هي  
التي تهز الآلة. وهذا يعلل ضرورة وجود روابط النبضات  
هذه في كل مروحة.

جسم "الاستروترون" يستجيب  
أيضا ولكن في زمن معاكس.

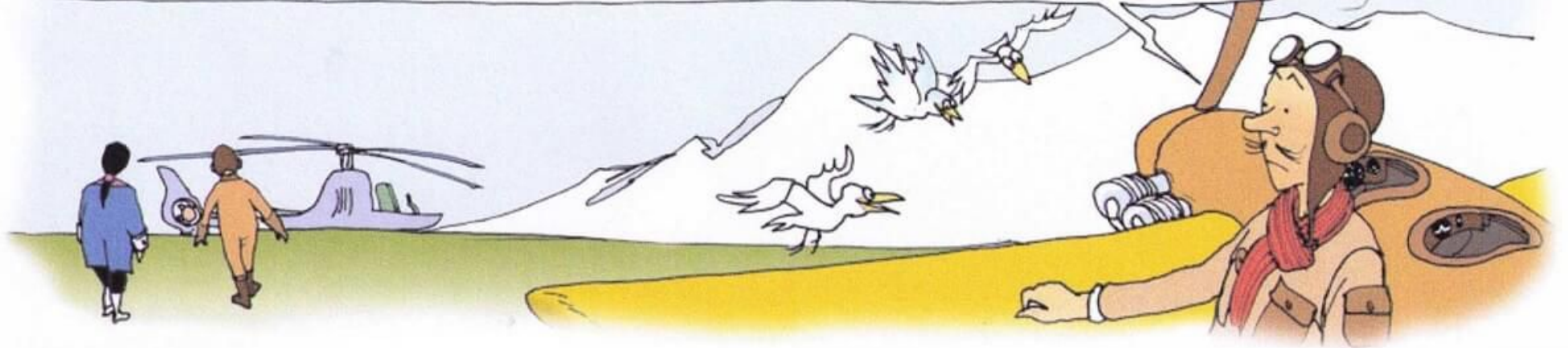
ممم... هذا جيد.



الرابط الثاني هو رابط الجر، الذي يسمح لشفرات المروحات بالتأرجح على هذا النحو. عدم وجود هذه الروابط سيتسبب في ارتجاجات قوية في الطائرة العمودية، قد تؤدي لكسر دوارها (\*).



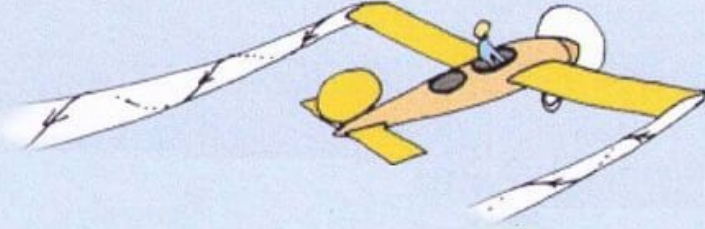
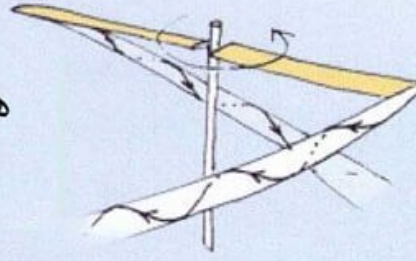
هل أعاني أنا أيضا من مشاكل استجابة النظام من الدرجة الثانية؟



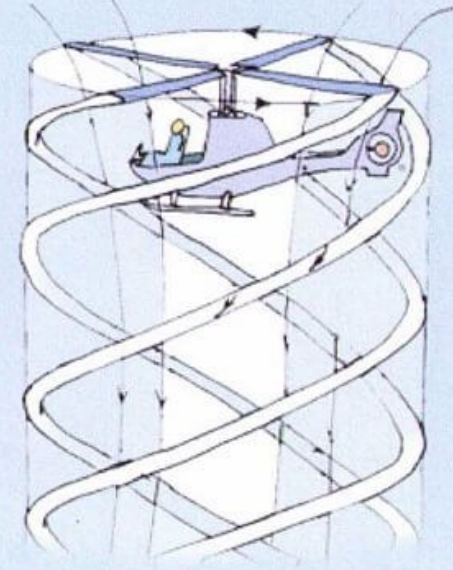


# حالة الإنتقال

إن شفرات مروحة الطائرة العمودية هي عبارة عن أجنحة ذات استطالة كبيرة جدا، تخلف في أعقابها دوامات هامشية.

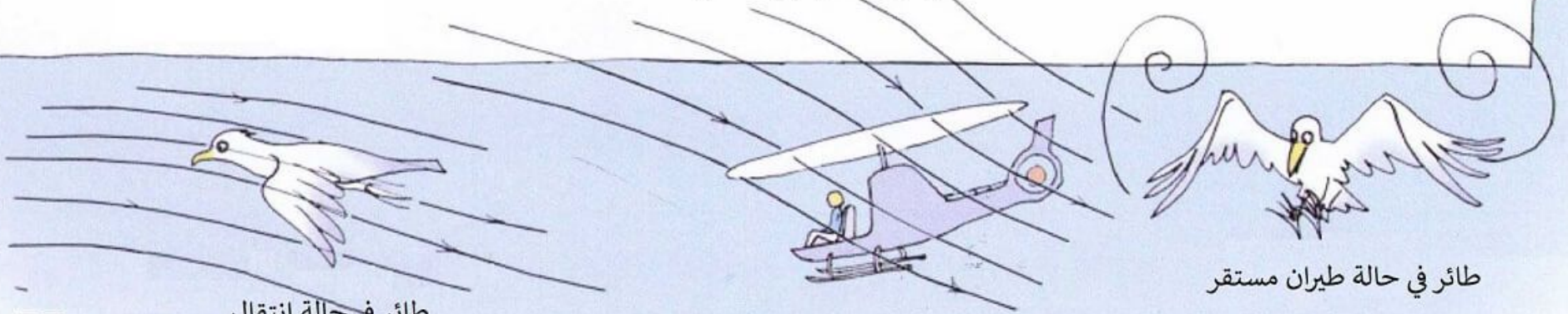


يمثلُ هذا الاضطراب، غير الضروري، اهدارا للطاقة.



إنها عبارة عن دوامات تنشأ عند أقصى طرف الجناح، وتتسبب، عند الإرتفاعات الكبيرة، في تكثيف بخار الماء (نفثات التكثيف)

عندما تكون الطائرة العمودية في حالة انتقال، تصبح هيئة التدفق مختلفة بالكامل. تفقد الدوامات قدرا كبيرا من أهميتها ومفعولها، وهكذا تستطيع الآلة أن تحلق نفسها بأقل قدر من استهلاك الطاقة.



طائر في حالة انتقال

طائر في حالة طيران مستقر

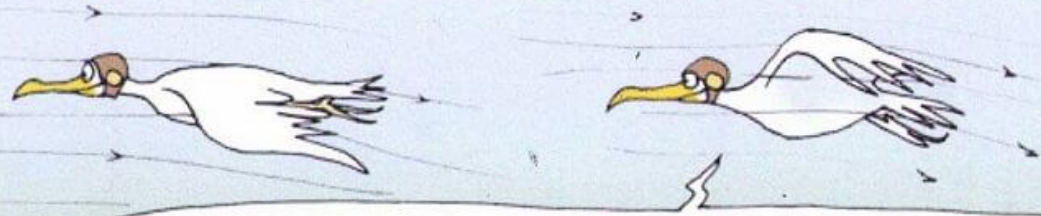


حتى نبقى في حالة طيران  
مستقر، فنحن نبذل قدرا  
من الطاقة لإحداث اضطراب.

اعترف أنني لم أفهم شيئا في حكاية  
حالة الانتقال هذه.



الأمر بسيط جدا.  
لاحظ كيف نقلع.



في حالة الإنتقال، يتدفق الهواء بين الريش بأدنى اهدار ممكن للطاقة.  
نواصل تحريك أجنحتنا دائما ولكننا نبذل مجهودا وطاقة أقل.

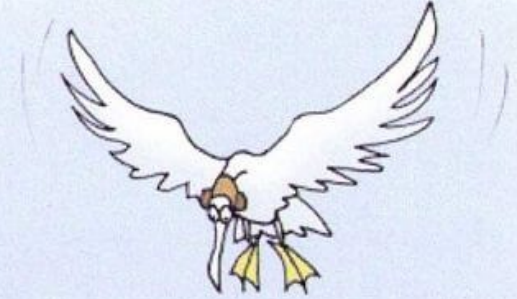


وفي حالة الانتقال العكسي!

هذا ليس صعبا. عندما تشاهد شيئا  
مهما في الأسفل، مثلا سمكة.



تجمح قليلا (ترتفع قليلا بالرأس)  
وتبقى ثابتا في الجو.



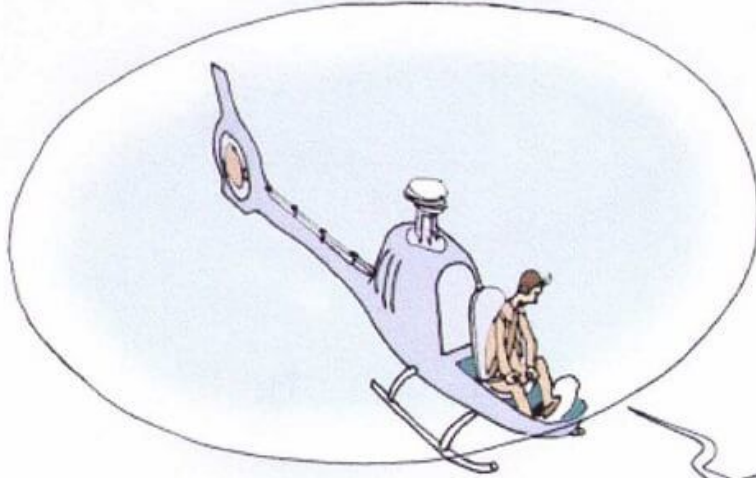
هنا، تعود الى حالة الطيران المستقر، بإحداث اضطراب قوي،  
أي باستهلاك قدر أكبر من الطاقة.

"بانغلوس"، أنا مستعد الآن. هذه الآلة مستقرة ومتحكم فيها بشكل مذهل. بعد ركوب "كونيكوند" مباشرة، سأبتعد بأقصى سرعة حتى أكون خارج مدى سهام رماة البارون.

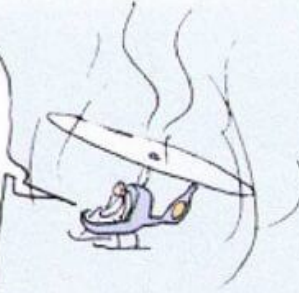


هذا مذهل!

ما علي إلا أن اطيير على علو كبير. فالناس لا يرفعون أعينهم إلى السماء. وبعد ذلك سأهبط بشكل سريع وعمودي على سطح برج القلعة.



لدي انطباع بأن طائرتي العمودية  
تعتمد على نوع ما من الكتل العديمة الشكل،  
والغير مستقرة تماما. علي أن أخرج من هنا  
بسرعة. من الواضح أن الهبوط العمودي  
السريع غير فعال تماما.

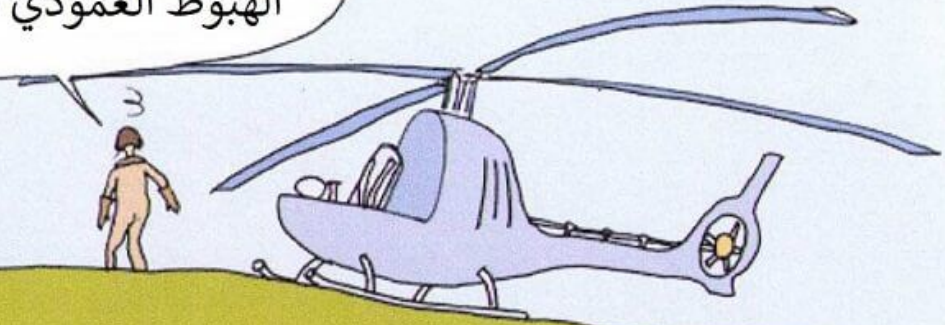


آه، إنها غير مستقرة تماما!

وهي تهتز  
بشدة.



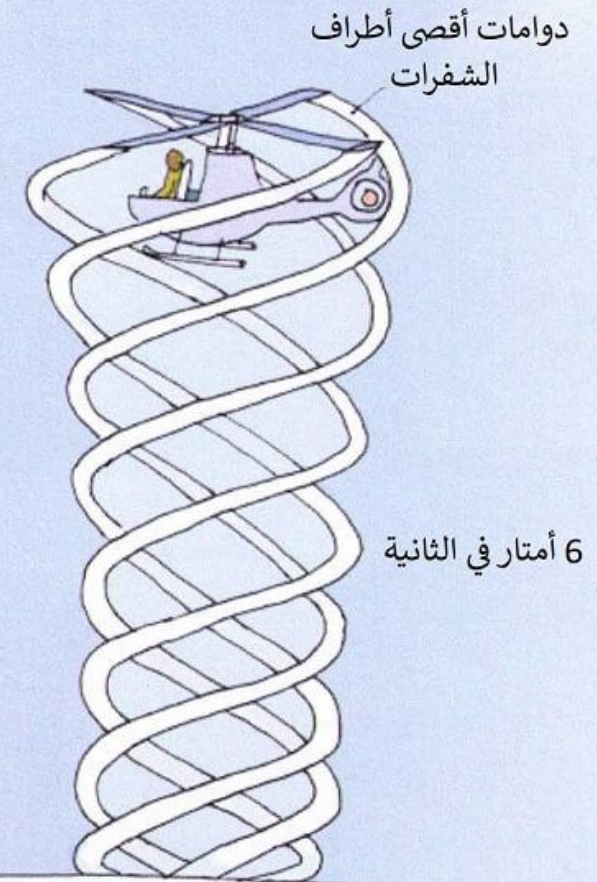
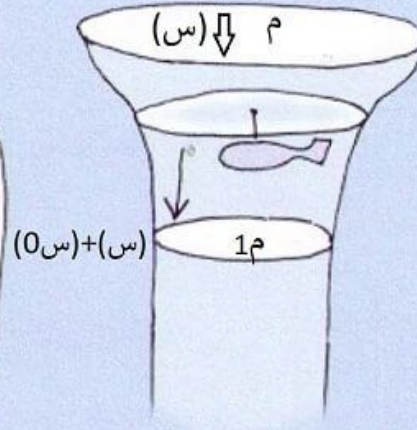
لقد أخطأت الهدف يا "بانغلوس".  
الهبوط العمودي بشكل كامل غير ممكن بتاتا.



# السرعة المستحثة.

$$(*) \quad (ك-ح) \times (س) \times (م) = (ك-ح) \times (س+س0) \times (1م)$$

تعلق الطائرة العمودية في الهواء عن طريق شفط الهواء نحو الأسفل، يقتضي منا أن نمنحها سرعة مستحثة (س-م) قدرها حوالي 6 أمتار في الثانية. نستطيع أن نعاين الظاهرة عن طريق إطلاق الدخان في أطراف شفرات المروحة.

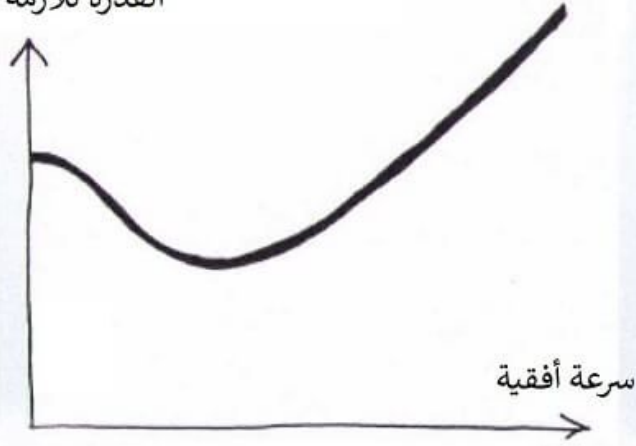


تطير الطائرة أيضا عن طريق طرد الهواء نحو الأسفل، رغم أن تأثير السرعة المستحثة لا يظهر بشكل جلي.

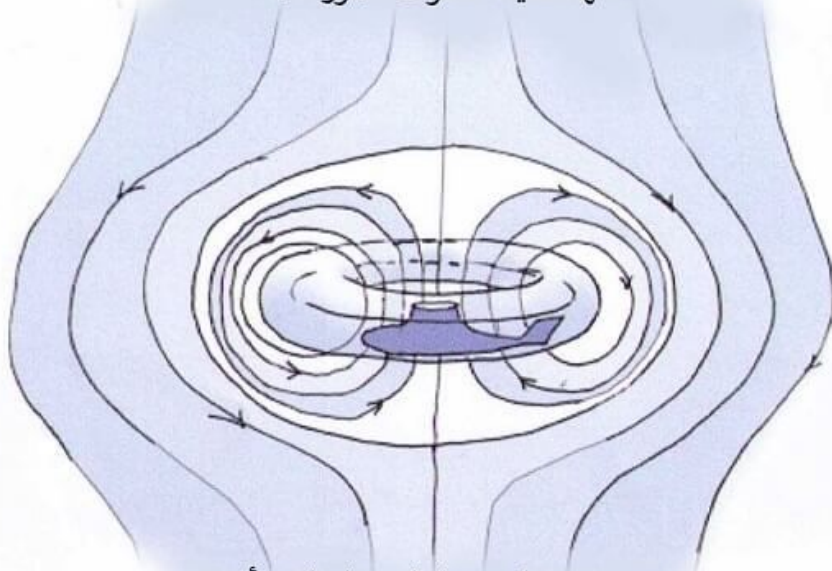
(\*) هذه العلاقة تبين المحافظة على تدفق الهواء ذو الكتلة الحجمية (ك-ح) الثابتة. هذا يقتضي بأن المساحة (س-0) أصغر من (س)



القدرة اللازمة للطيران



لا أهمية تذكر للطاقة المفقودة بسبب الدوامات الهامشية لشفرات المروحة.

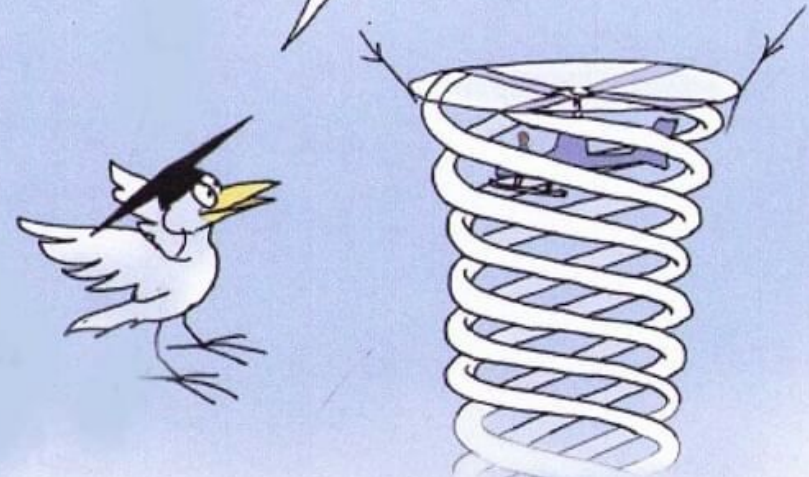


عندما تعادل سرعة الهبوط ثلاث أرباع السرعة البدئية (س0) تندمج الاضطرابات وتشكل دوامة كبيرة على شكل طارة.

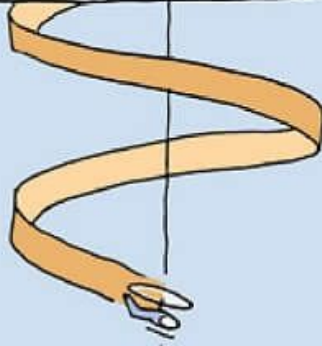
كل أشكال الدوامات هي أهدار للطاقة. الطيران في حالة انتقال يحبط نشوء نظام اضطرابي على شكل دوامات. الحفاظ على علو ثابت أقل استهلاكاً للطاقة.



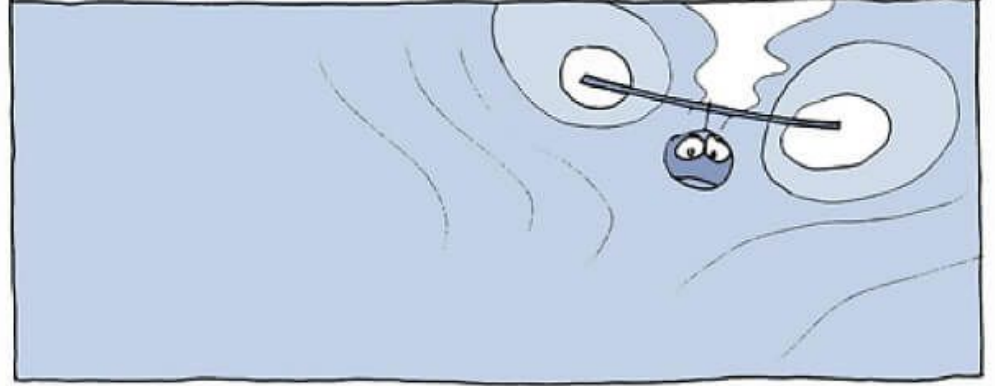
عندما تشرع المروحية في الهبوط العمودي، تتفاعل الدوامات الهامشية عندما تصل السرعة العمودية القيمة  $1/4$  (س0).



بالإضافة إلى ذلك، ومن أجل الغطس نحو منطقة للهبوط، يفضل ربابنة الطائرات العمودية النزول بطريقة لولبية، أي بالحرص على الطيران في حالة انتقال.



تتولى كل شفرة أمر الدوامة الهامشية للشفرة التي تسبقها وتضخمها. ويزداد إهدار الطاقة. كما أن هذه التركيبة الهندسية غير مستقرة بتاتا.



مغزى: سوف أقرب من أعلى برج القلعة عن طريق الطيران أفقيا. وسأكسر سرعتي في اللحظة الأخيرة، حيث سأتحول إلى حالة الطيران المستقر، وفي النهاية سأنفذ هبوطا بسرعة عمودية معتدلة، حوالي متر واحد في الثانية.



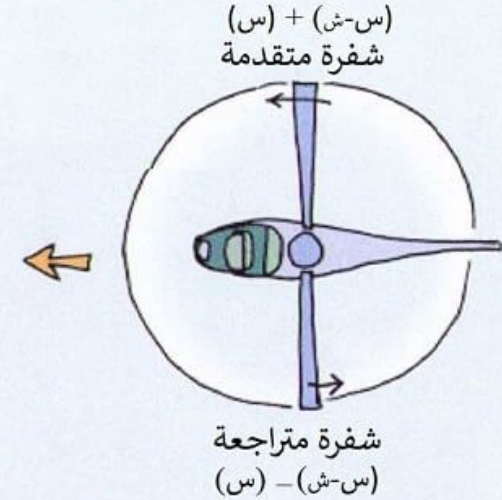
الآن، لنعد إلى تجاربنا.

وذلك حتى أتفادى الانتقال إلى حالة النظام المضطرب الخطير.

# إنكسار هوائي على الشفرة المتراجعة



لتكن (س-ش) سرعة الشفرة عند محيط المروحة.  
ولتكن (س) سرعة طيران الطائرة العمودية.  
سرعة الرياح النسبية المطبقة على الشفرة المتقدمة هي (س-ش) + (س).  
بينما تلك المطبقة على الشفرة المتراجعة هي (س-ش) - (س).  
إذن، فقوى الضغط التي تطبق على الشفرتان مختلفتان تماما.



منحى دوران الشفرات يختلف من بلد لآخر.  
هكذا وبالنسبة للطائرات الفرنسية فشفرة  
المروحة المتقدمة موجودة يسارا، بينما تتمركز  
على اليمين بالنسبة للآلات الأمريكية.  
ولكن هذا لا يغير شيئا في صلاحية ما ورد  
في هذا الشريط المرسوم.

الإدارة

كان من الممكن الاعتقاد أنه عند السرعات  
الكبيرة، ستميل الطائرة العمودية للتأرجح تجاه  
الجانب. ولكن، وبسبب ظاهرة تأخر رد فعل  
الآلة ب 90°، تميل هذه الأخيرة إلى الجموح  
نحو الأمام.



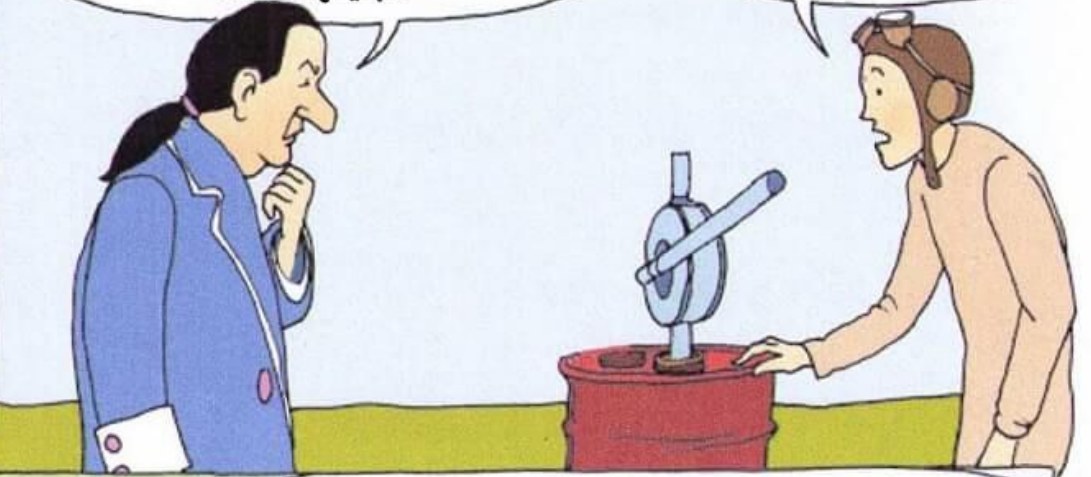
"كونديد"، أنا أفكر في أمر واحد. البارون يجهل  
كل شيء عن مشاريعك. وينطبق هذا الأمر أيضا  
على "كونيكوند". كيف ستتأكد من وجودها فوق  
سطح البرج، عندما ستصل أنت إلى هناك!





سأتناول عشائي هذه الليلة في القصر. سأحاول أن أجد طريقة لتبليغها ذلك.

أنت على صواب يا مُعلمي "بانغلوس". ما العمل إذن؟



آه، أيها المعلم "بانغلوس"، لم لا تحكي لنا حكاية جميلة، فيلسوفية، تفيد حكمها إبنتنا الجميلة.

نعم أيها المعلم، نحن نقدر جدا قصصك الفيلسوفية.

كان يا مكان...



... وهكذا، وعندما دق جرس البرج اثنتا عشر مرة  
معلنا عن الظهيرة، ستقل الأمير بساطه السحري  
وانطلق لتخليص أميرته، التي كانت تنتظره في سطح  
برج في القصر.



لقد كانت حكاية جميلة، يا عزيزي "بانغلوس"،  
ولكنني لم أفهم... ممم... جميع تداعياتها الفلسفية.



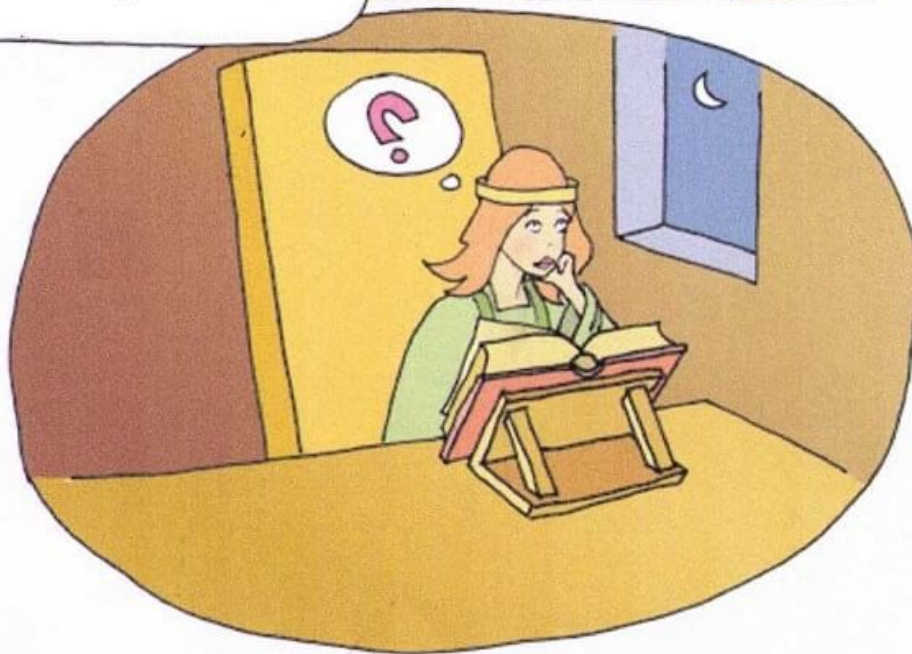
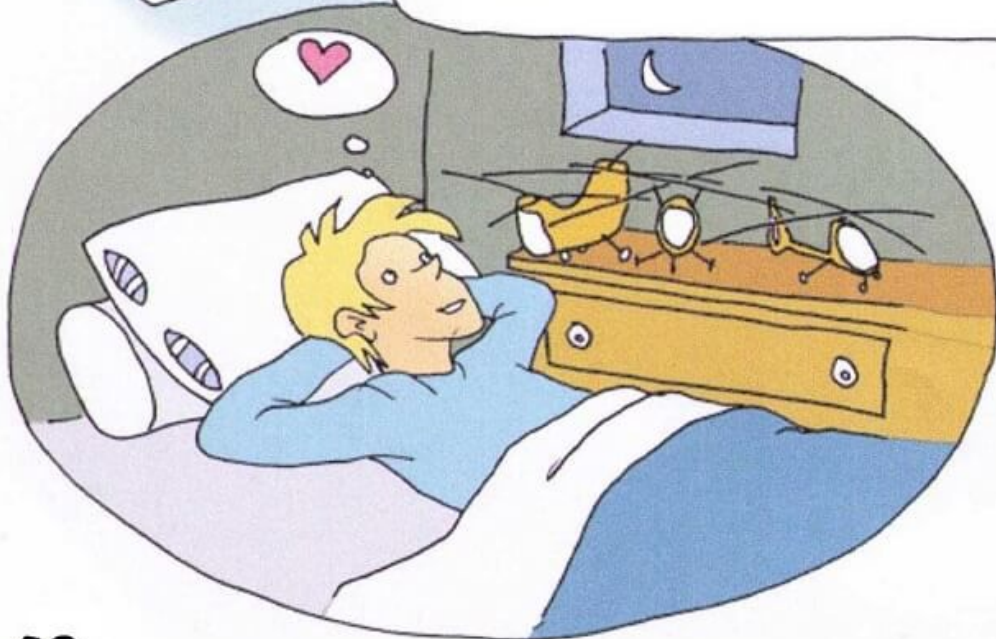
"بانغلوس"، هذا الرَّجل يغرق في الأحلام والخيال في بعض الأحيان.



قصة كهذه لا تتحقق إلا في الحكايات الخرافية. وإلا علينا أن نومن ببابا نويل.



أمير يطيرُ في بساط طائر! هذا يخالف قوانين الفيزياء!!

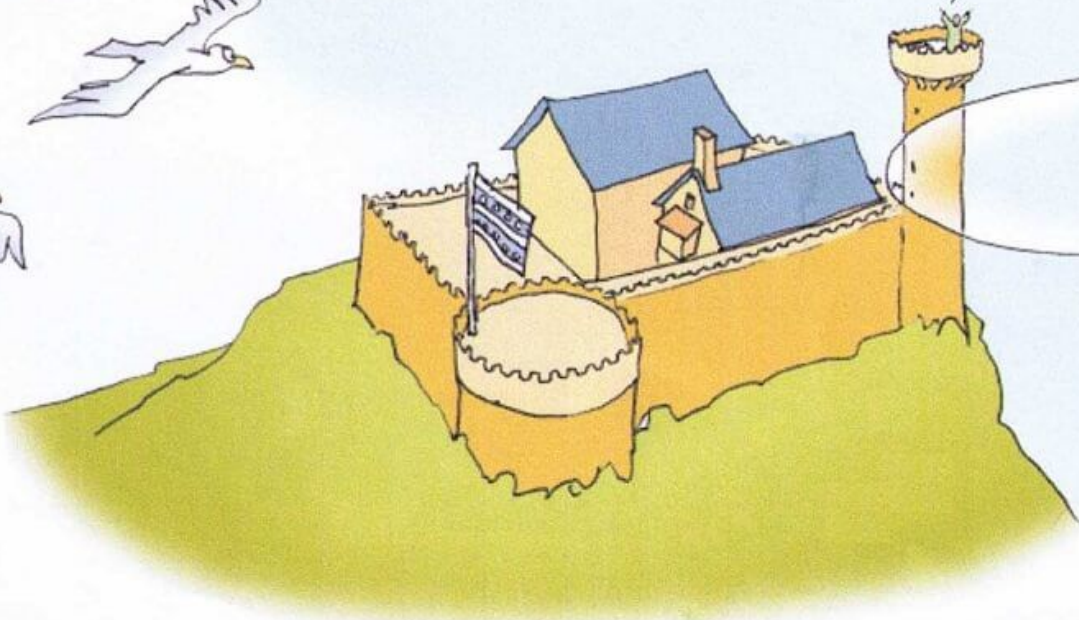
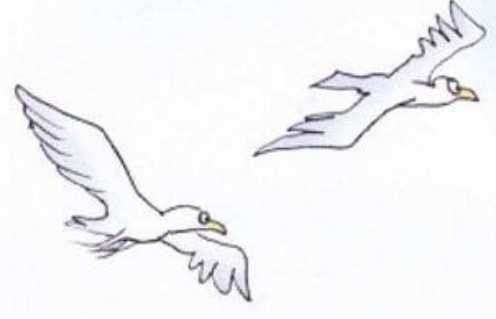




عند الظهيرة، هذا ما قاله "بانغلوس".  
لقد بدأت الساعة تدق. علي أن أصعد  
إلى سطح البرج.



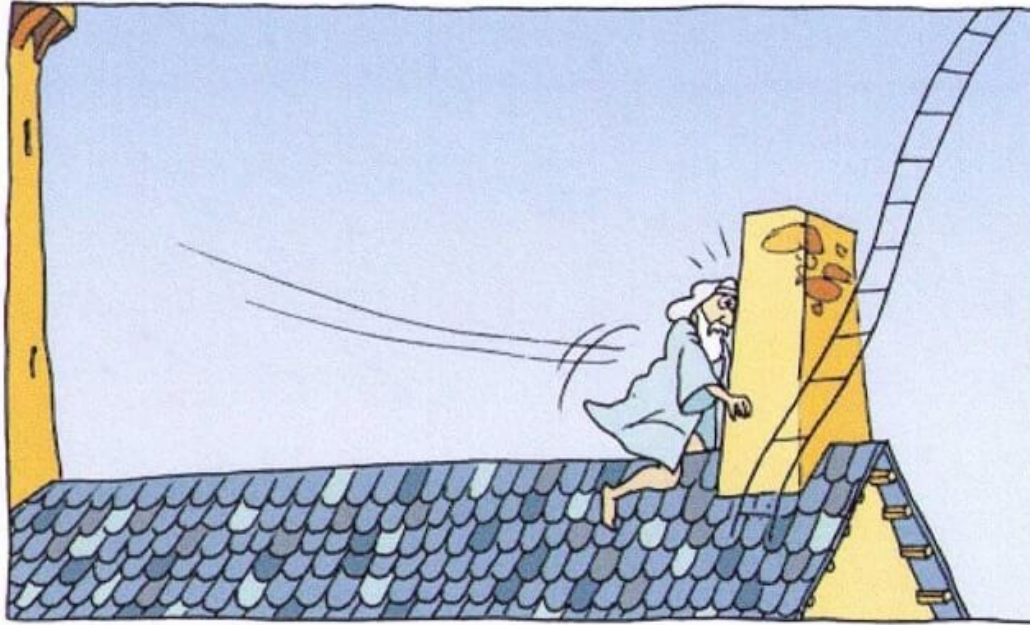
الانطلاق بعد خمس  
دقائق. بإمكانك بدأ عملية  
تسخين المحرك.



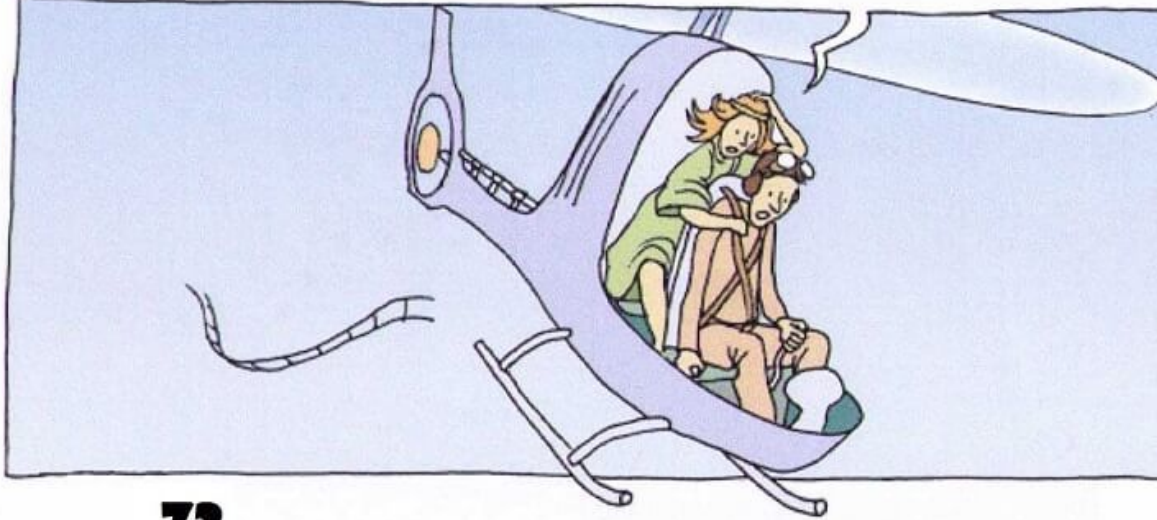
هاهي ذي !







يال الهول! هناك مشكل في المحرك. علي أن أحافظ على نظام سرعة الدوار  
و دوراتي و سرعتي بأي ثمن. علي أن أجعل السعة العامة عند ادني حد ممكن.



أصبح الآن التدفق معكوس. منحاه من الأسفل نحو الأعلى.  
لقد أصبحنا في نظام دوران تلقائي. وتحولت طائرتي العمودية  
إلى "أوتوجيرو". الجزء المحرك، الذي يدور تلقائياً، يجر الباقي.

ماذا! الطائرة العمودية تستطيع التحليق بشكل حر.

أنا لا أصدق هذا!

رغم هذا نحن نهبط بوتيرة سريعة جداً: 10 أمتار في الثانية.  
هذا لا يصل إلى سرعة سقوط الحجر ولكننا لسنا بعيدين عن ذلك.



10 أمتار  
في الثانية.



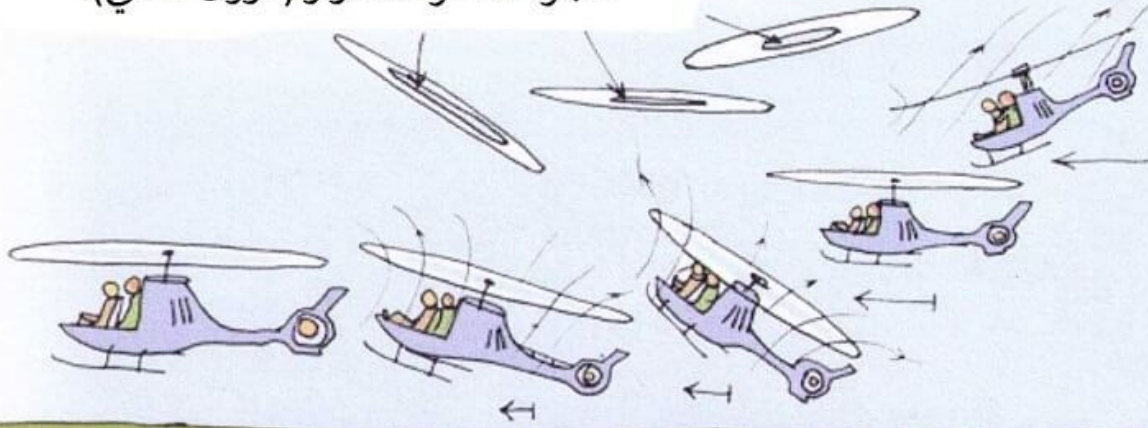
اصطدام ب 5  
أمتار في الثانية

في نظام دوران ذاتي، تطير الطائرة العمودية بسرعة 100 كيلومتر  
في الساعة وهو ما يعادل نعومة طيران قدرها 3.  
في حالة الدوران التلقائي العمودي، تكون سرعة السقوط 20 متر  
في الثانية وهي سرعة كافية لقتل جميع الركاب في حالة الاصطدام.

من أجل التوضيح: يستطيع الإنسان أن يتحمل اصطداماً  
بسرعة 5 أمتار في الثانية، وهو ما يوازي القفز من على الطاولة.  
اصطدام ب 10 أمتار في الثانية يعادل القفز من علو 5 أمتار.

الإدارة

الجزء المحرك للدوار (دوران تلقائي).



# الشعلة

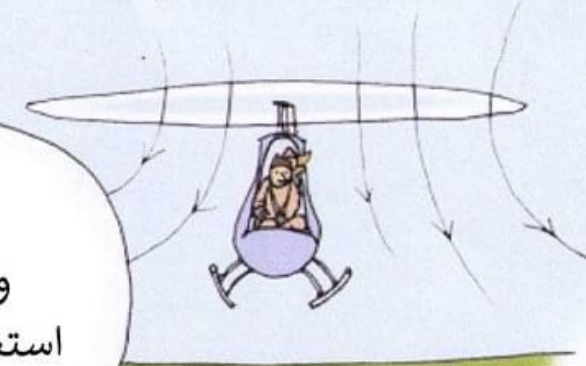
عليّ أن أرتجل حركة أخيرة.



على علو 10 أمتار، سحب "كونديد" ذراع التحكم بقوة محافظا على السعة العامة عند أدنى حد. تجمح الآلة (ترتفع مقدمتها قليلا)، وعندئذ تواجه الرياح النسبية الشفرات بزاوية هبوب أكبر، وهو ما يزيد من الجزء المحرك للدوار، الذي يدور تلقائيا. وهكذا يحول الطاقة الحركية للانتقال (\*) إلى طاقة للدوران. وبعد ذلك دفع ذراع التحكم.

(\*) الطاقة الحركية للانتقال =  $2/1 \times \text{كتلة} \times (\text{مربع السرعة})$

هنا سيسحب ذراع السعة العامة. سوف ينعكس منحى تدفق الهواء. وسيتحول الدوار من "الأوتوجيرو" إلى طائرة استغلال تأثير الأرض، سيستخدم الطاقة عمودية. المخزنة في الدوار. (\*\*)



إن جلالته مهتم جدا بمناورتك  
على صقرك الطائر هذا.

صقرا! أي صقرا؟

يا سيدي...

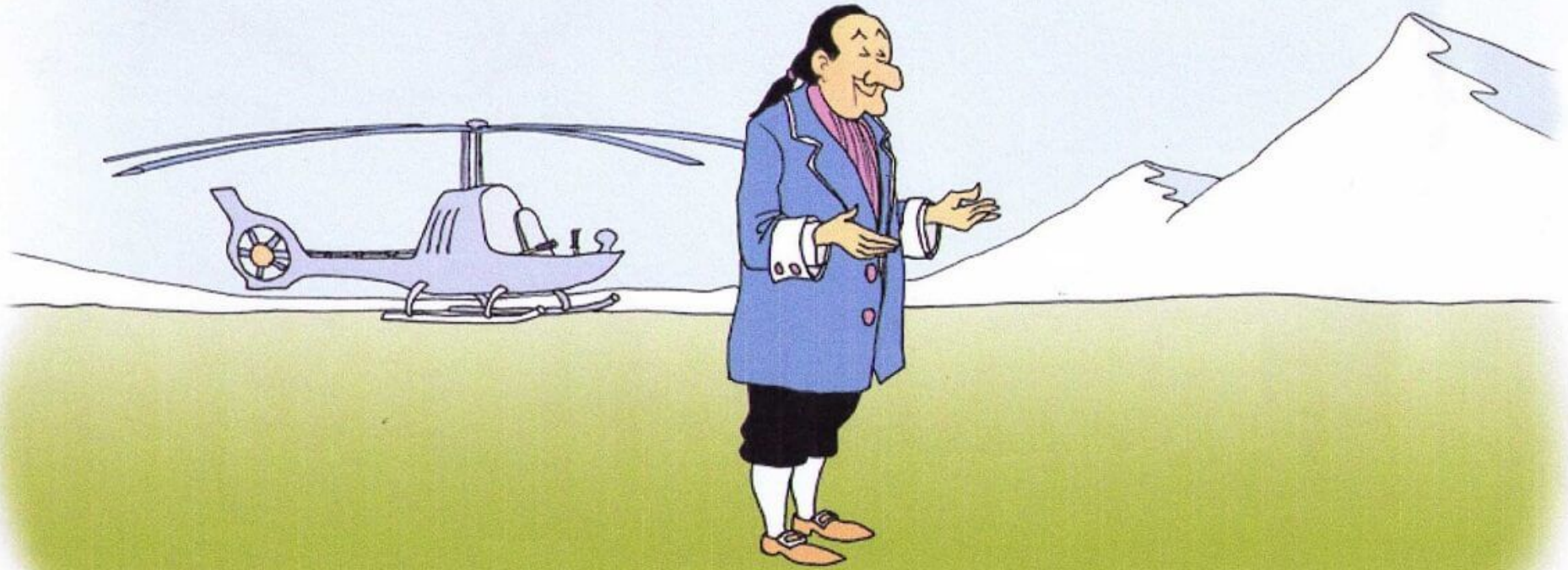
آه، لقد وجدتك أخيرا أيها المغرور السفيه!  
ستنهي بقية حياتك في سجوني.

عذرا يا سيدي، لم أتعرف عليك.  
هذا الفتى يريد الزواج من ابنتي. ولكنه ليس  
نبيلا بما فيه الكفاية ليطلب يدها.

ما كل هذا الضجيج؟



هل فهمت الآن يا عزيزي "كونديد"، فالكل يسير نحو الأفضل في أفضل العوامل الممكنة.  
فلو لم يطرده البارون من القصر بركة على قفاك، لم تكن لتخترع الطائرة لمروحية.



شكر خاص للسيد "باسكال شريتان" لمشوراته الفنية القيمة.