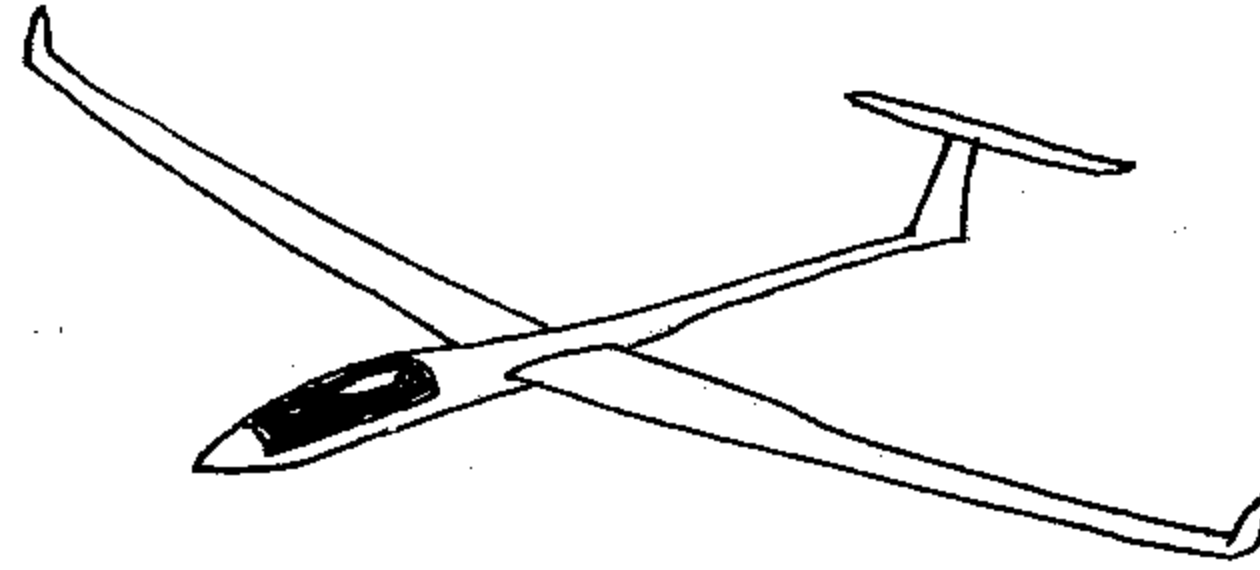
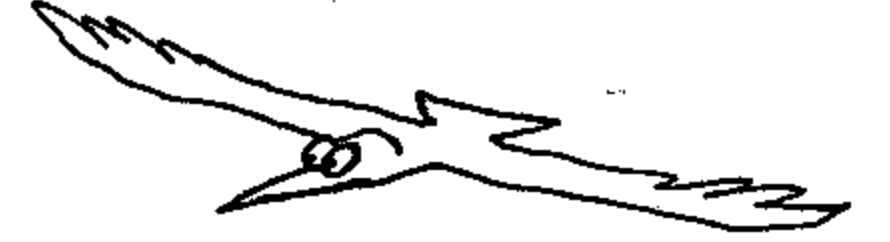


ما الذي يعنونه بالضبط بالمضخات؟



# ميكانيكا الطيران

تأليف: جين بيير بوتري

ترجمة: القضاوي محمد

# 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

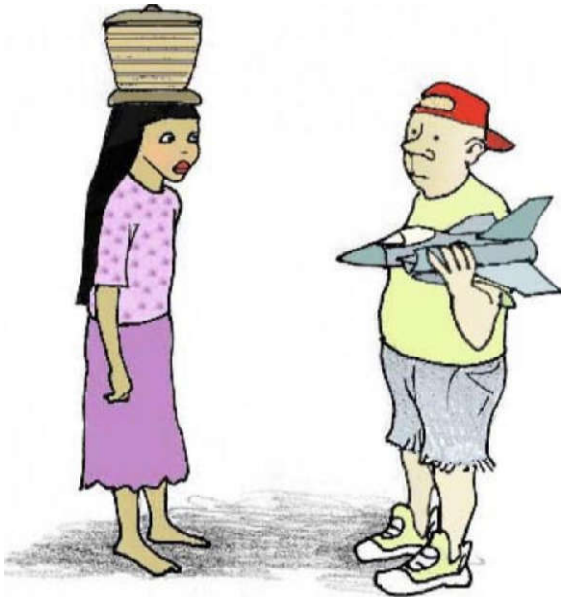


Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

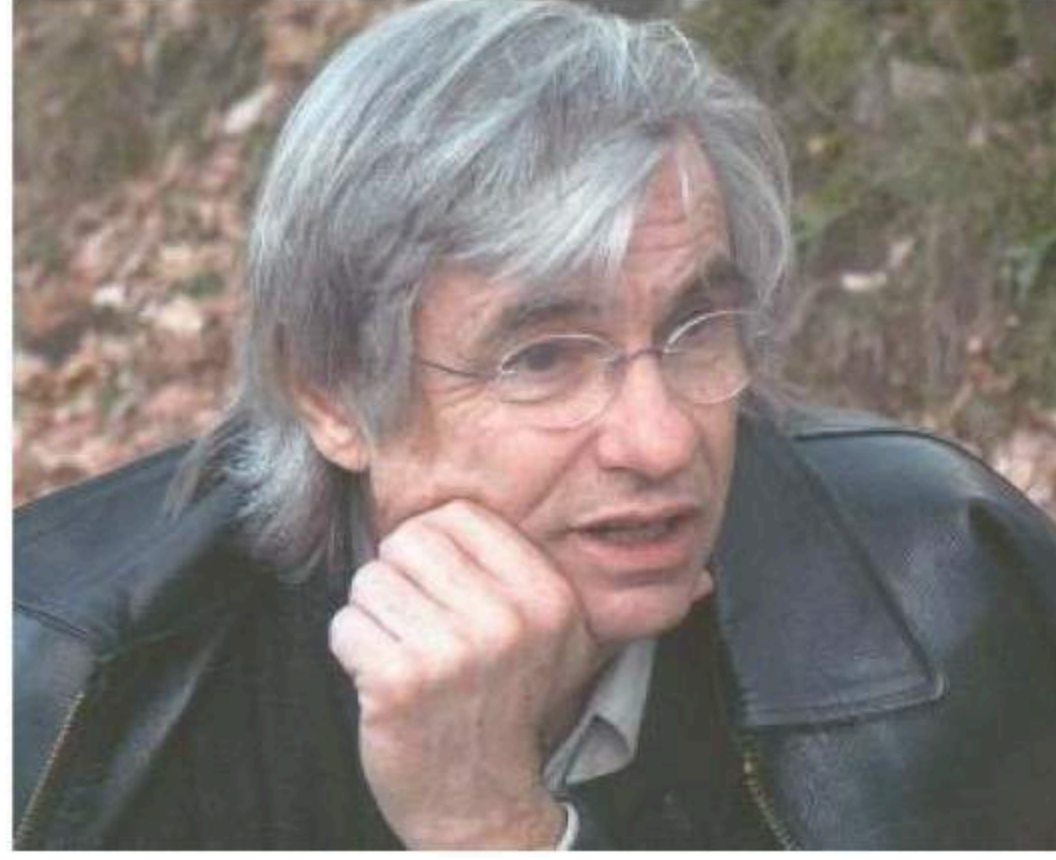
بالمال التبرع تم. تماما تطوعية الجمعية  
للمترجمين بالكامل

زر استخدم ، تبرع لتقديم  
الرئيسية الصفحة في PayPal



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



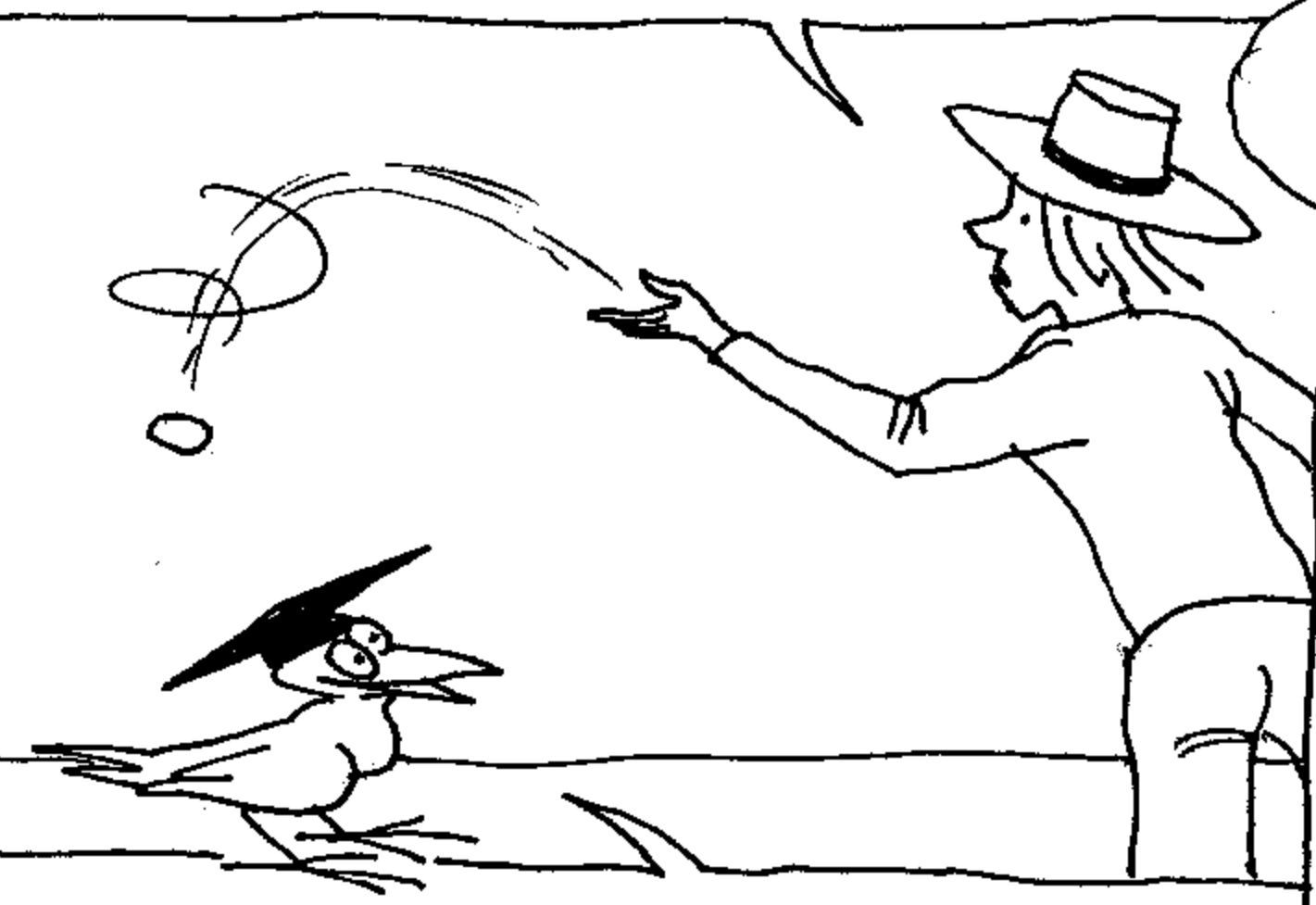


المؤلف: "جين بيير بوتى"، عالم الفيزياء الفلكية  
والمدير السابق للمركز الوطني للبحث العلمي (1)،  
ورئيس جمعية "معرفة بلا حدود" (2)، مبتكر نوع  
جديد من الرسوم المصورة، ذات التوجه العلمي.

(1) Centre national de la recherche scientifique  
(2) [www.savoir-sans-frontieres.com](http://www.savoir-sans-frontieres.com)

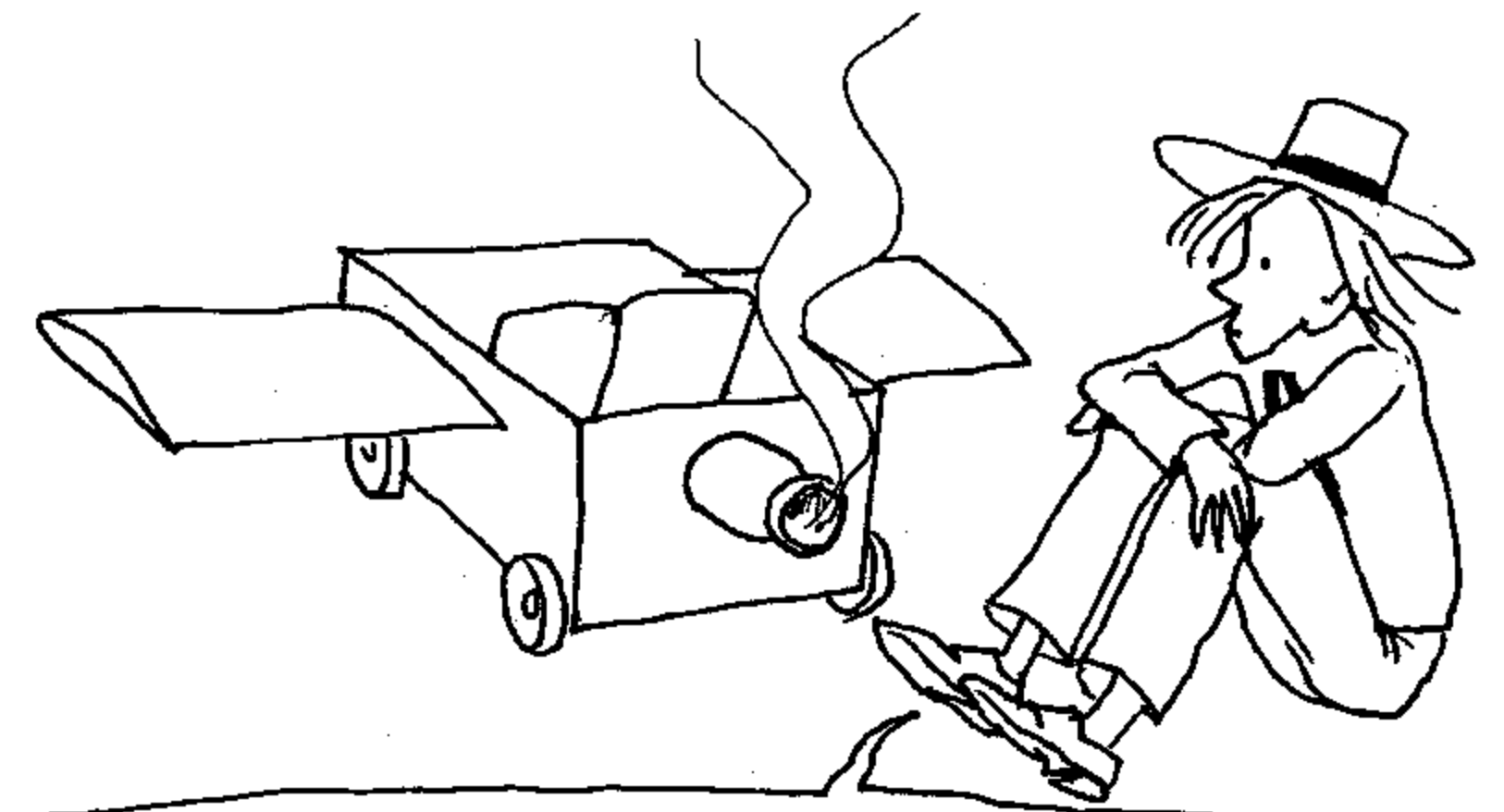
# كهربان شرعري

قوة الجاذبية؟ ولكنها ليست قوة دافعة؟ عندما أرمي هذا الحجر فهو يسقط مباشرة، هذا كل ما في الأمر. لا يمكننا أن نسمي هذا طيرانا.



ليس من الضروري أن تسقط مباشرة كالحجر. في امكانك أن تحلق وتأخذ وقتا كافيا للهبوط.

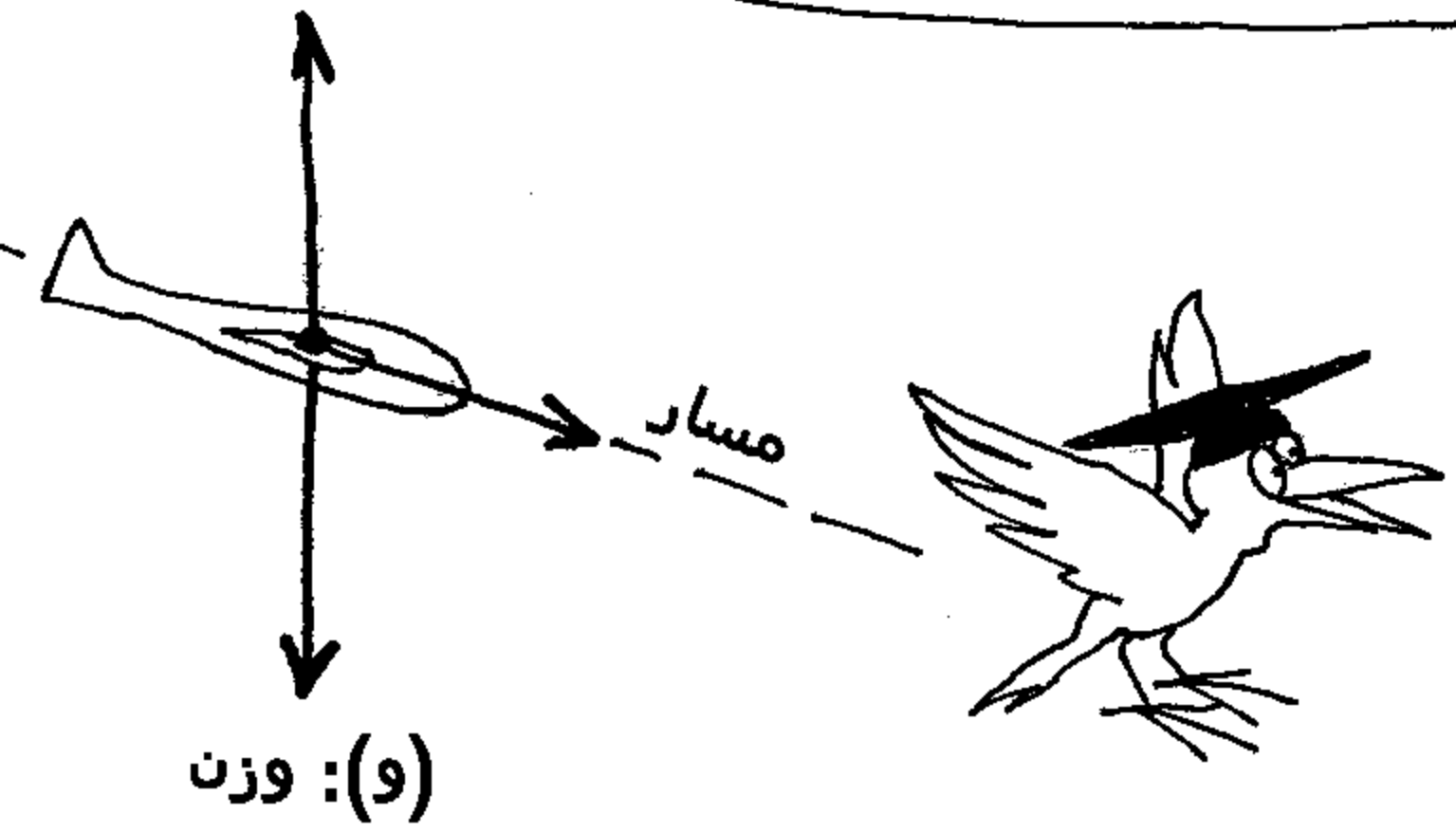
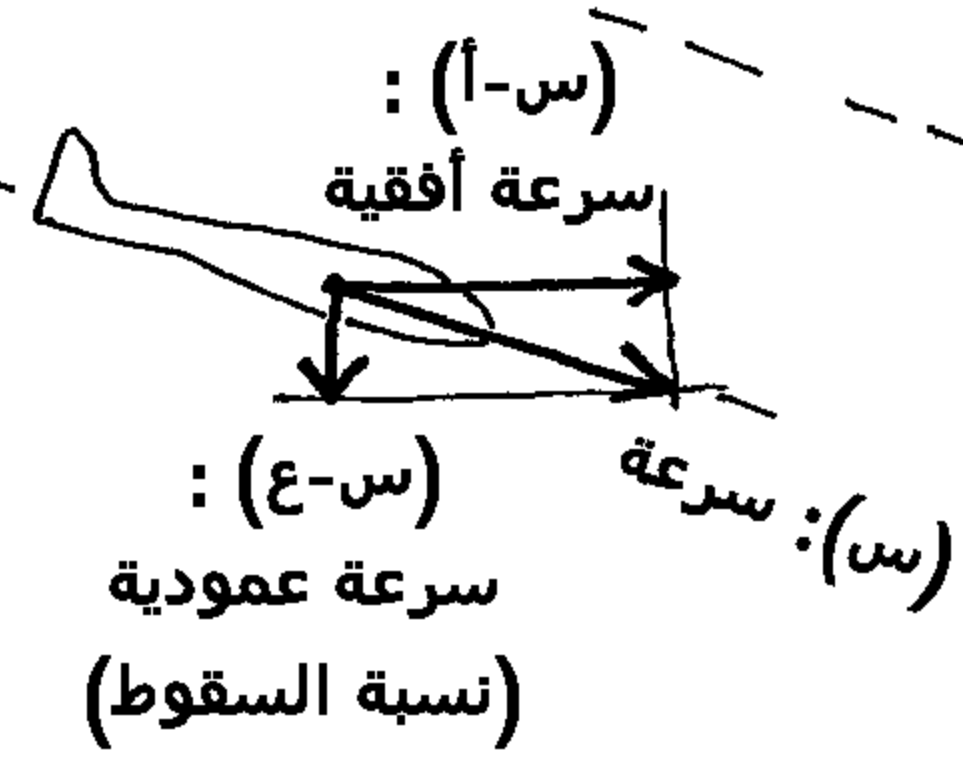
باستخدام  
قوة الجاذبية مثلا.



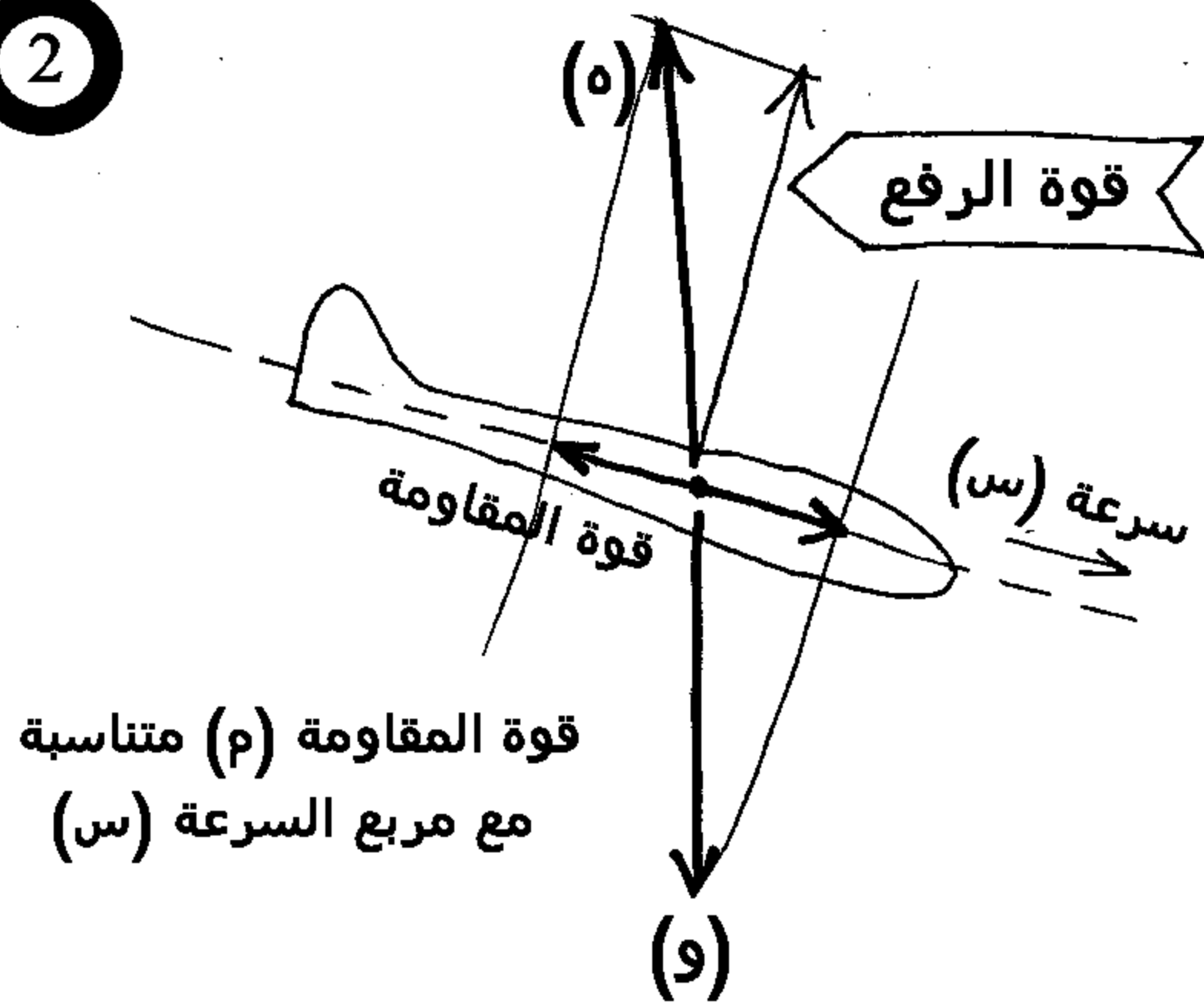
إن الدفع الصاروخي معقد جدا، فله سلبيات عديدة كالتلوث مثلا. و في انتظار أن أحصل على نظام دفع مناسب، كيف يمكنني أن اطير في الهواء؟

ماذا تعني بكلمة تحليق

(ه): قوة ديناميكية هوائية



بوسعنا ذلك باستخدام الأجنحة، فالتنقل بالسرعة (س) ينتج قوة ديناميكية هوائية (ه)، متناسبة مع مربع هذه السرعة.



حسب رسمك التصويري، فإن قوة الوزن (و) معاكسة تماما لمنحى القوة (ه)، هذا أمر إعجازي

تأمل جيدا هذا الرسم التصويري فهو يمثل "طيرانا مستقلا" من خلال زاوية انحدار ( ) و سرعة ثابتة (س). تصاحب حركة طائرتك المنزلة "قوة مقاومة" توازن المكون الدافع للوزن.

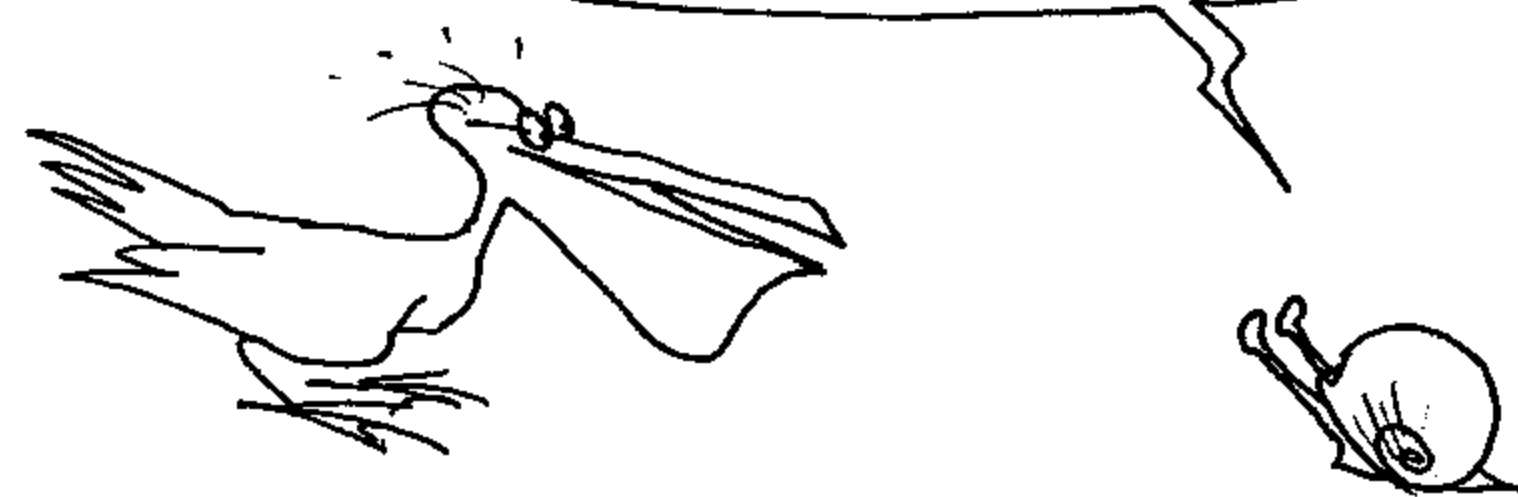


في النهاية، الوزن هو المسؤول عن الحركة. هذه معجزة!

أعلم أنك لم تمارس يوما رياضة التزحلق على الثلج يا تيريسياس، و لكن الأمر مشابه تماما. فإسقاط متجه وزن المتزحلق على المنحدر هو ما يسمح له بالتقدم للأمام. فعند النزول المتوازن للمتزحلق و بسرعة ثابتة، يتم موازنة قوة الدفع هذه بقوة احتكاك الزحافات على الثلج، والتي تزداد مع السرعة.

قوة المقاومة  
الناتجة أن الإحتكاك

ولكنك لم تمارس رياضة الترحلق  
أيضا يا ليون!



أنظر يا سليم، سوف نصنع طائرة بسيطة للغاية بواسطة القليل من الورق  
و شريط لاصق و أعواد المعكرونة (سباغيتي) و ملقط غسيل.

... ثم حزمة خيوط.

لوازم الخامات.

عود المعكرونة

(سباغيتي)

شريط لاصق

زاوية المواجهة  
(أو زاوية الهجوم)

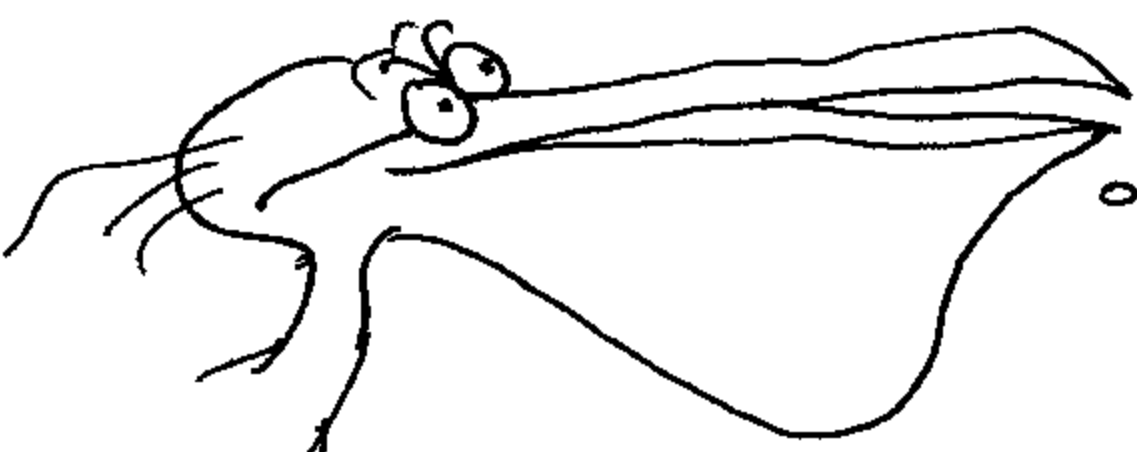
عقد ربط

النموذج مستو

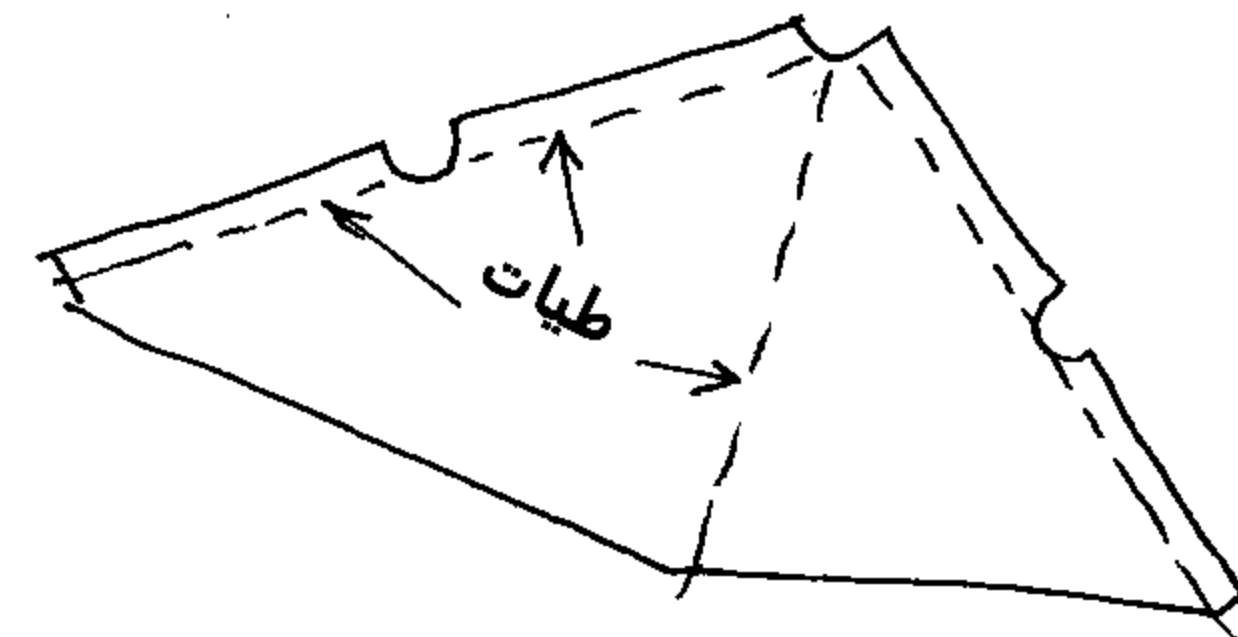
عارضة أفقية

عارضة

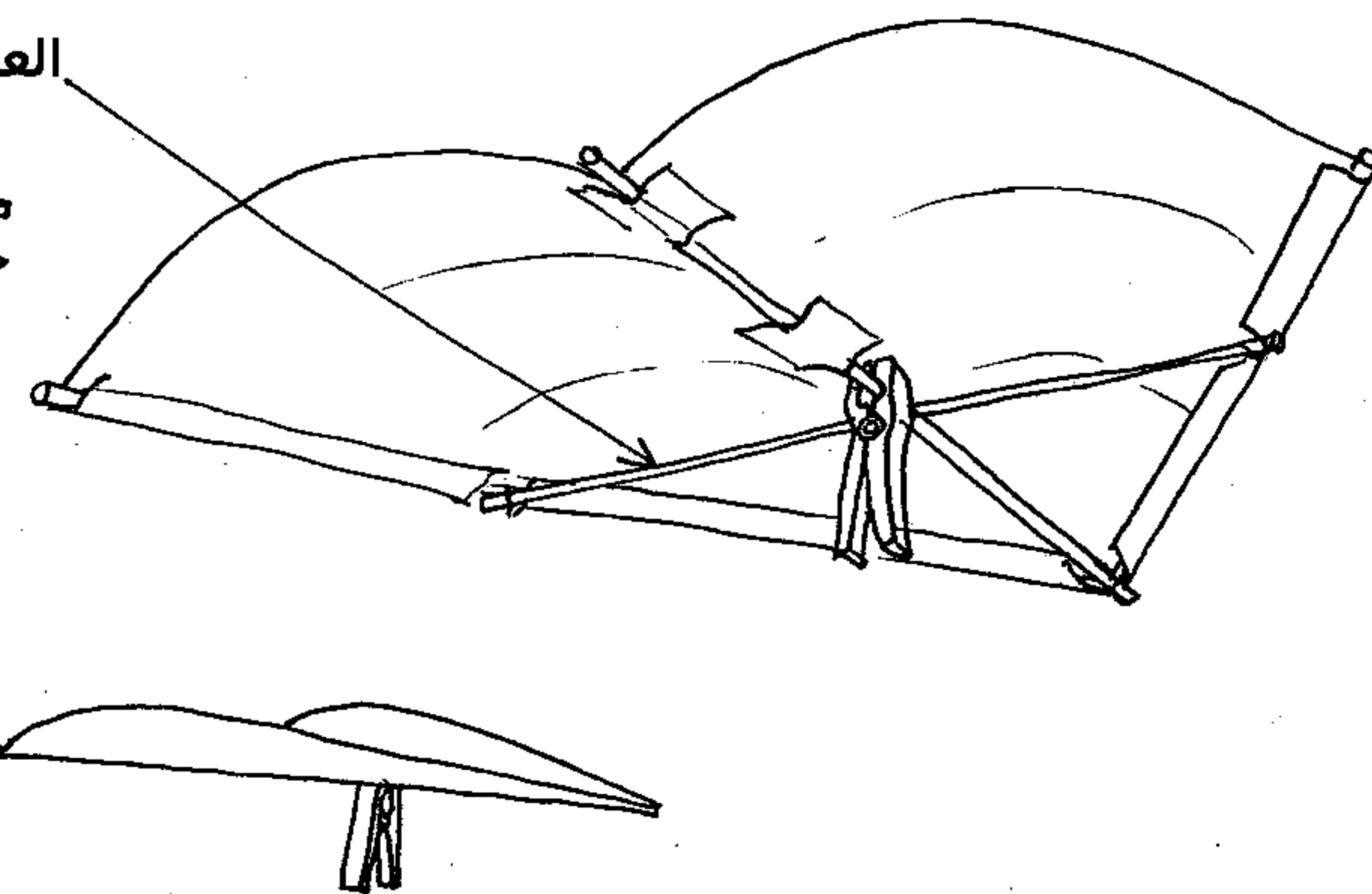
لقد صنعنا هذا الهيكل عن طريق لصق و عقد أعواد  
المعكرونة بأشرطة لاصقة و خيوط.



ورق  
شريط لاصق  
مقطع عود  
المعكرونة

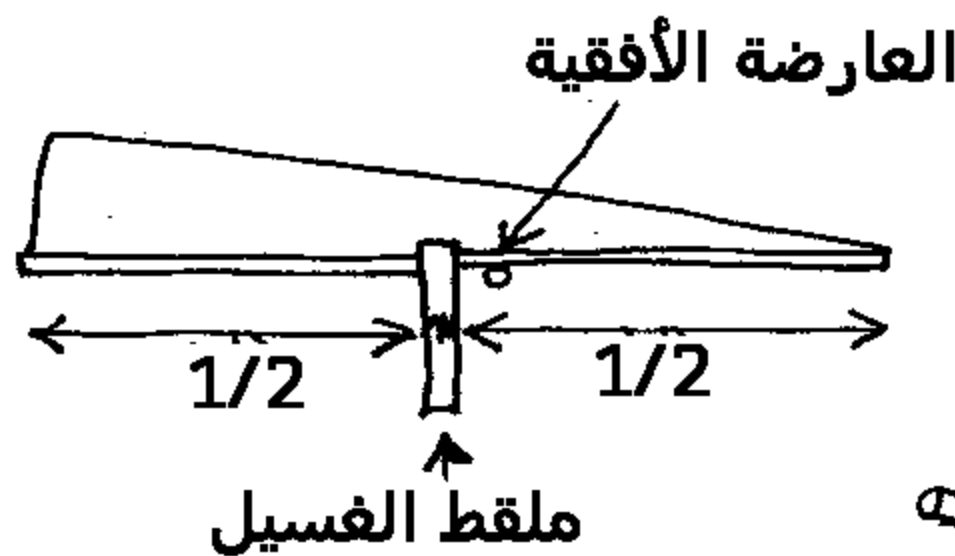


تركيب الشراع على الهيكل الأنبوبي



ورق  
شريط لاصق  
عارضة

إنها تطير!

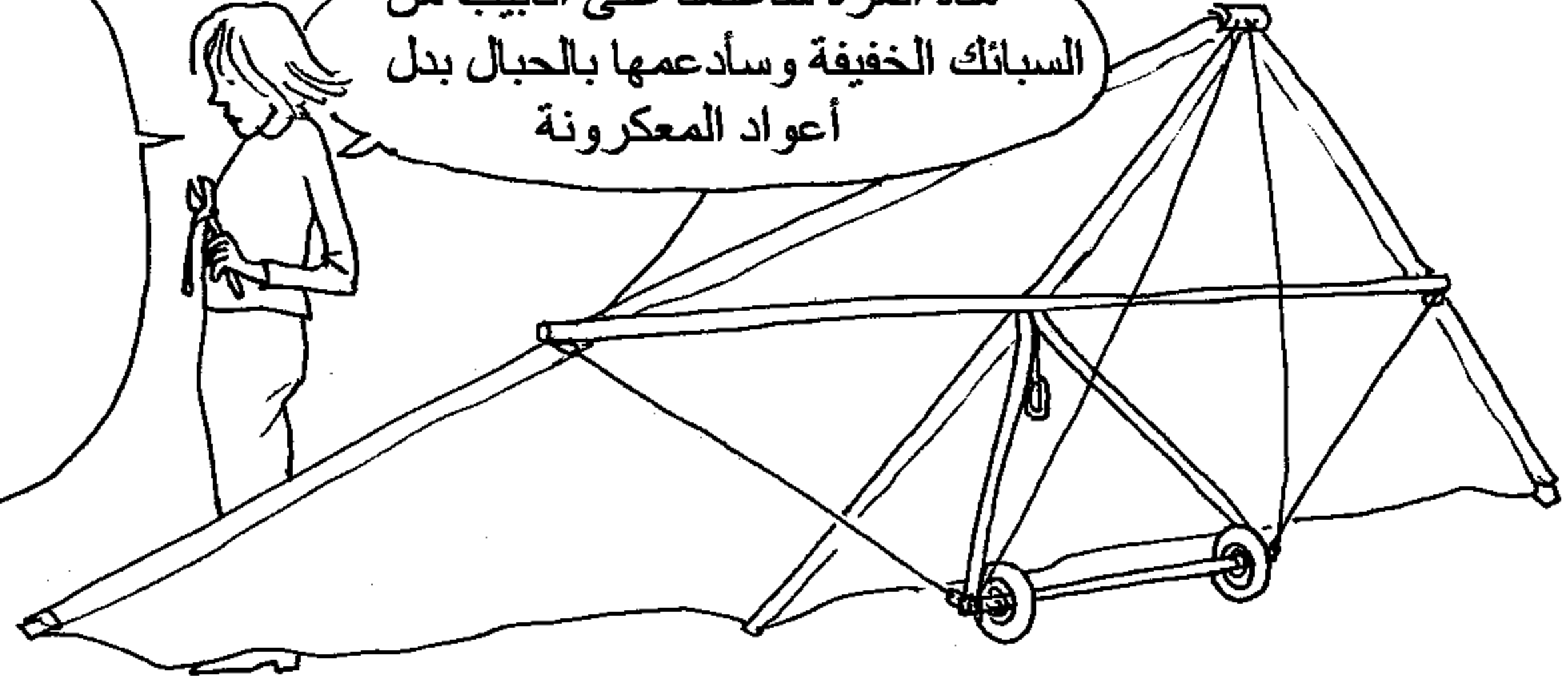


يمكنك ضبط التمرکز عن طريق تقديم  
أو تأخير مسقط الخسيل

# الحلقة الشراعية

ما دام هذا النموذج قادر على الطيران، فما علي إلا أن ألعب دور مقبض الغسيل. لقد صنعت هيكلًا أنبويًا به أرجوحة سأتحكم بها بيدي. بهذه الطريقة سأتمكن من نقل الثقل، أي وزني، في الإتجاه الذي أريده: الأمام أو الخلف أو اليسار أو اليمين.

هذه المرة سأعتمد على أنابيب من السبائك الخفيفة وسأدعمها بالحبال بدل أعواد المعكرونة



أليس من الأفضل أن تنتظر رأي .... صوفيا؟

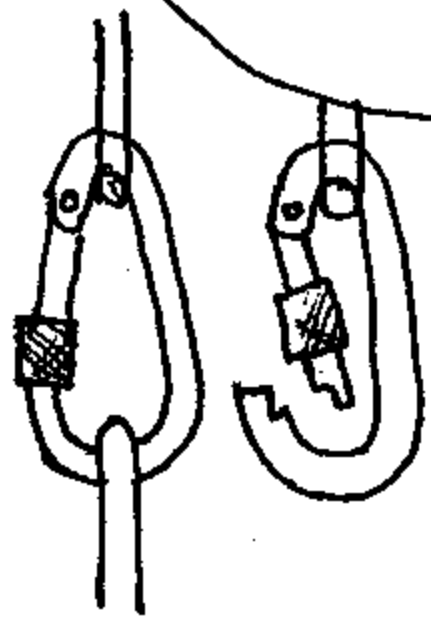
يا إلهي، إنه ينوي التعلق والتشبث بهذه الشيء الرهيب!

يال الفتى المسكين...





سأثبت بالعارضة عن طريق  
هذه الوصلة.



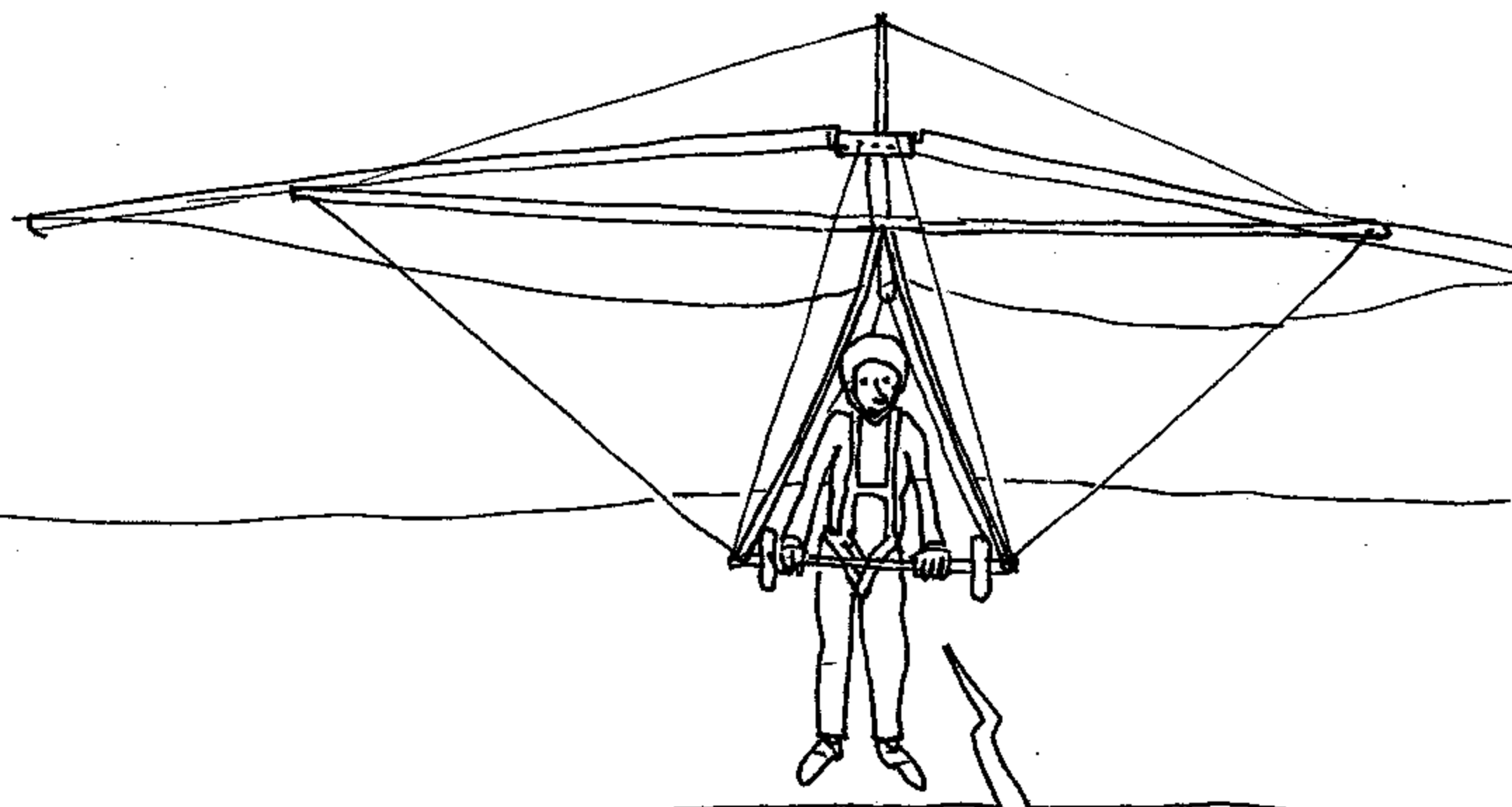
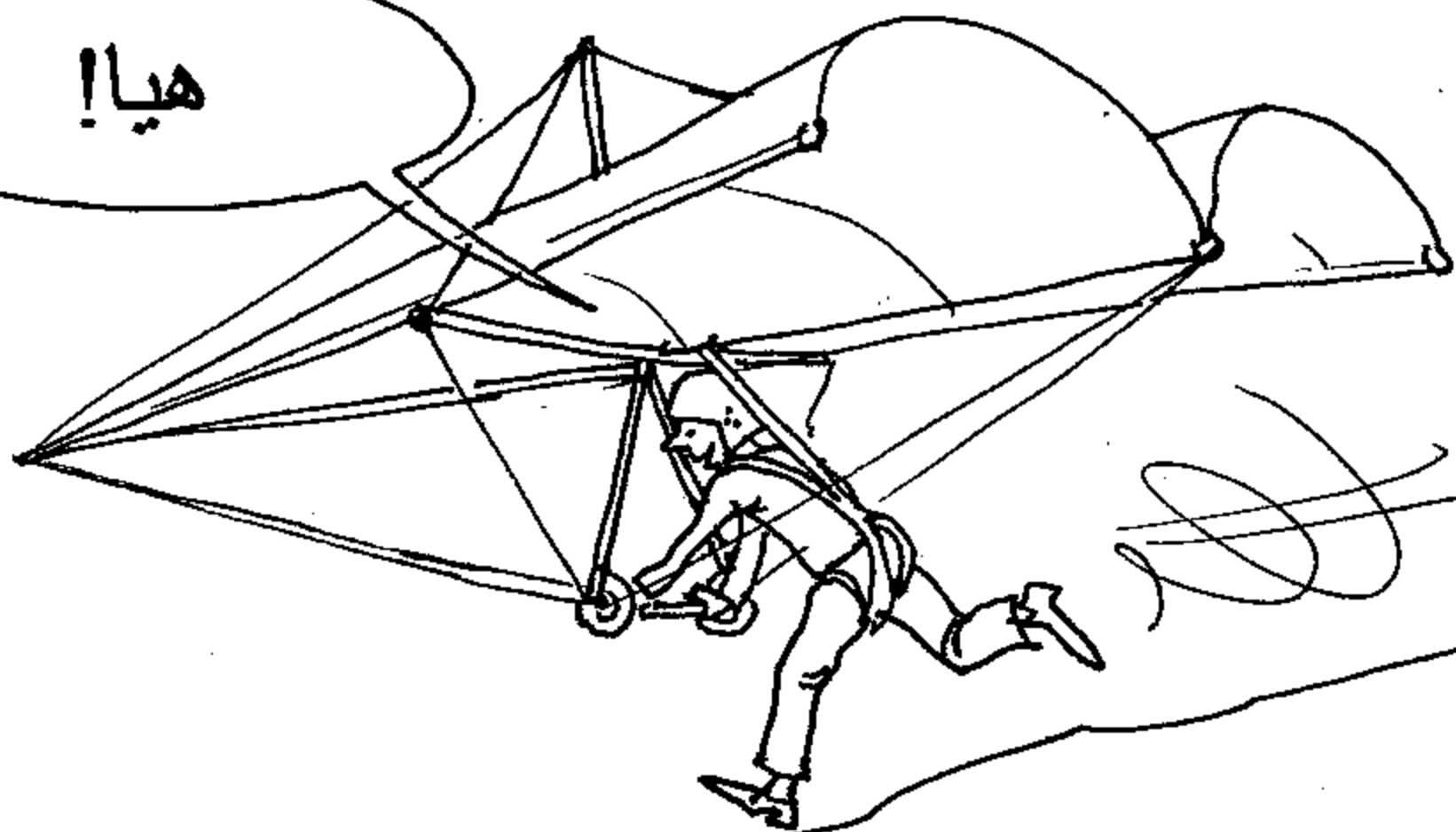
أين هو المشكل. أنا أحاكي فقط دور أعواد  
المعكرونة ومقبض  
الغسيل.

ولكن هذه المرة، أنا من  
سيلعب دور مقبض الغسيل.

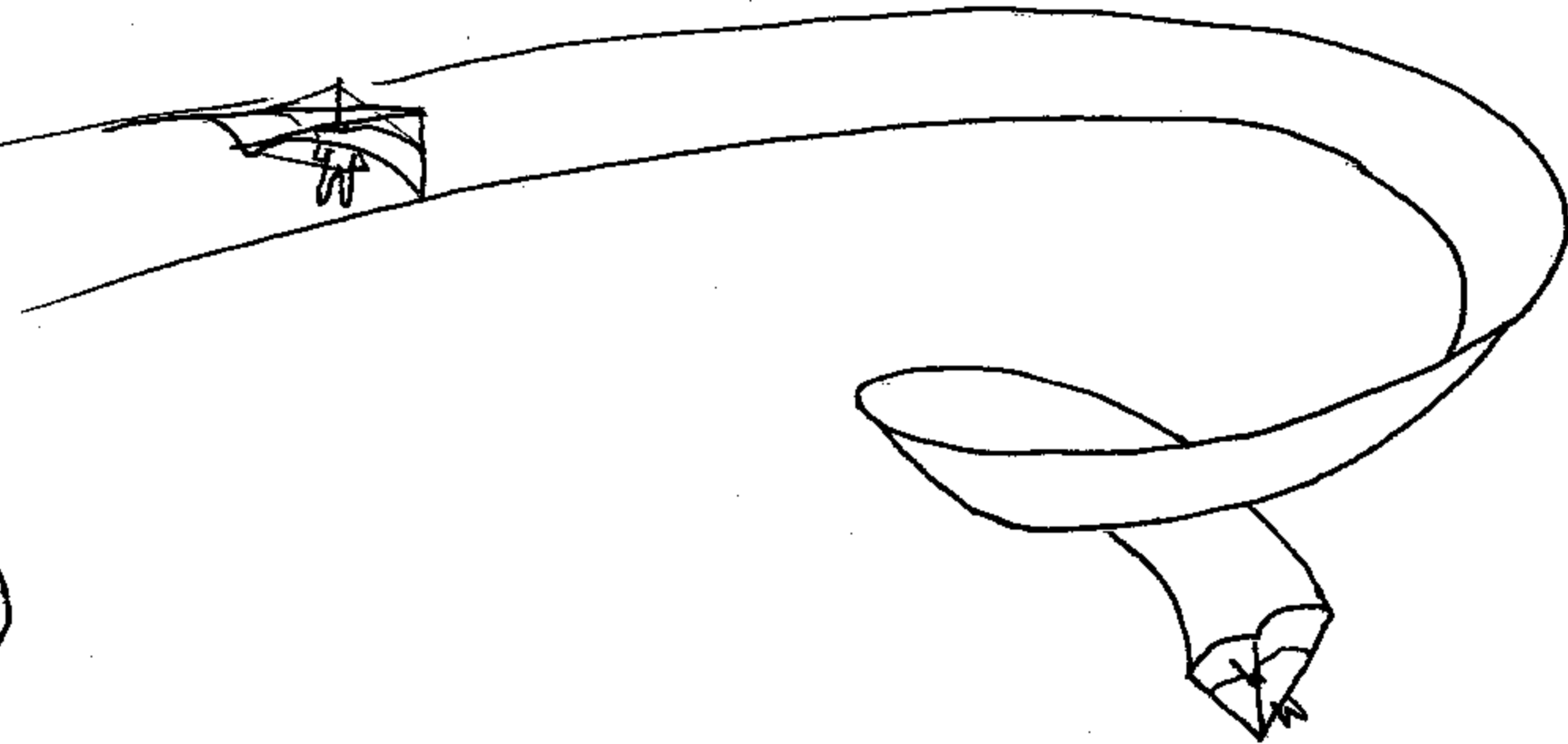
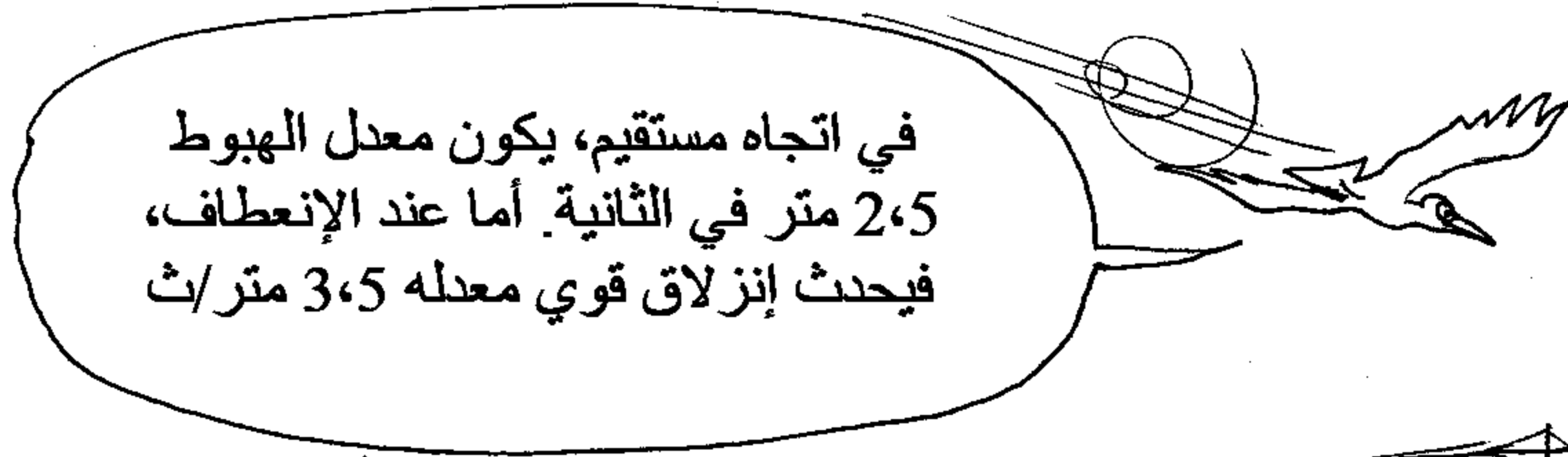
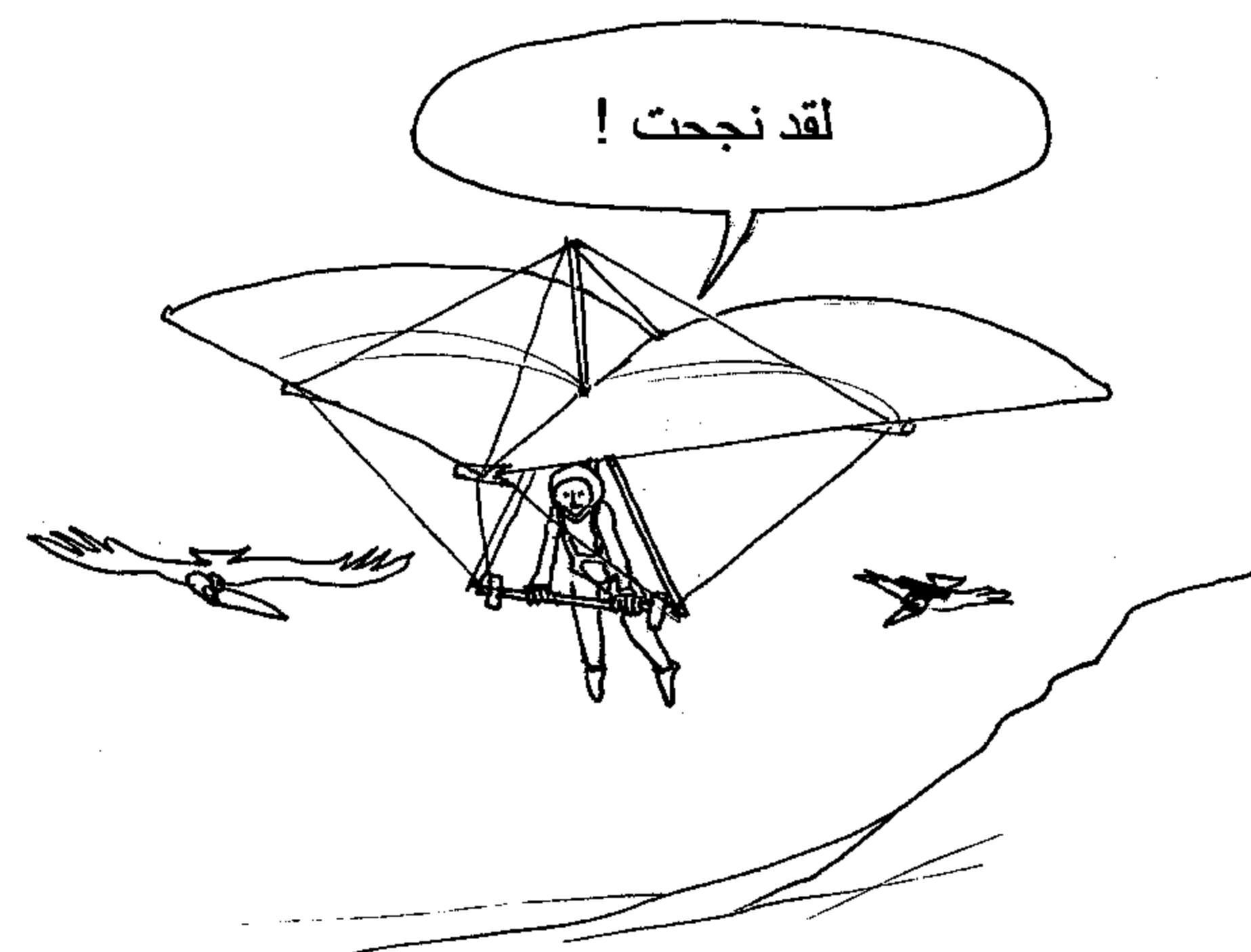
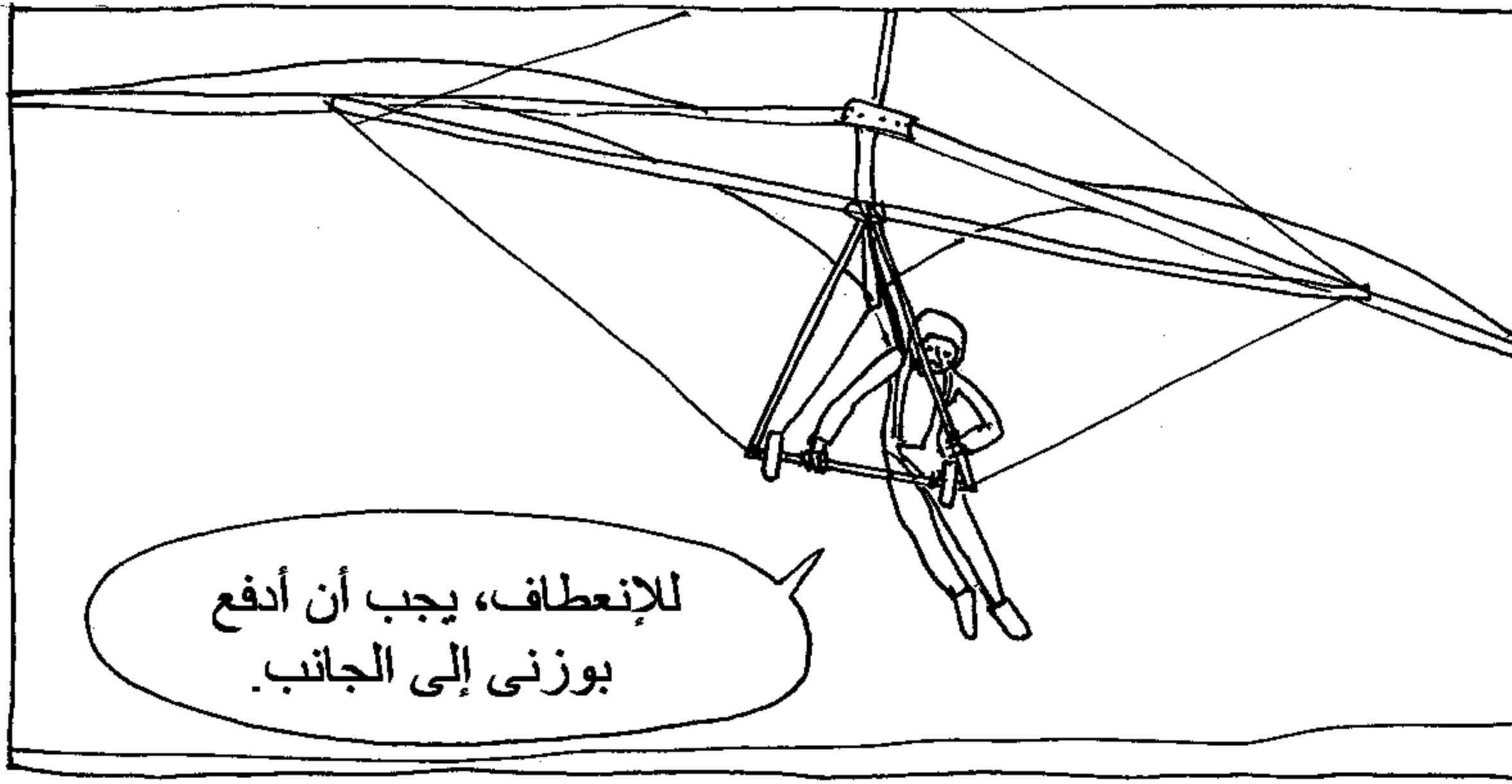


كما أن هذه العجلات ستساعدني  
عند عملية الهبوط.

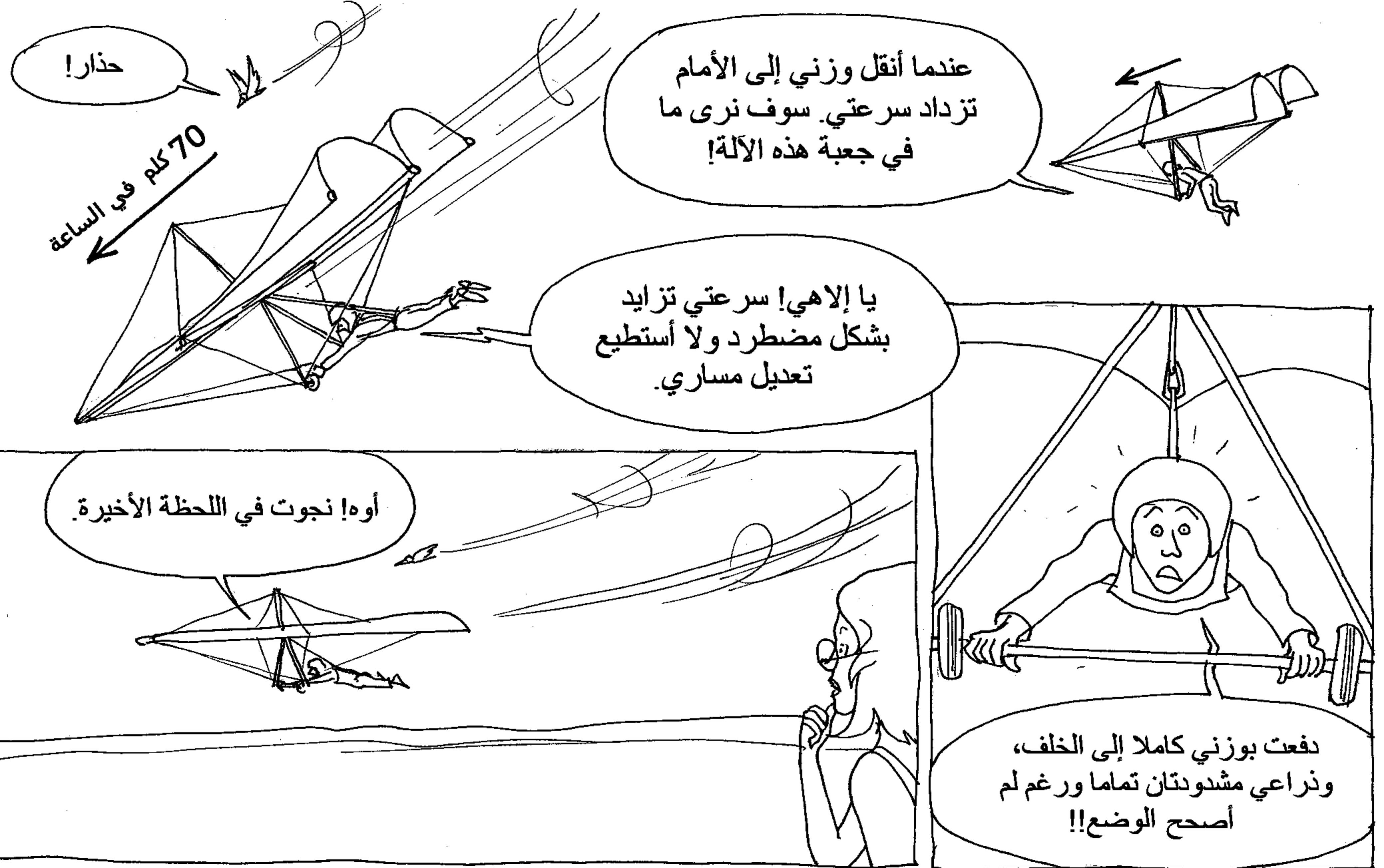
هيا!



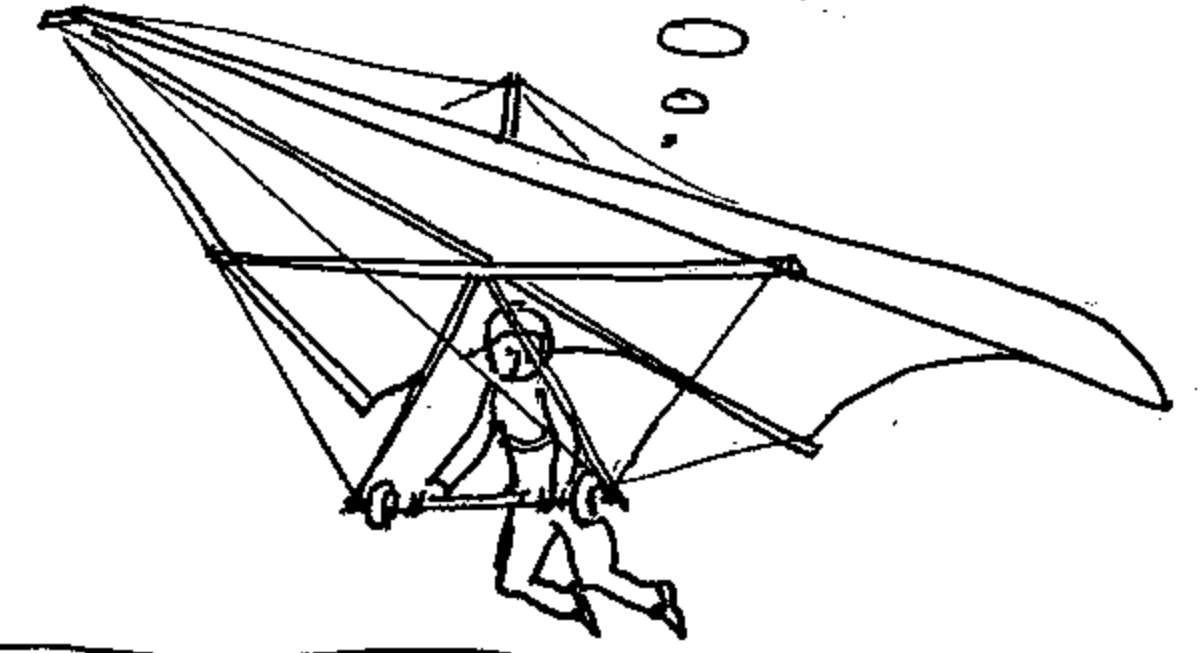
حسنا... يبدو أن هذا المنحدر مناسب جدا،  
ما على سوى الانطلاق...



# الإستقرار الخائبي



رفع مقدمة الدلتا الشراعية لتخفيض السرعة.



صوفيا، لماذا لم تنخفض  
سرعة الدلتا الشراعية؟!



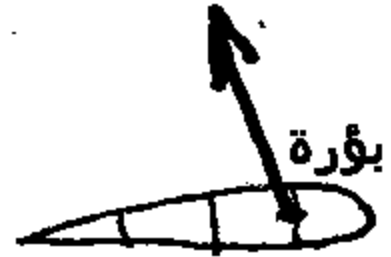
يميل الشارع إلى التأرجح نحو الأمام

لا تنس يا سليم الجزء الأول من هذا الألبوم: لا تنتج قوة الرفع إلا بنزعة الطائرة إلى صعود وهو ما يجب أن نوازن بطريقة أو بأخرى. في طائرك شراعية، أنت مربوط في منتصف العارضة. لكن القوة الناتجة عن القوى الديناميكية الهوائية تقع على بعد 40% (\*). إذن فإن وزنك، في الخلف، هو ما يمنع طائرك من الصعود.

يا إلهي، للوهلة اعتقدت أنني لن أنجو.

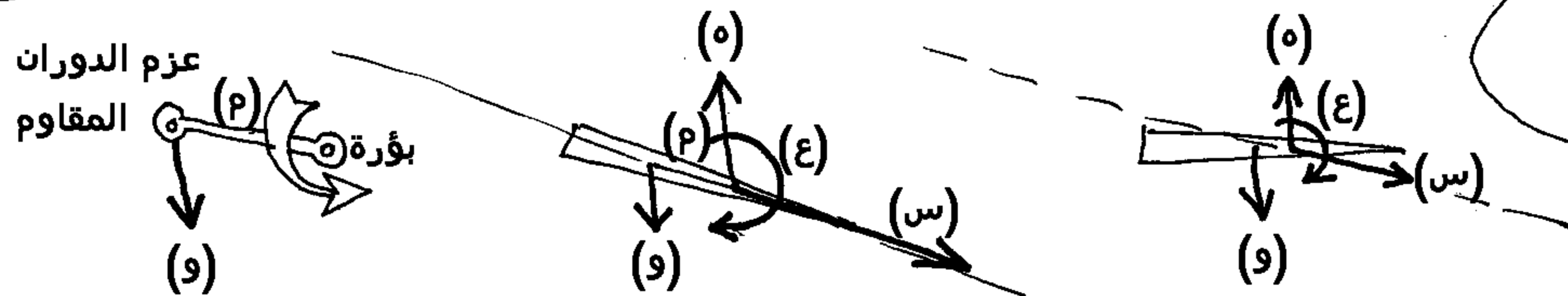
نقل الوزن (و) نحو الخلف  
يخلق عزمًا عكسيًا يعارض  
عزم الدوران ذو الأصل  
الديناميكي الهوائي

(و)



بؤرة

(\* في حالة الجناح المستقيم، تطبق القوة الديناميكية الهوائية (و) عند مسافة تقدر ب 25% من جانب النجاح.



لماذا لم تنخفض سرعة طائرتي الشراعية؟

فكر مليا يا سليم، عزم الدوران لوزنك هو:  $(W) \times (M)$ . هذا العزم يوازن عزم السحب (سحب) الذي يشكل مجموعه بمعية العناصر الديناميكية الهوائية الأخرى، قوة الرفع وقوة الجر، القوة الديناميكية الهوائية  $(L)$  (\*) و التي تطبق على بؤرة الجناح و تتناسب مع مربع السرعة  $(V)$ . عندما تزيد سرعة الدلتا الشراعية الخاصة بك، فأنت تمنح عزم السحب، وهو يتناسب أيضا مع مربع السرعة، سرعة لا يمكنك أن تكبحها (\*\*). أبدا بعزم الجموح  $(W) \times (M)$  (مسافة)

كاد سليم أن يخرج من مجال الطيران، عندئذ كان سيفقد السيطرة على شراعه.

هذا رهيب! ولكن ما هو الحل؟

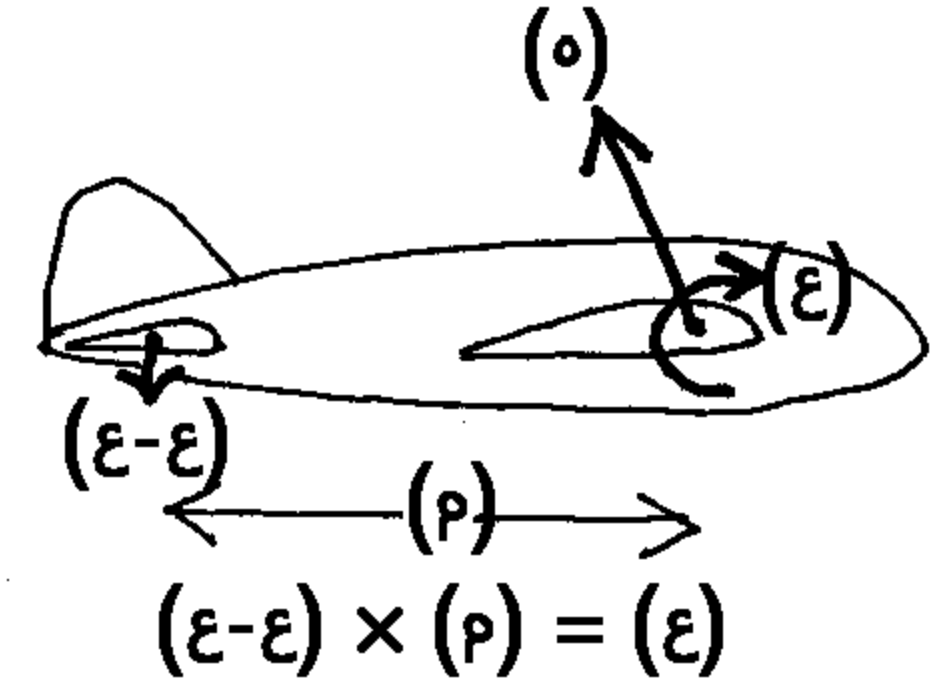
(\*) تسمى مجموع القوى الديناميكية الهوائية!

(\*\*) تسبب الجهل بهذه الظاهرة في حوادث جوية قاتلة في سنوات السبعينيات.

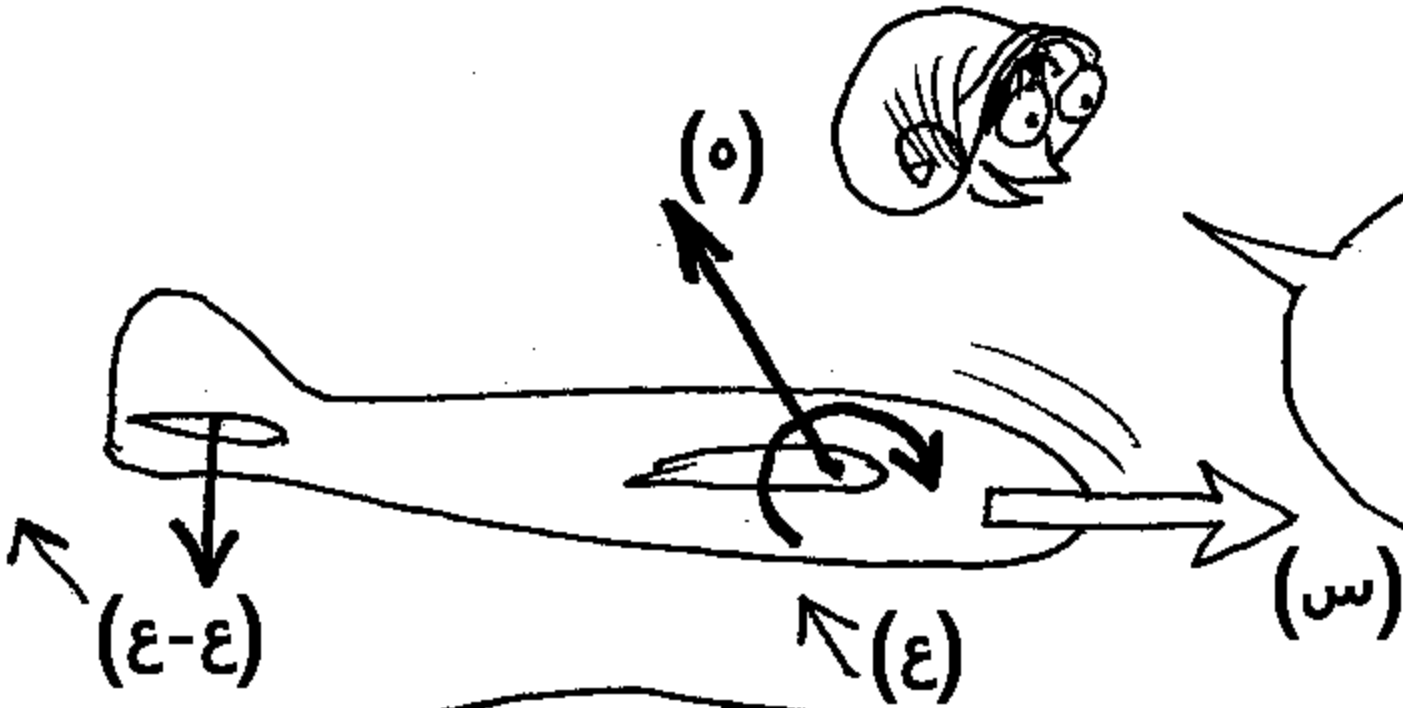


لأي مشكل في ديناميكا الهواء يجب أن نجد حلا ديناميكيا هوائيا.  
هذا ما حاولت صوفيا أن تشرحه لسليم بمصطلح مجموعة الذيل  
في الجزء الأول من هذا الألبوم

مجموعة ذيل أفقية، ذات قوة دفع سلبية صغيرة نسبيا، توازن بسهولة كبيرة  
عزم السحب للجناح، وذلك راجع لطول الكبير لجسم الطائرة.

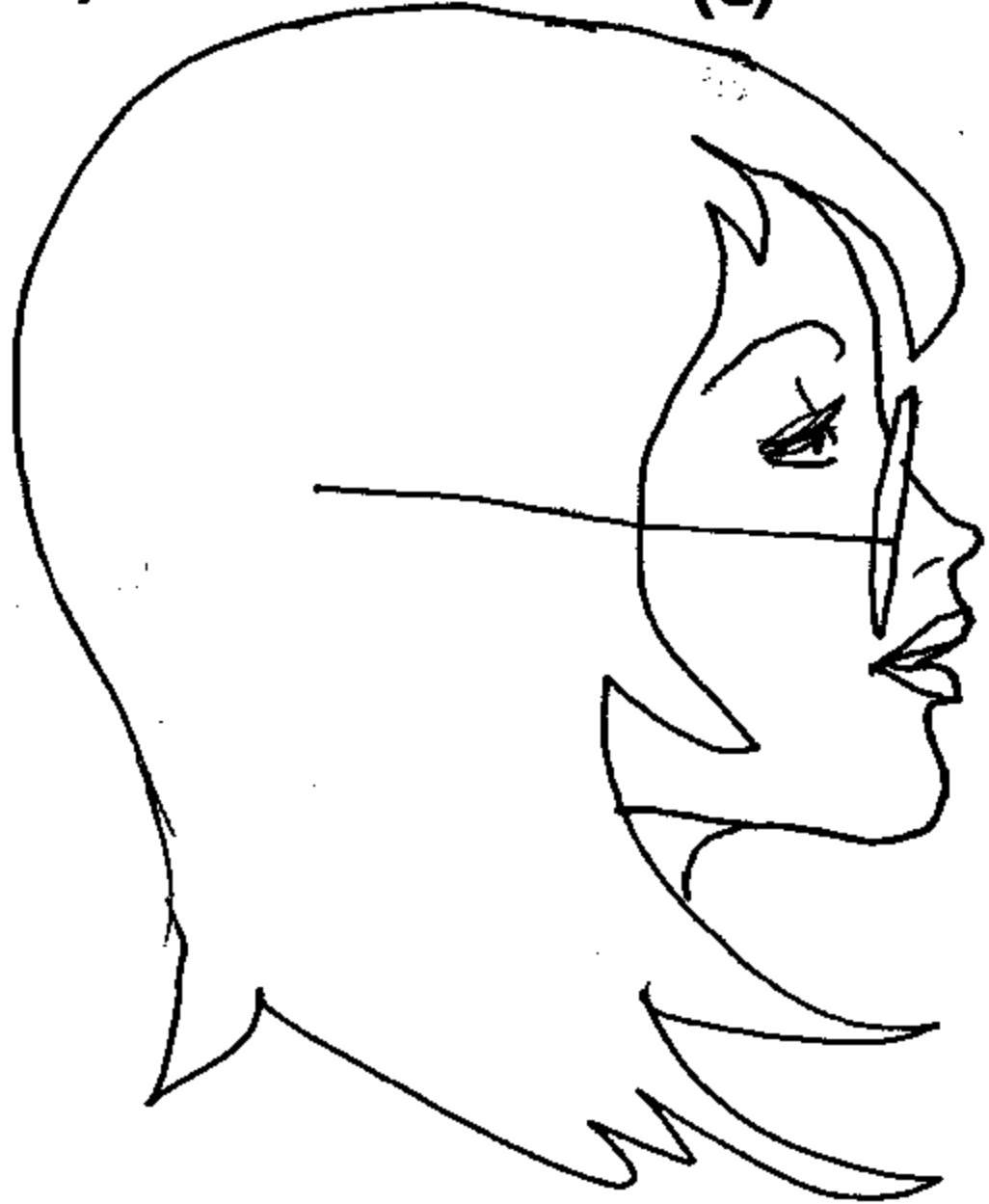
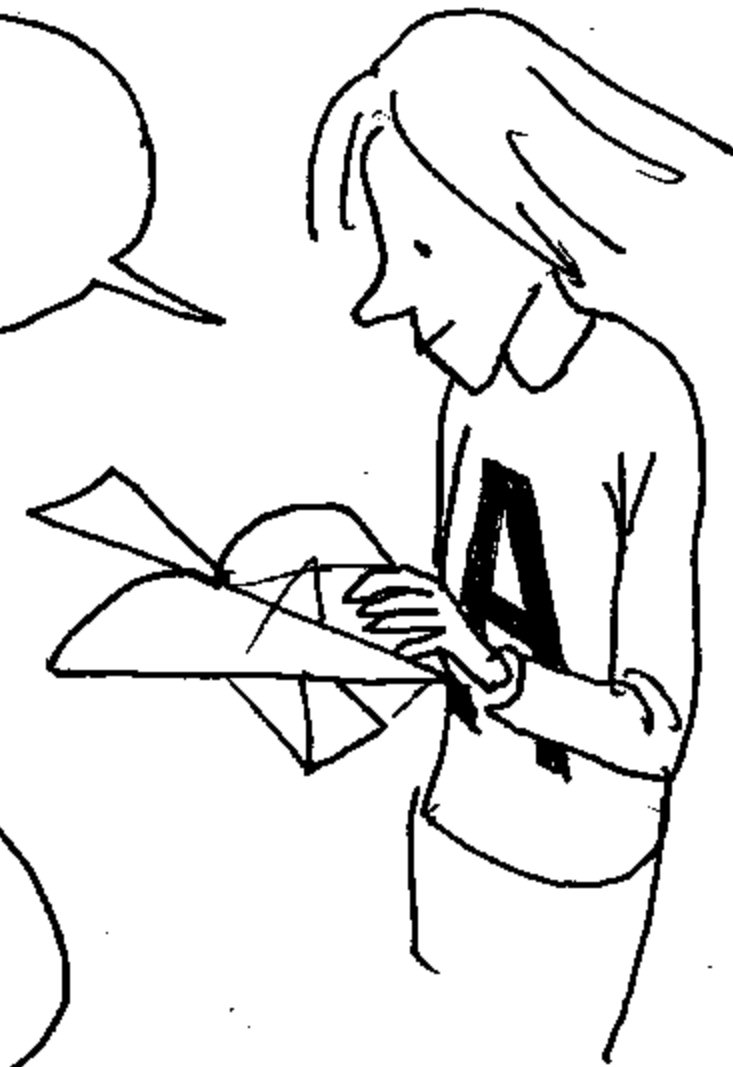


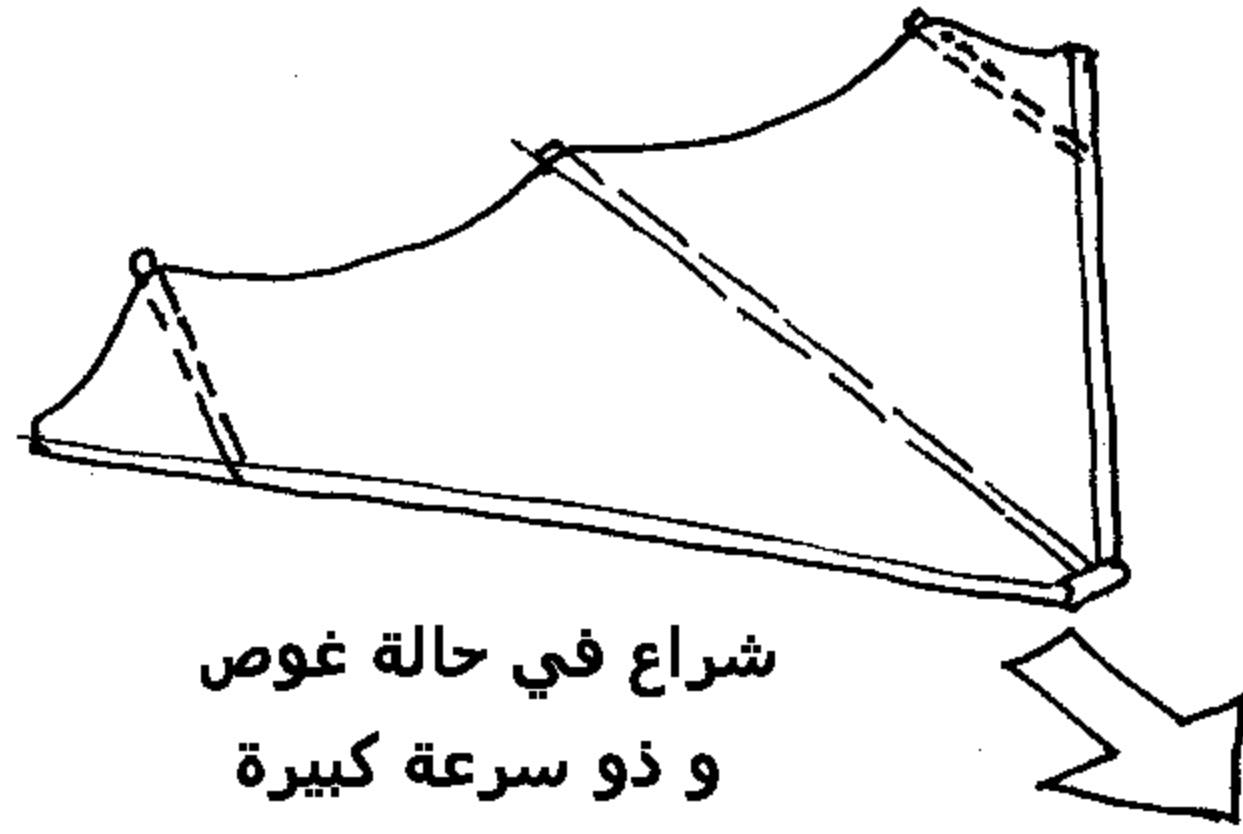
هذا النظام أيضا مستقر ذاتيا. فإذا زادت السرعة، فإن الجهاز يميل إلى التأرجح نحو الأمام،  
وذلك بسبب الزيادة في عزم الدوران (السحب)، وهو متناسب مع مربع السرعة. غير أن كل ذلك  
يقابله مباشرة زيادة في قوة الدفع العكسي (E-E)



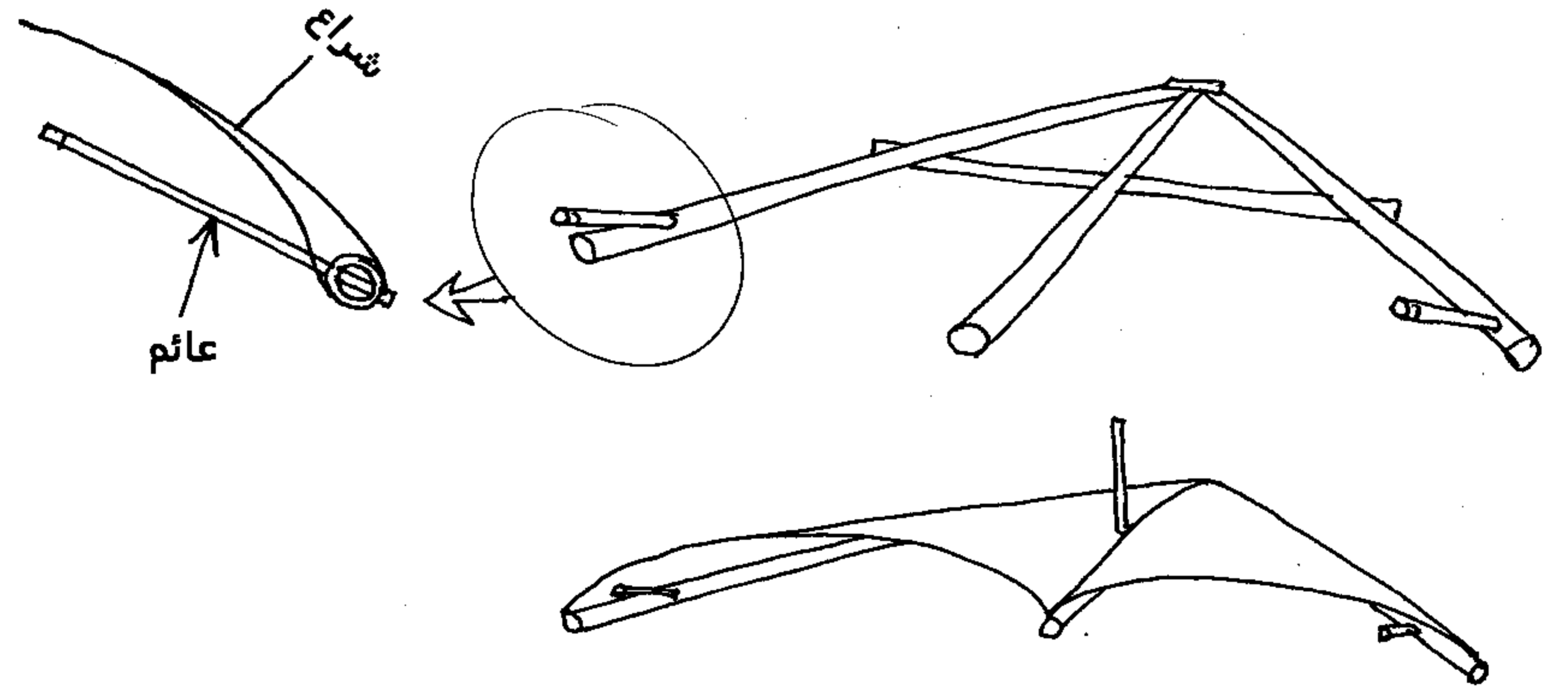
علي إذن أن أجهز شراعي بمجموعة الذيل

تستطيع أن تفعل ذلك طبعاً، ولكنك تستطيع  
أن تأمن ألتك بطريقة أسهل.





شراع في حالة غوص  
و ذو سرعة كبيرة

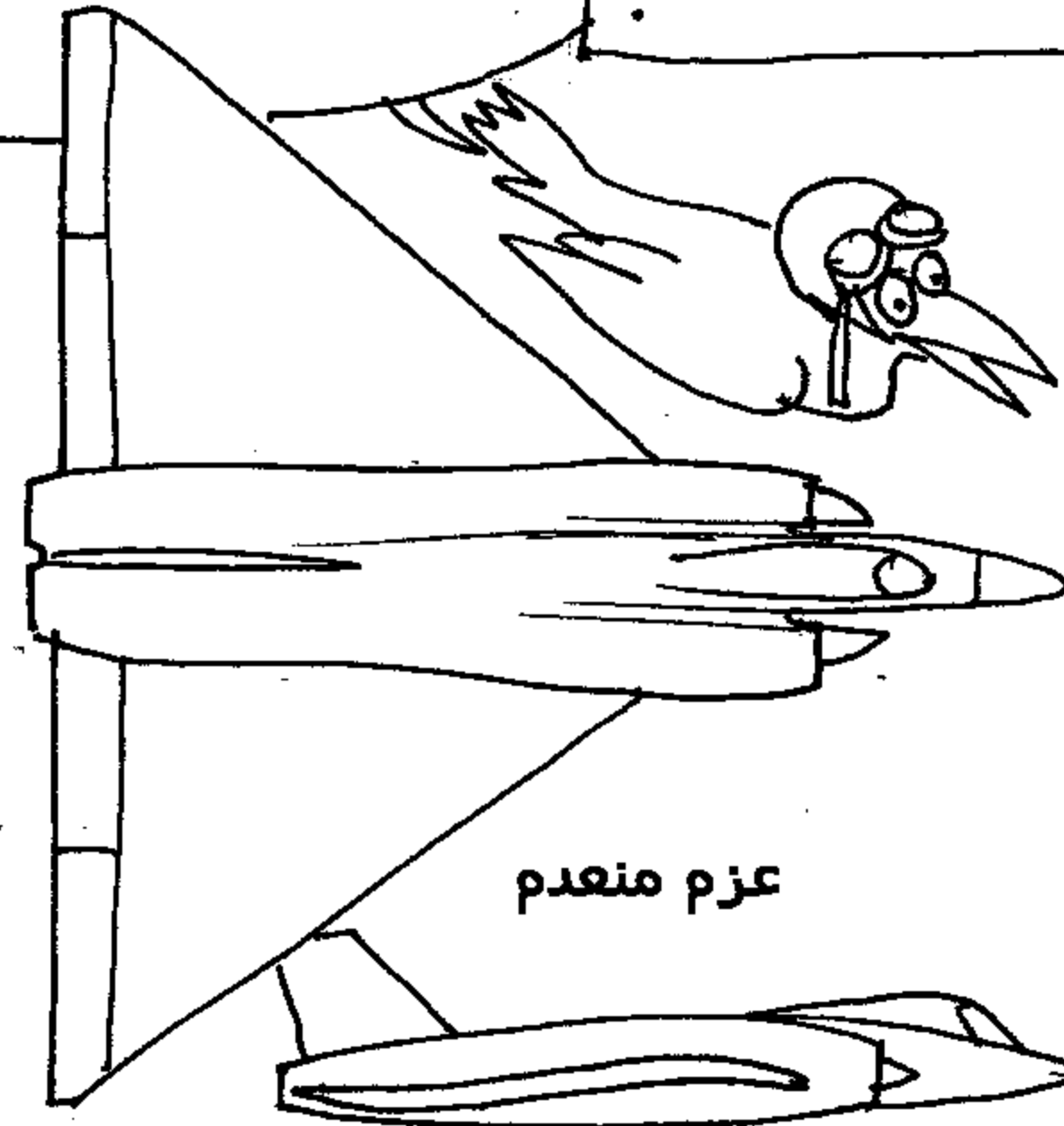


نستطيع ضمان الإستقرار الذاتي للطائرات ذات الأجنحة دلتا الصلبة، طيران بعزم دوران سحب منعدم، بدمج العوامات في الأجنحة، يصبح لهذه الأخيرة شكل حرف (S) الأعجمي.

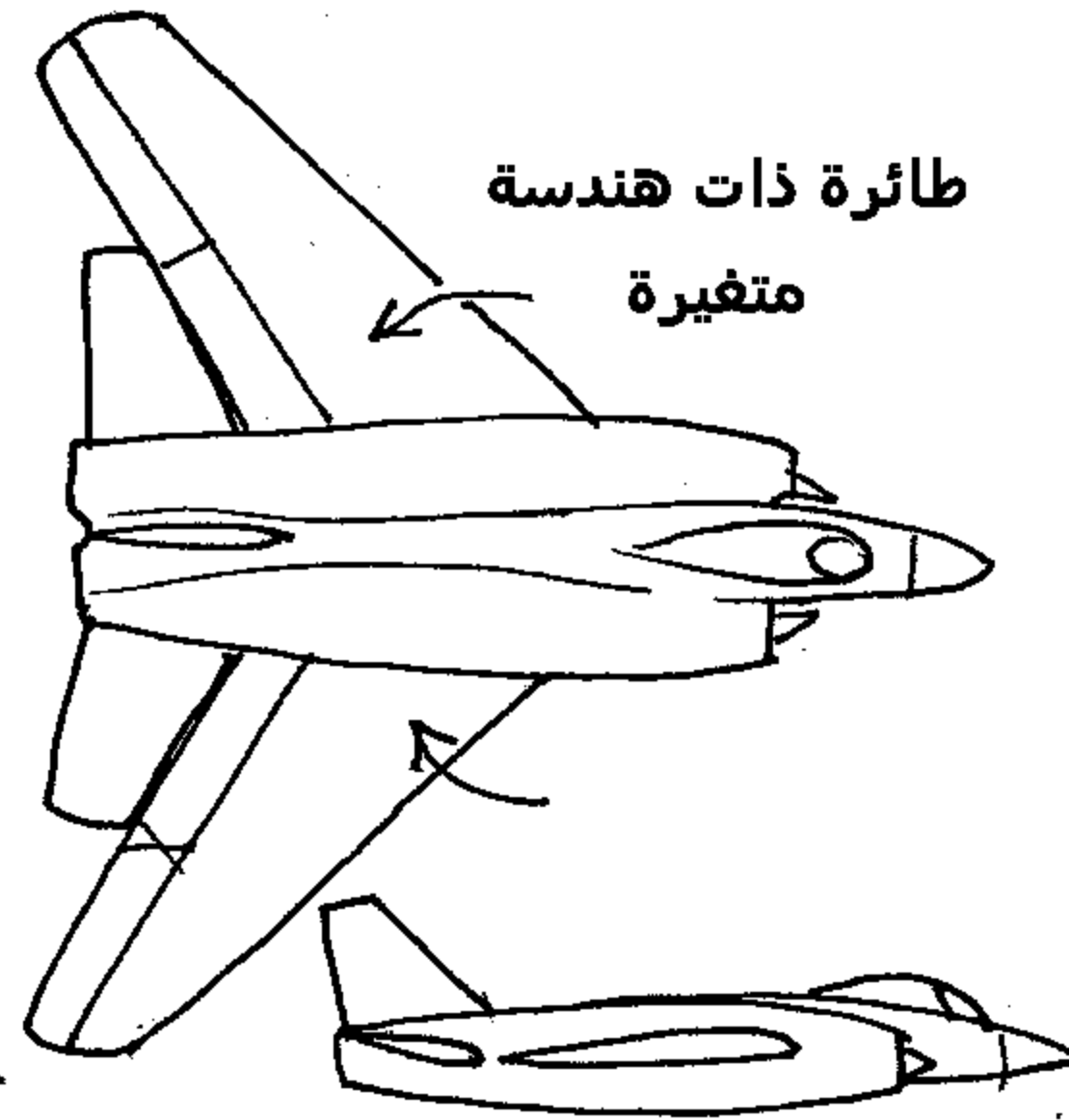
هذه الأجهزة والتي نسميها "عوامات" لا تلعب أي دور في حالة الطيران العادي للشراع ولكنها تتدخل بشكل حاسم عندما تصبح السرعة كبيرة بشكل خطير فعندها ترفع الجزء الخلفي للشراع وتفرمل الجهاز تلقائيا.



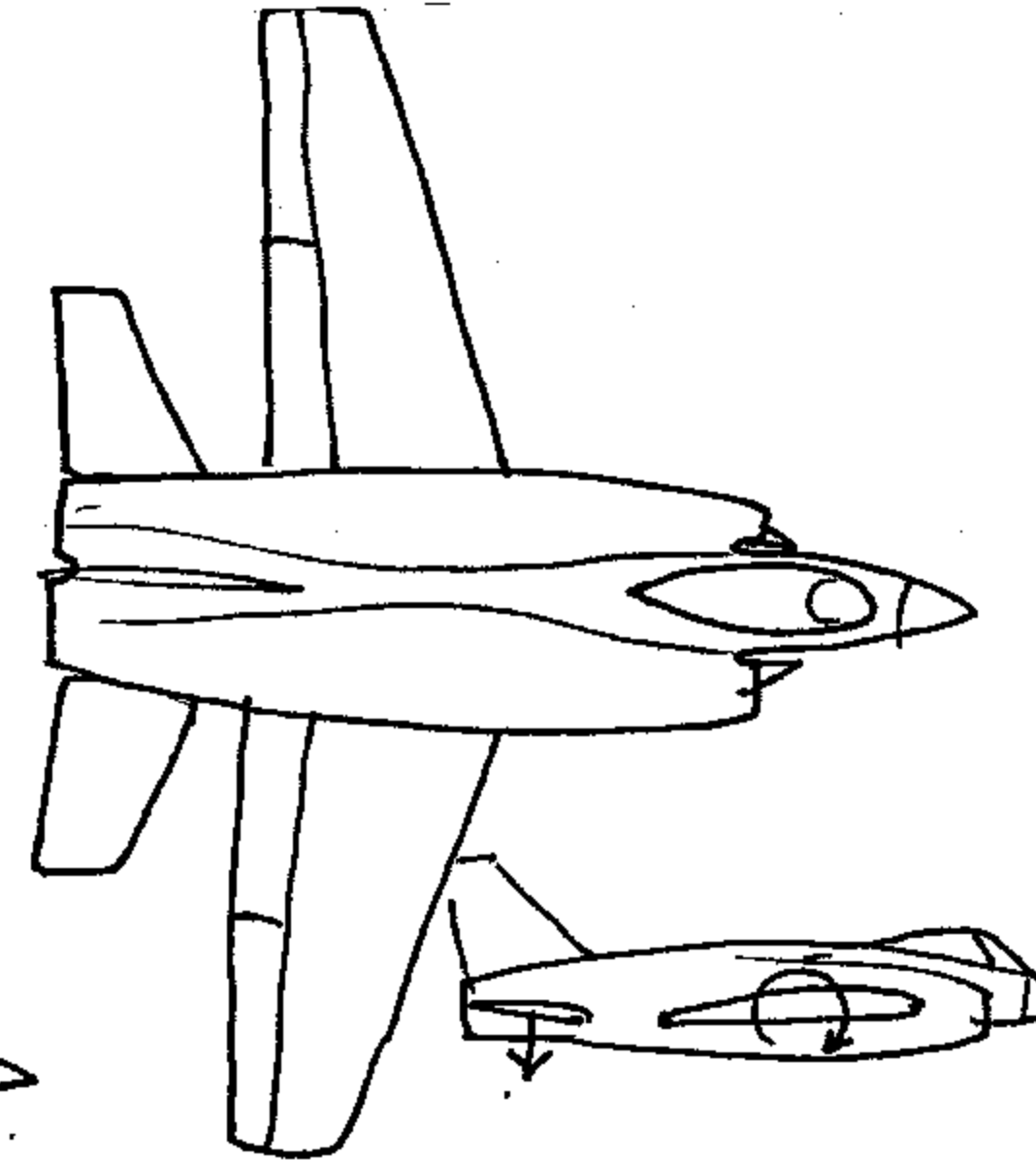
مقطع على شكل الحرف الأعجمي  
(S) لجناح طائرة الكونكورد



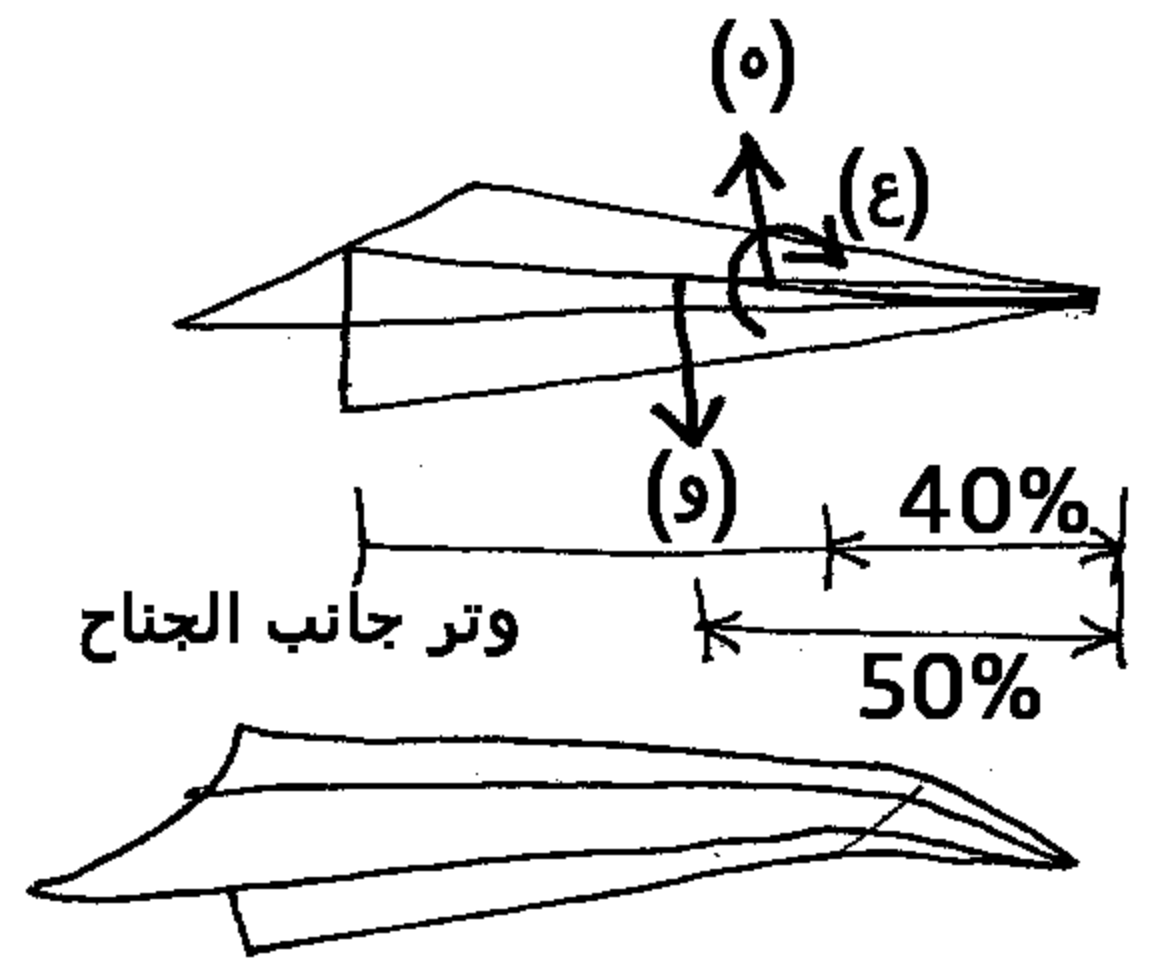
عزم منعدم



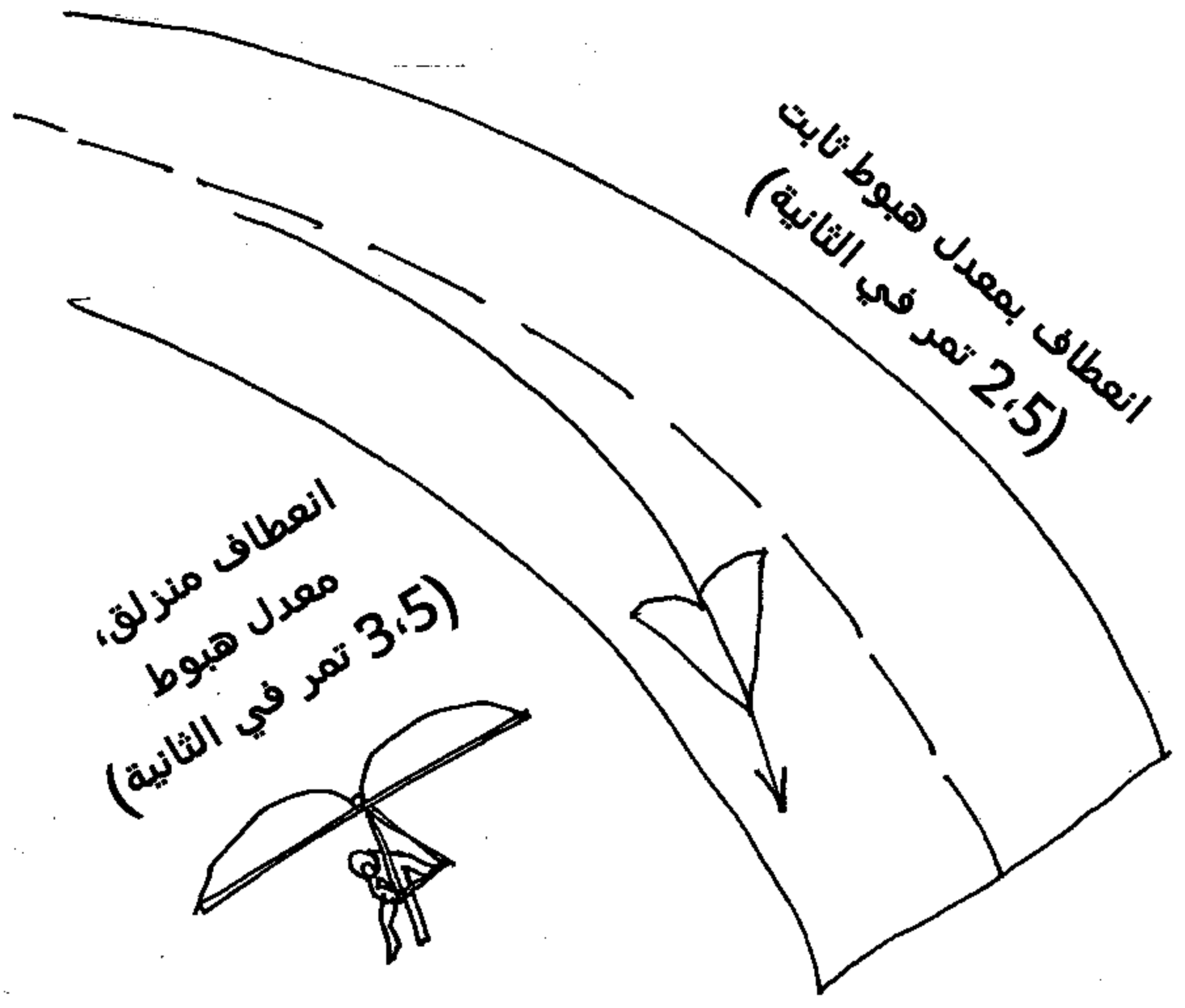
طائرة ذات هندسة  
متغيرة



تطير الطائرة الورقية تماما كالدلتا الشراعية. مركز ثقلها في الوسط، بينما عزم الوزن يعادل عزم تتمركز البؤرة عند 40% من وتر جانب الجناح. في حالة الغوص الحاد لا يمكن كبح سرعتها. السحب المرتبط بقوة الدفع. نستطيع أن نجعلها مستقرة تلقائيا عندما نطوي قليلا مقدمتها نحو الأسفل، ونرفع مؤخرتها، بشكل خفيف أيضا. ستصبح طائرتنا الورقية ذات جانب منحني، وستصبح أبطأ نسبيا من ذي قبل.



الإدارة



لكن، هناك مشكل كبير في شراعيك. فمن أجل الإنعطاف أنت في حاجة للدفع وزنك كاملا داخل المنعطف، بينما يتعرض الشراع لانزلاق داخلي. فيصبح معدل الهبوط 3,5 متر في الثانية.



(\* هذه الأجهزة البسيطة فعالة للغاية.



# كيف ننعكف الكبيور؟

نستطيع أن نجهز الشراع بمجموعة ذيل عمودية، ومقود متحرك. ولكن الطيور والخفافيش لا تمتلك ذلك، ومع ذلك فهي تنعطف وتتحرف بسهولة. فكيف يستطيعون فعل ذلك؟



الزواحف المجنحة والخفافيش والنسور والعصافير لا تحتاج إلى مجموعة ذيل للإنعطاف.



من خلال تمديد جناح واحد وطي الآخر نحصل على تأثيران: أولاً، تغير مساحات الأجنحة.  
ثانياً تميل الحافة الخلفية للجناح الممدد للنزول. والعكس تماماً بالنسبة للجناح المطوي.

رؤية خلفية لزاحف مجنح (\*) يطير في خط مستقيم



لا أحد على يميني، سوف أنعطف الآن.

الأمان

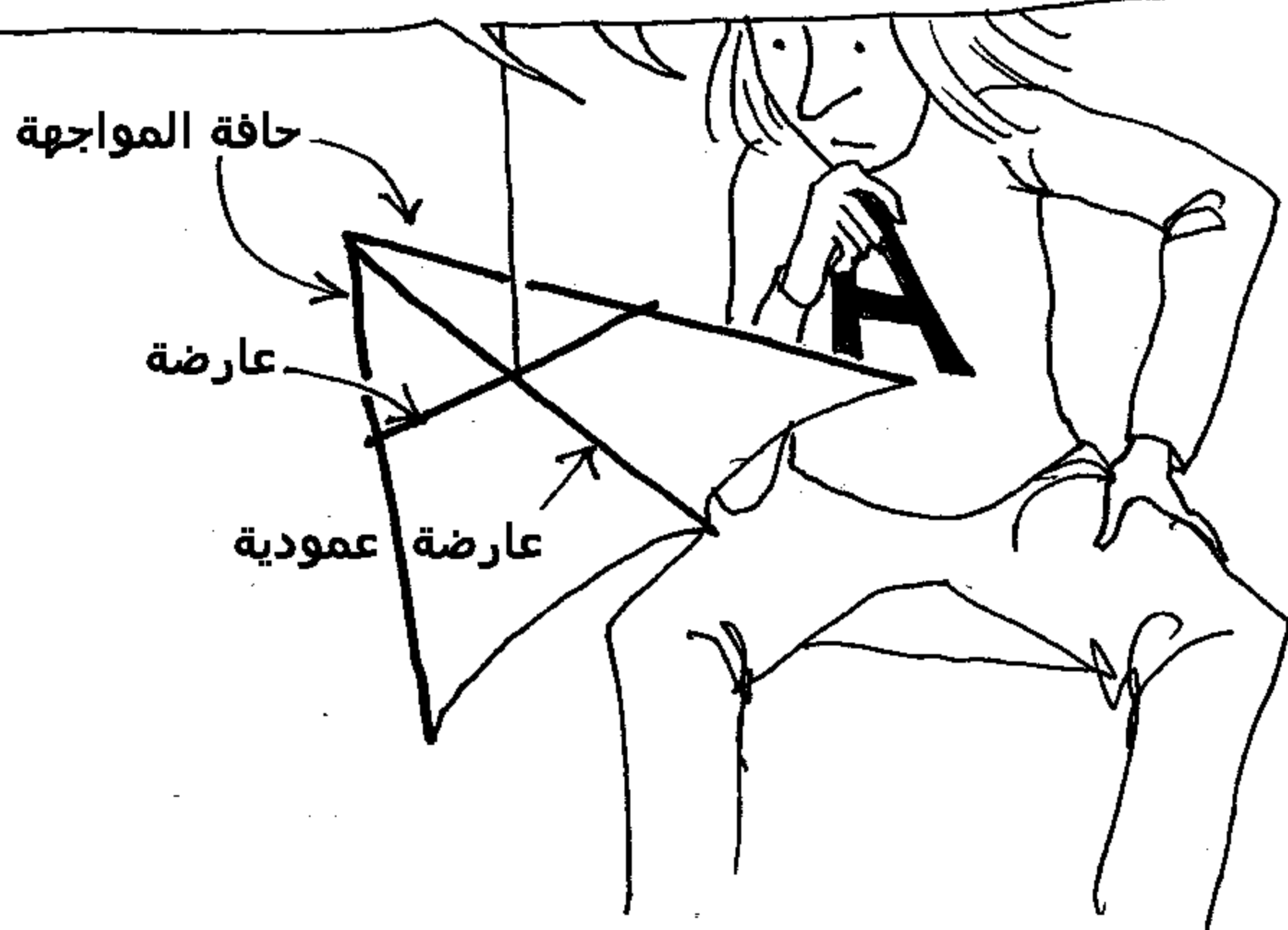
هذا جميل جداً، ولكن كيف أستطيع أن أمدد جناحاً وأطوي الآخر قليلاً في نفس الوقت؟

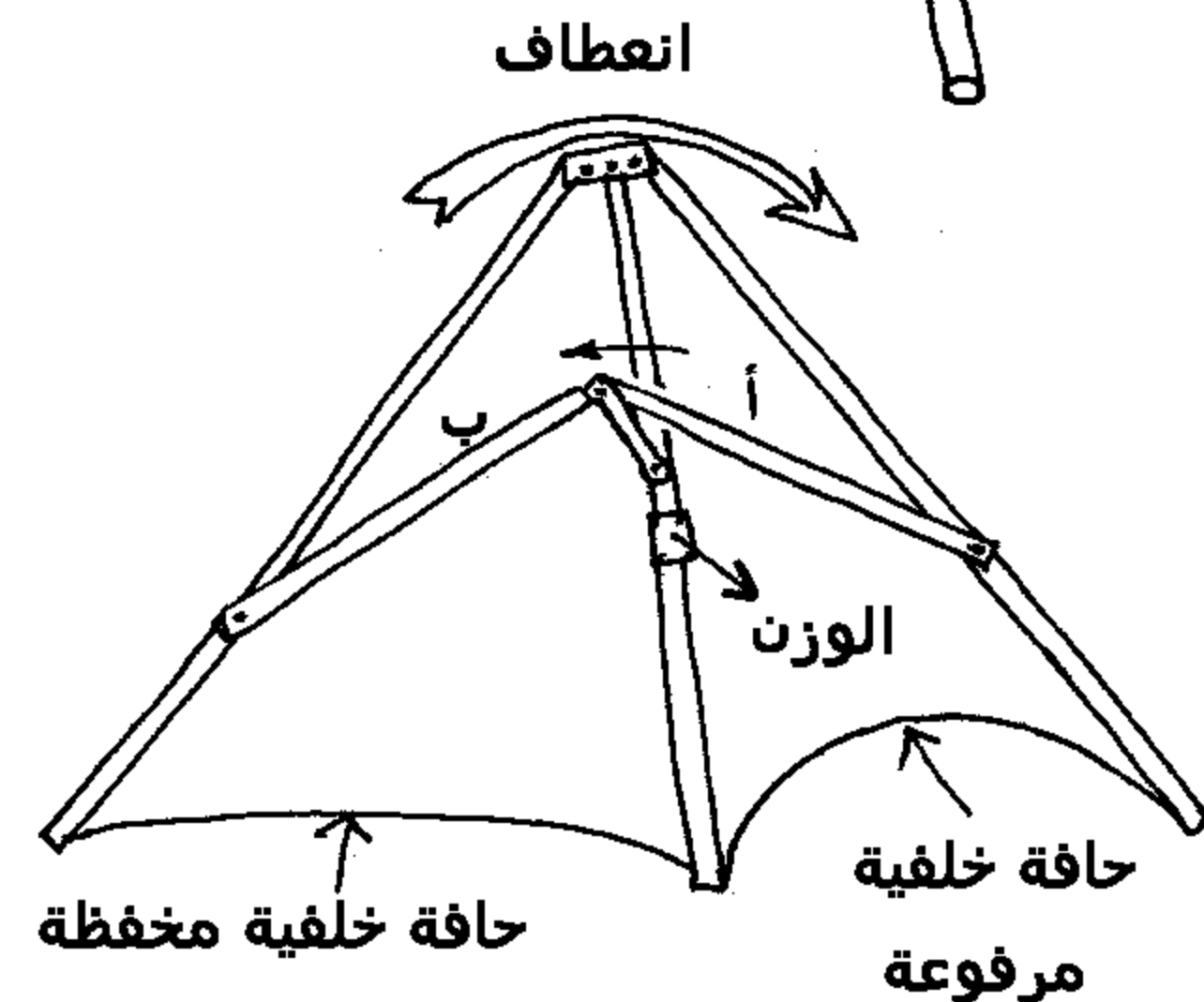
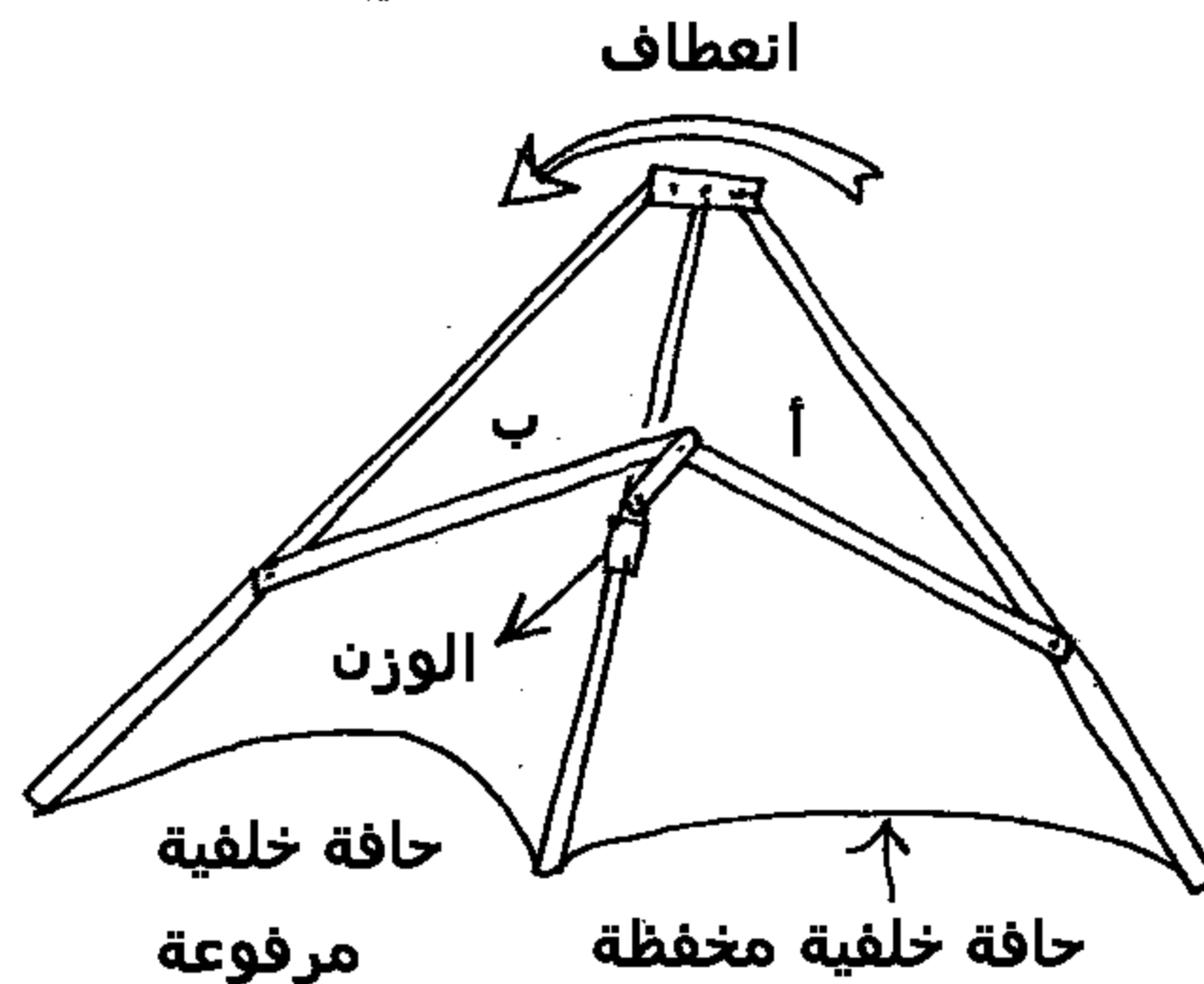
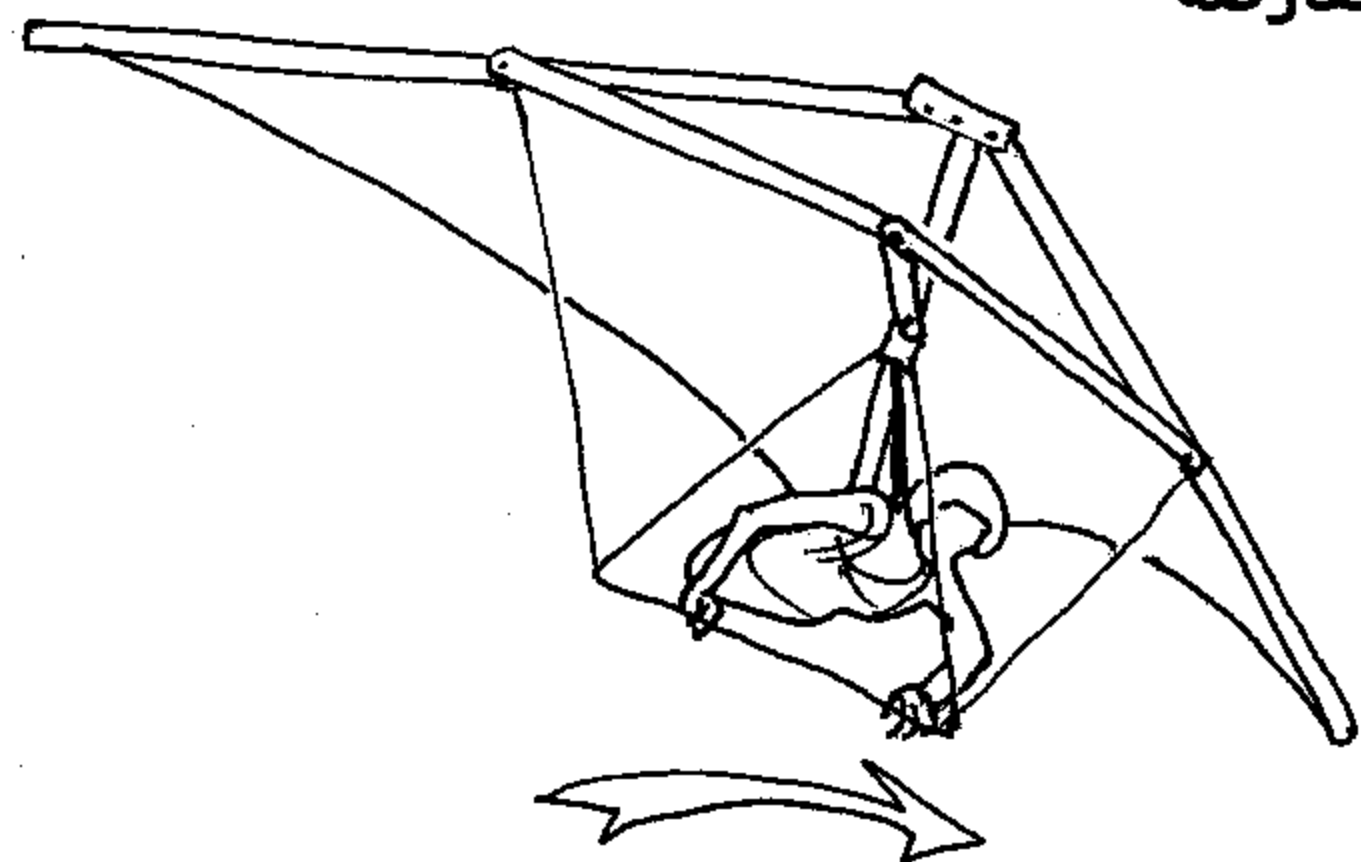
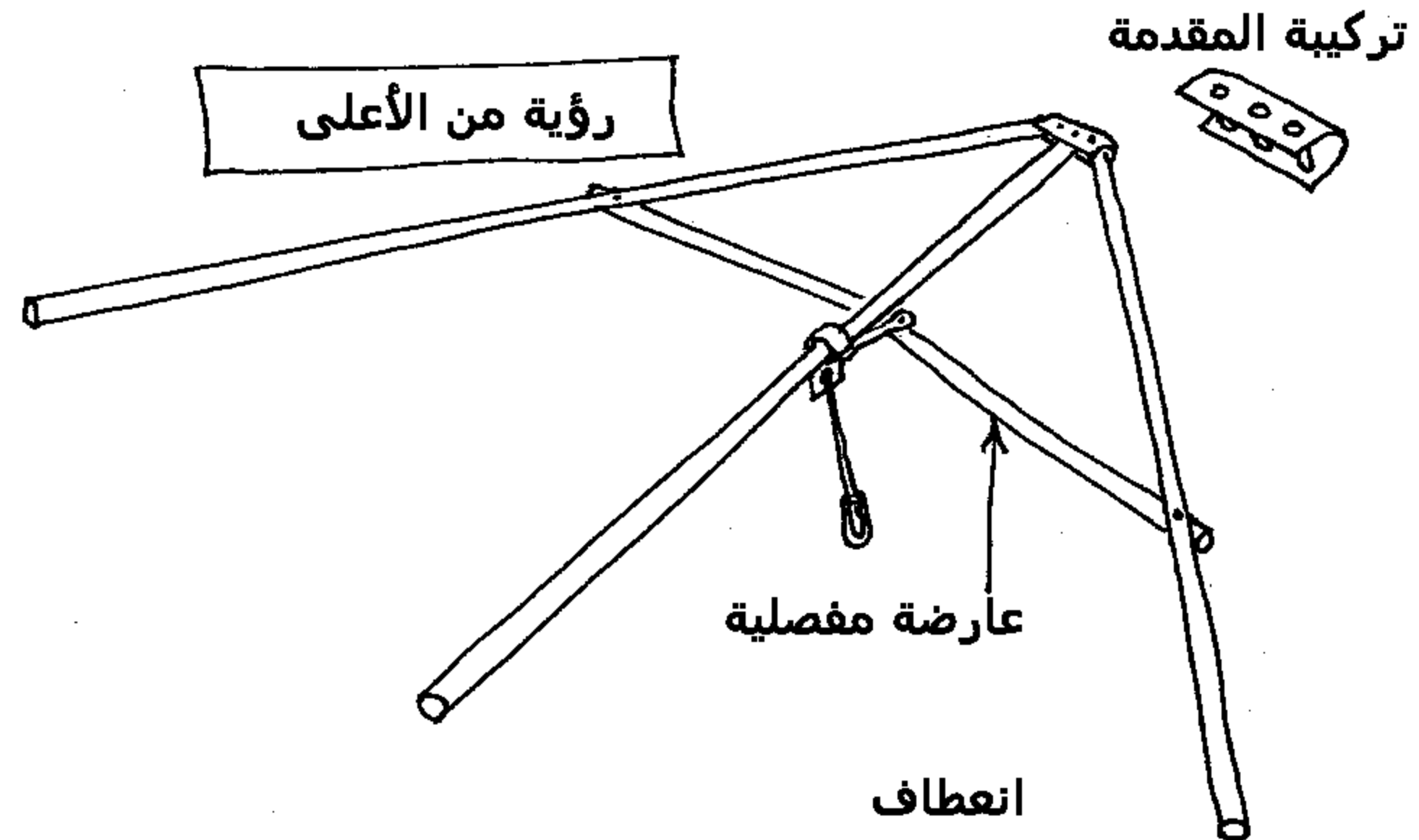
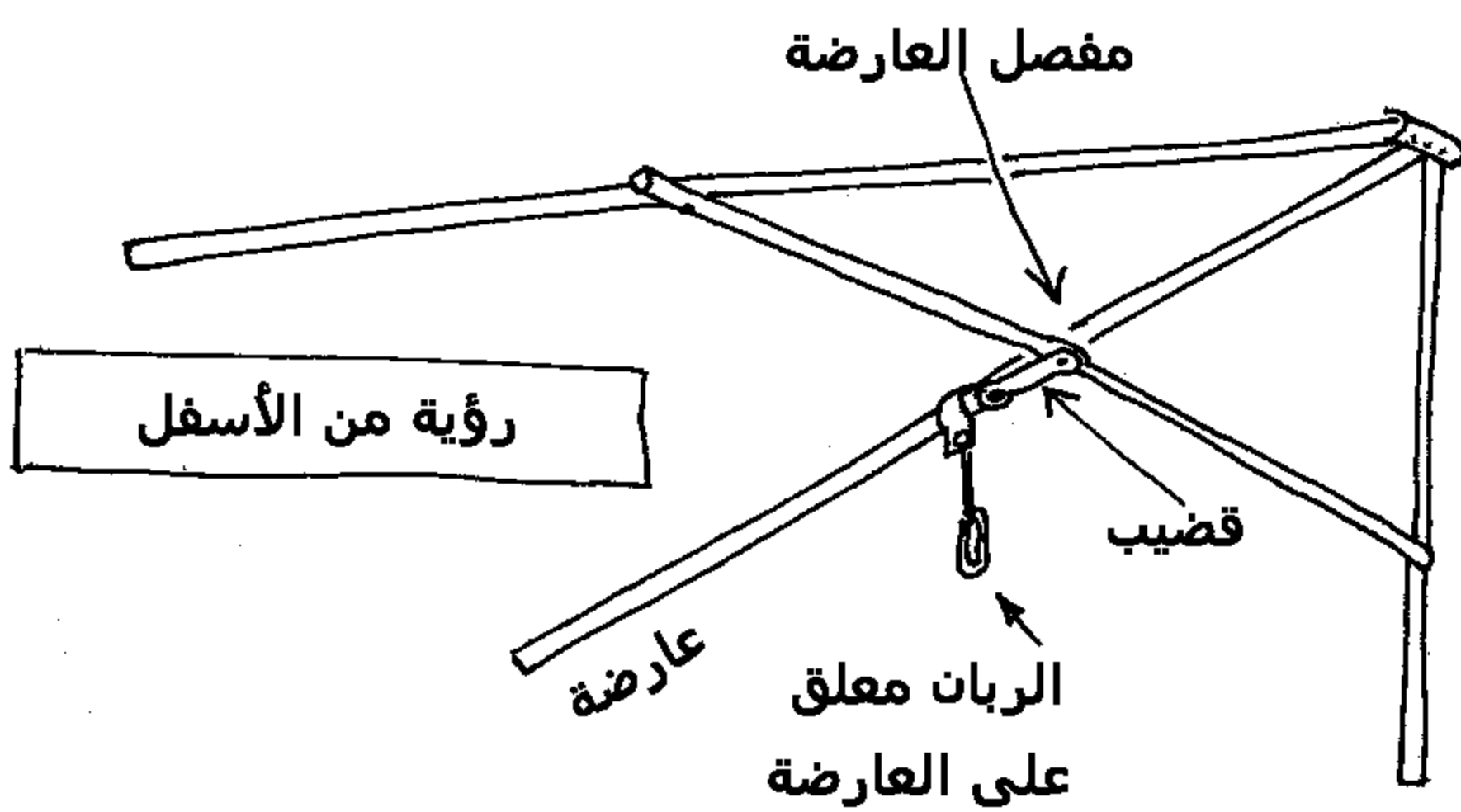
حافة المواجهة

عارضة

عارضة عمودية

عليك أن تفصل بين العارضتين  
الأفقية والعمودية





انعطاف نحو اليمين.

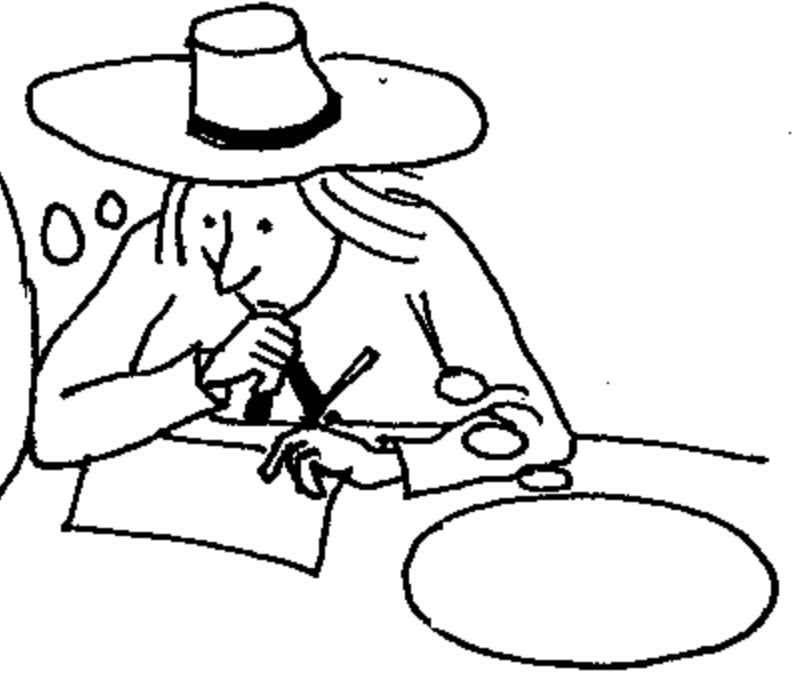
رؤية من الأسفل

رؤية من الأسفل

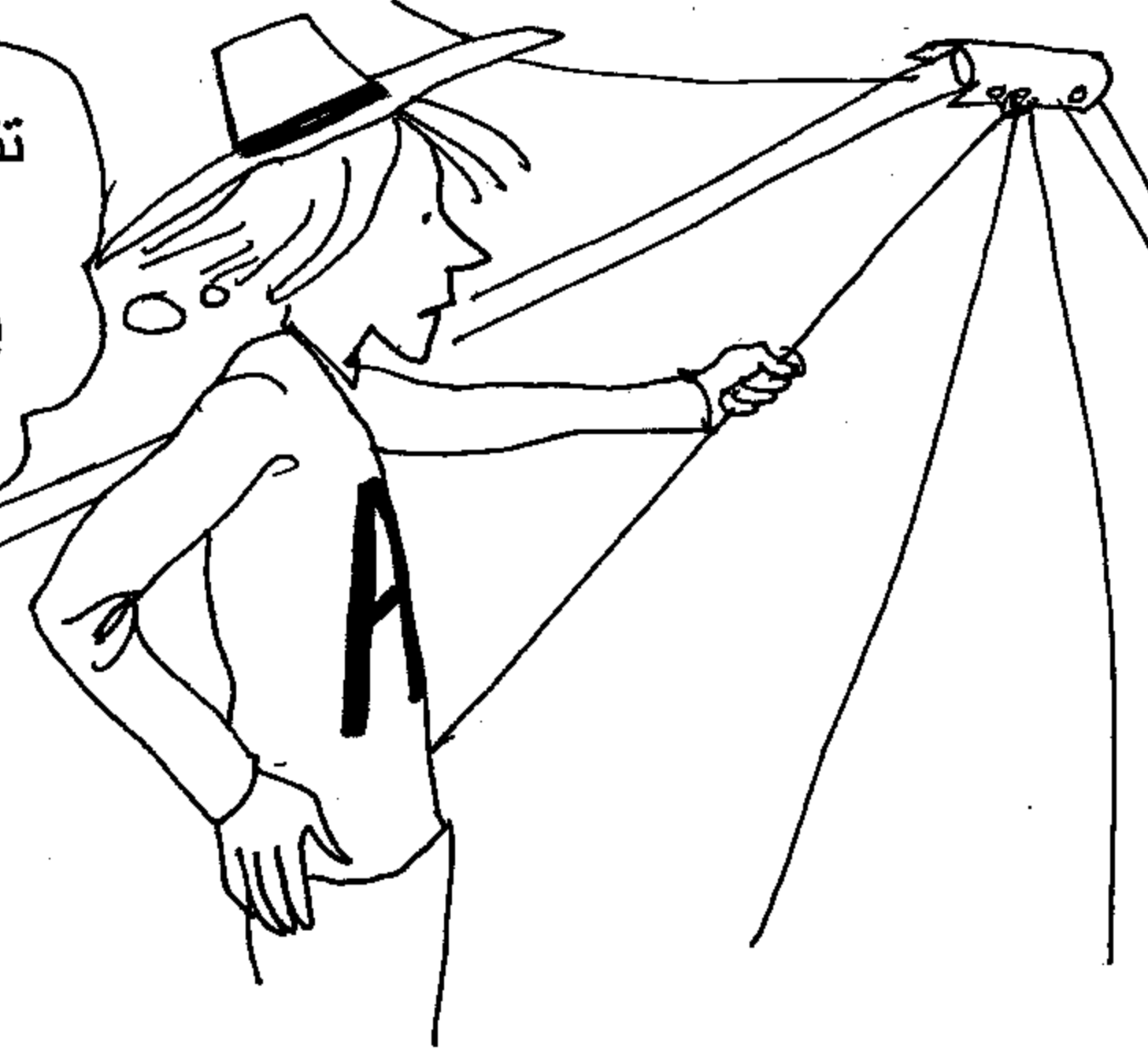
هذا النظام الذي يطلق عليه "العارضة العائمة"، وهو ذكي للغاية، يسمح للربان بأن يغير وضع العارضة بالنسبة لنقطة تقاطع نصف العارضتين المتساوية المسافة (أ) و (ب). تنقيلات بسنتمرات قليلة تسمح لنا بإنجاز انعطافات حادة جدا.

الإدارة.

إذا كنت أرغب في تصميم طائرة منزلة ناجحة، لا بد أن أتخلص من جميع أسباب فقدان الطاقة. اضطراب الهواء أولاً وقبل كل شيء، فإذا خلفت طائرتي المنزلة كتلا من متحركة من الهواء عند مرورها، فذلك إهدار للطاقة.



تشكل هذه الحبال مصدرا لقوة مقاومة مهمة: يجب إذن التخلص منها. الريان: يجب أن يكون داخل الهيكل. يجب أيضا أن تكون الجدران ناعمة وبدون تجعدات. في المجمل يجب إعادة النظر في كل شيء.

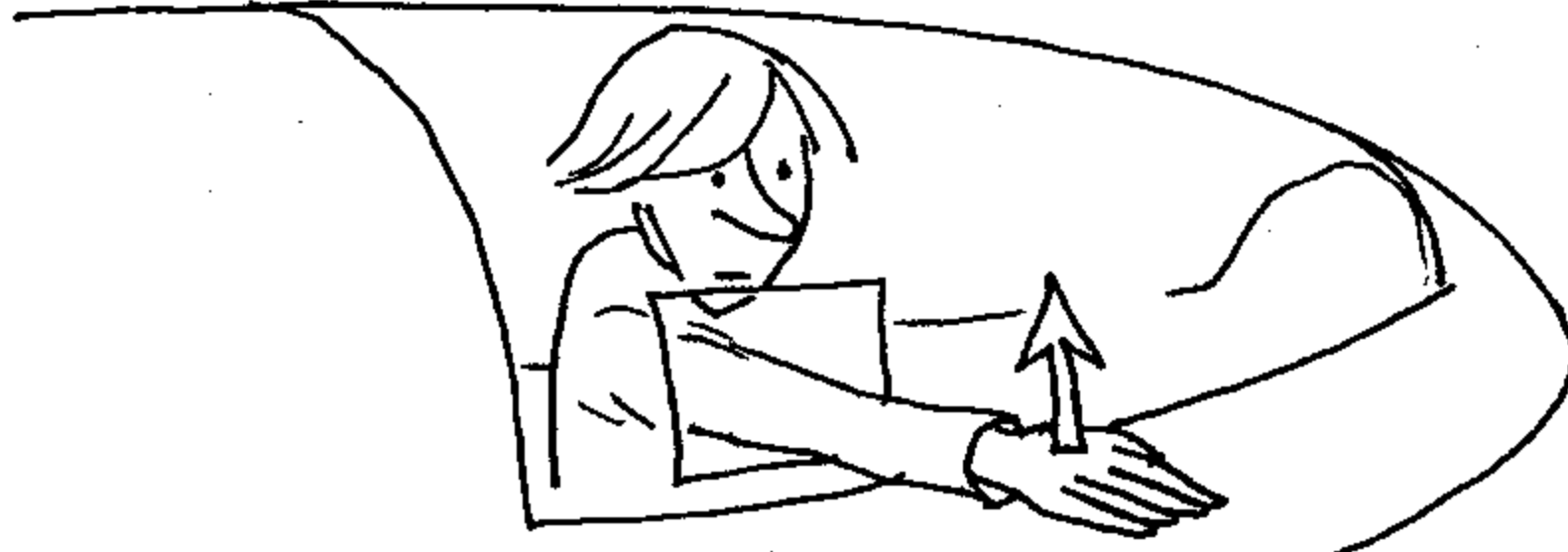


هذا ليس سيئا. ولكن كيف سأقود هذه الآلة؟

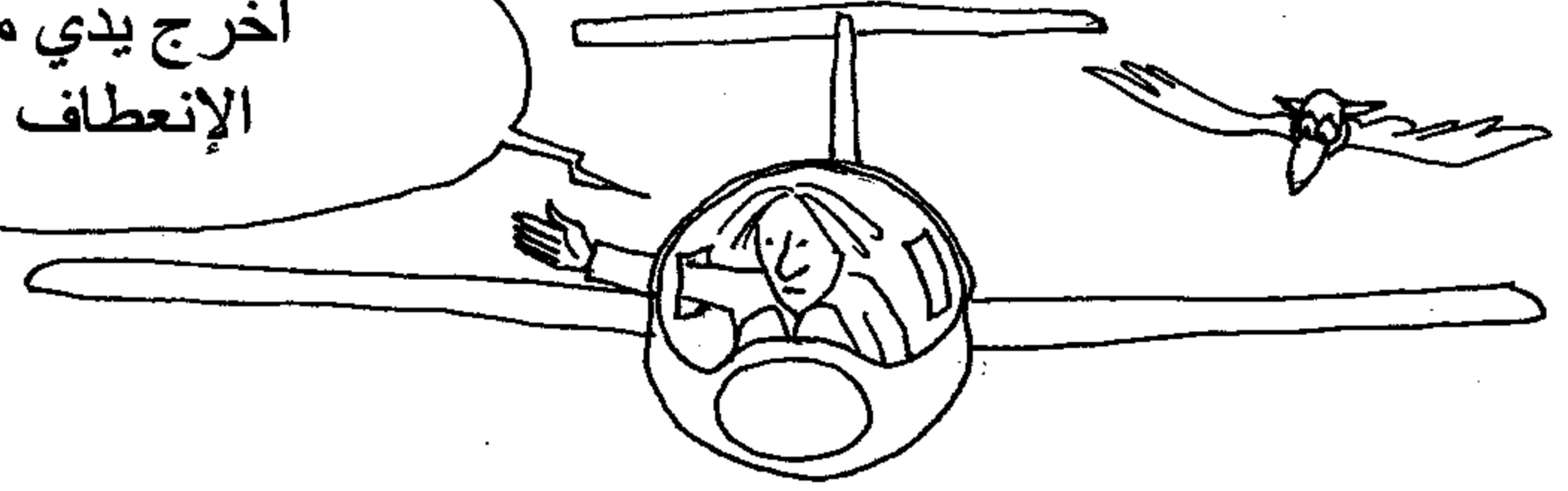


أستطيع التقدم والتراجع داخل قمرة القيادة من أجل الزيادة أو كبح السرعة. ولقد وضعت نوافذ في الجانبين وهكذا حين أخرج يدي أستطيع أن انعطف. ولكن هذه الطريقة ليست فعالة وتخلق اضطرابا في الهواء وهذا ما أريد تجنبه بأي ثمن.

من غير قصد...

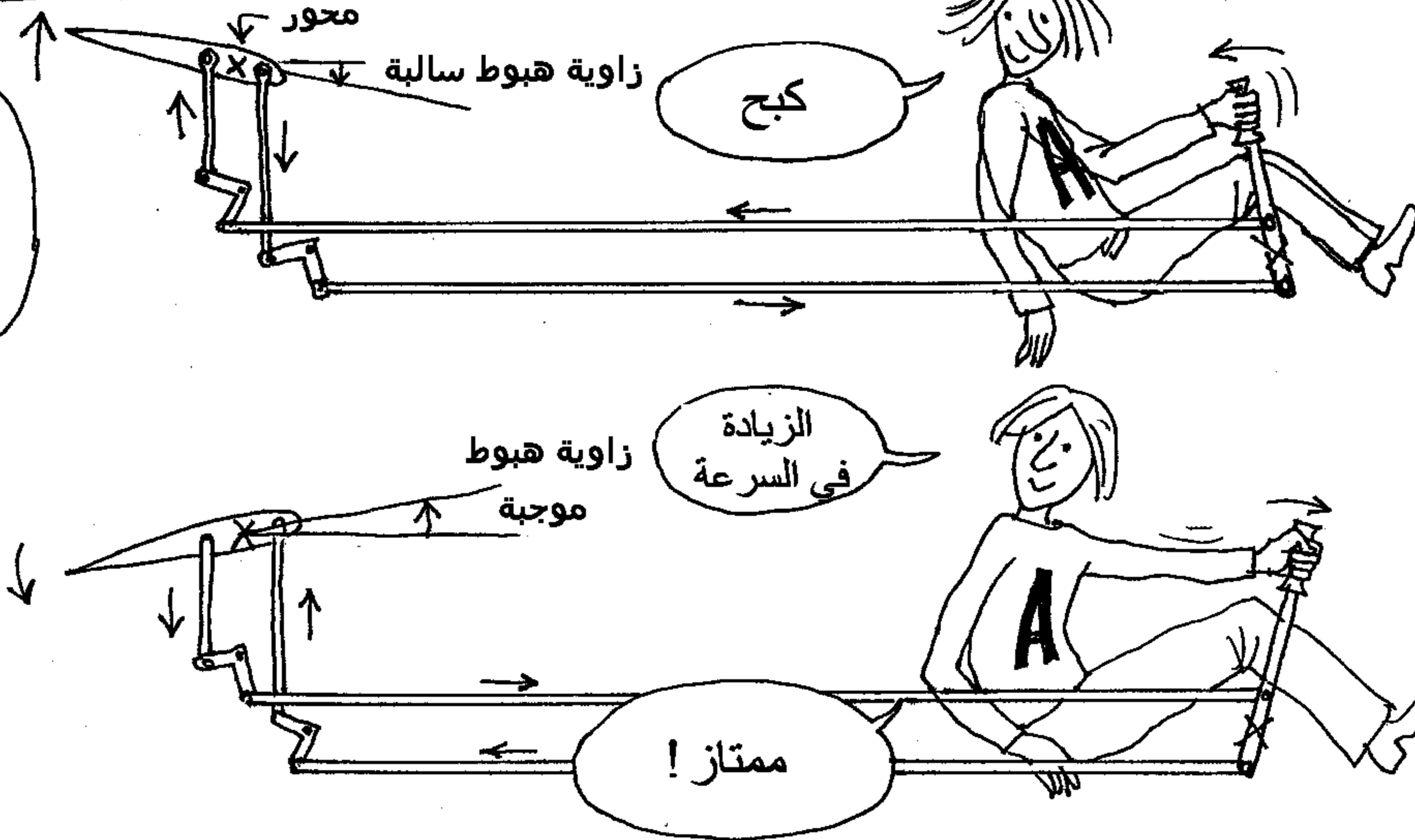
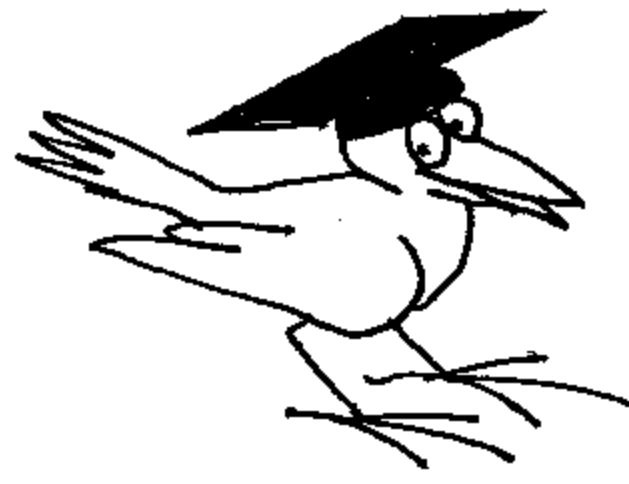


أخرج يدي من أجل  
الإنعطاف يسارا.



مهلا، هذا مثير للإهتمام. عندما أعدل وضع يدي هكذا، كنوع ما من الأجنحة، وأغير زاوية الهبوط...، تتغير القوة بشكل متناسب مع هذه الزاوية. لقد ابتكرت مجموعة ذيل أفقية ذات زاوية هبوط متغير، أتحكم فيها كما أشاء.

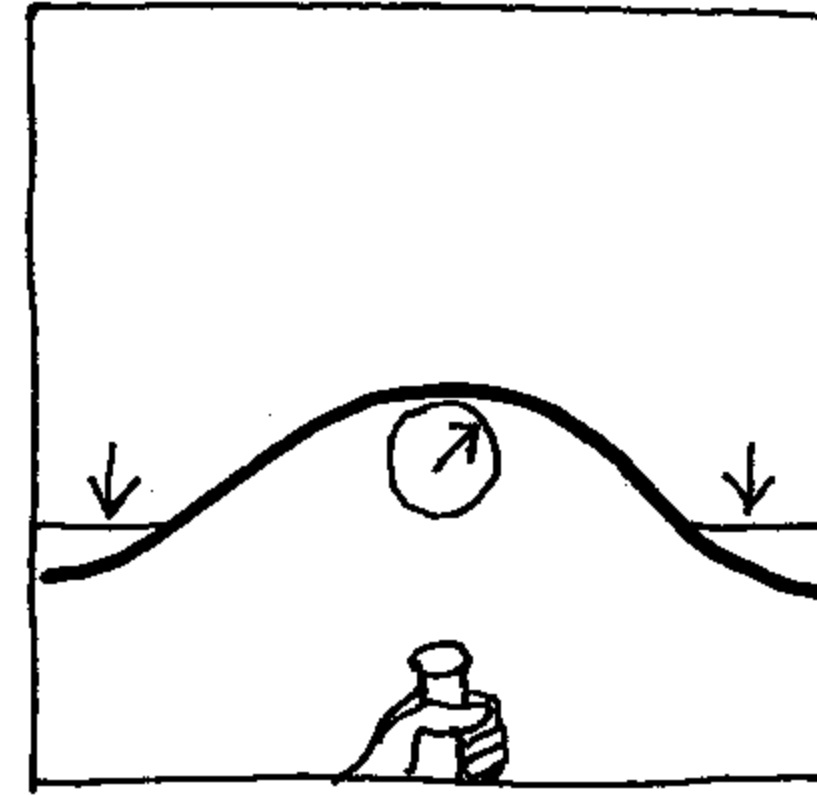
بفضل هذه المجموعة الموصولة،  
سيتمكن سليم أن يناور عن بعد  
المقطع الأفقي من آتته عن طريق  
مقبض القيادة.



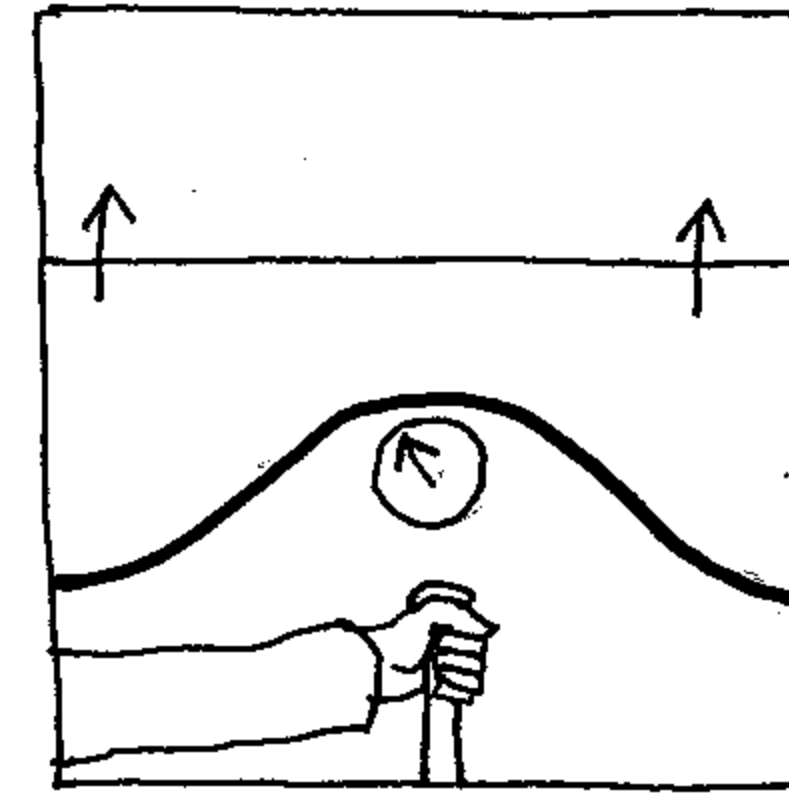
هذا رائع أستطيع أن أغوص أو أن أزيد من السرعة كما أشاء عن طريق على ذراع القيادة.  
وهكذا أستطيع التحكم والسيطرة على كامل طائرتي المنزلة.



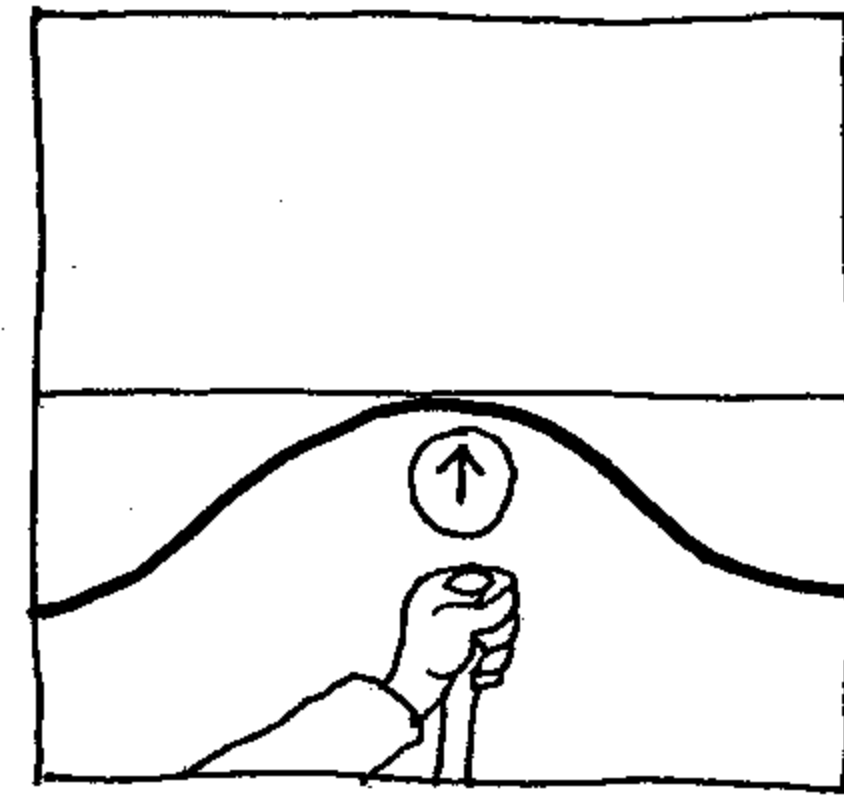
ما على إلا استخدام قمرة القيادة من أجل التحكم في طائرتي الشراعية المنزلة. إذا ارتفع الأفق فهذا يعني أنني أغوص. أما إذا إنخفض فهذا معناه أنني أجمع نحو الأعلى. تتفاعل سرعة طائرتي الشراعية المنزلة وفق ذلك، ففي حالة الغوص = تزداد، أما في حالة الجموح نحو الأعلى = تتناقص.



يكبح سليم السرعة من خلال جر المقبض. ينخفض الأفق وتتناقص السرعة.

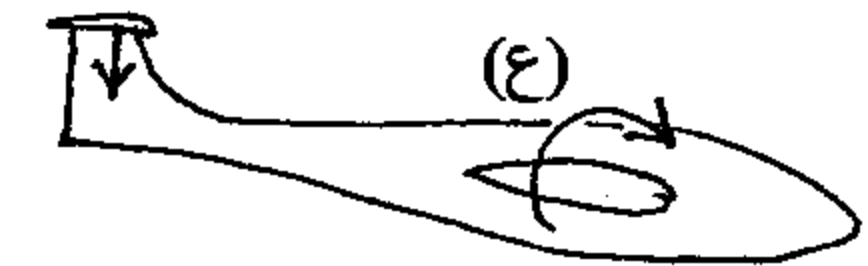
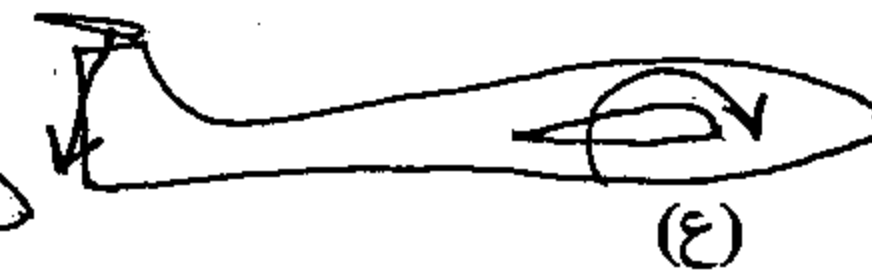
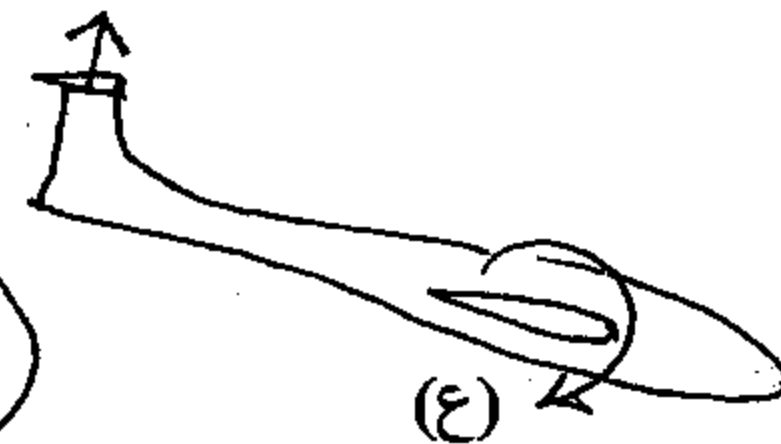


يغوص سليم من خلال دفع المقبض نحو أمام. يرتفع الأفق والسرعة تزايد.



هبوط انزلاقي عادي وحيادي. قوة مجموعة الذيل إلى الأسفل قليلا. (\*)

(\*) من أجل موازنة عزم السحب.

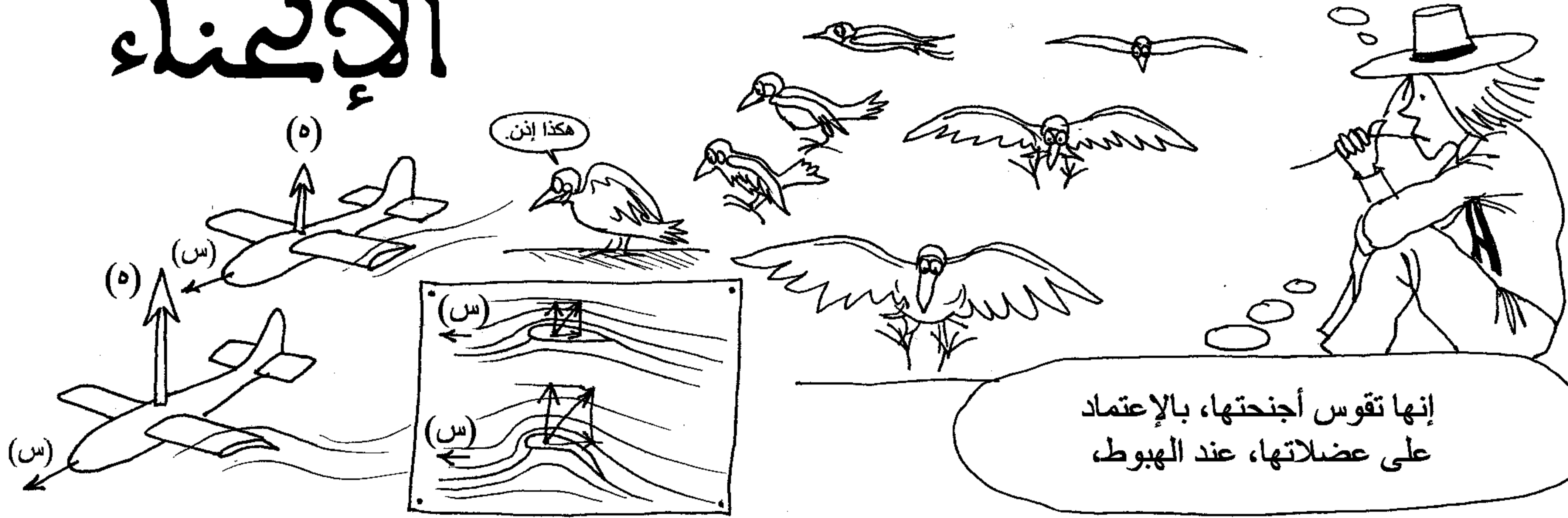


معلم قمرة القيادة مهم ومفيد بشكل كبير.

كلما زادت سرعة الطائرة المنزلة كلما ازداد الضجيج الناتج عن إحتكاك الهواء بالأجنحة، (يشدد و تزداد حدته). قبل إختراع أجهزة قياس السرعة، كان الربابنة يدركون الوضع بفعل تمدد آذانهم بتأثير التكيف.

# جنيحات الإقناء

لا توجد مشكلة في التحكم في الإهتزاز. ولكن الأمر مختلف تماما عند الإنعطاف. على أي، سوف أراقب الطيور كيف تطير.



إنها تقوس أجنحتها، بالإعتماد على عضلاتها، عند الهبوط،

عندما أزيد من تقوس وانحناء جانب الجناح، يطبق هذا الأخير قوة ديناميكية هوائية أكبر لنفس السرعة (س). بالمقابل، وبتشكيل أجنحتها على هذا الشكل تستطيع الطيور أن تنقص من سرعتها.

أجنية قابلة  
للطي!؟!

لن أستطيع طي هذه الأجنحة، ولكني أستطيع أن  
أجعل جزءها الخلفي قابلا للطي.



تعالوا وشاهدوا! لقد أبدل سليم الريش  
الأجنحة بتركيب جزء قابل للطي!

هذه خيوط الهواء

لقد أصبحت عملية الهبوط أسهل بكثير

ولكن لماذا لا نعلم نظام الأجنحة القابلة  
للطي بالنسبة لمجموعة الذيل كذلك؟

تم التنفيذ في الحال.

كبح السرعة

الزيادة في السرعة

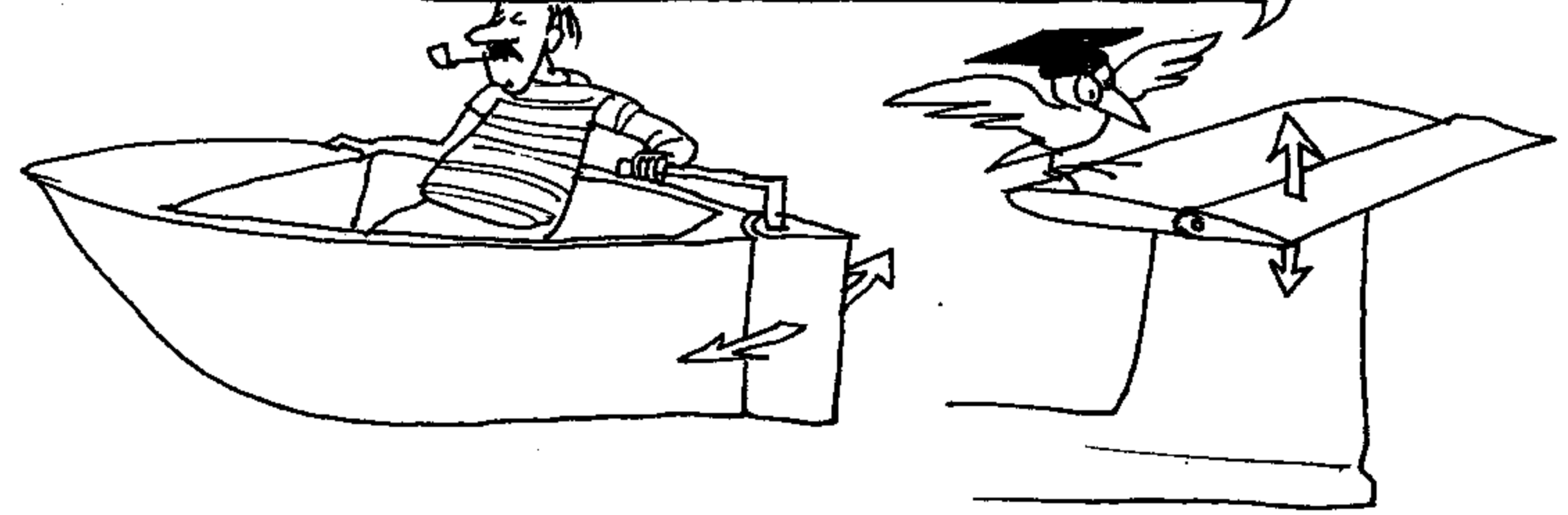




# الدفات الموجفة

ولكن هذا هو الحل الذي كنت أبحث عنه! لقد كنت أحوال الإنعطاف عن طريق إخراج يدي اليمنى أو اليسرى. ما علي سوى تجهيز طائرتي المنزلة بدفة التوجيه!

في المجمل، إنها تشتغل كدفة التوجيه في السفينة، ولكن في حالتنا نحن نتحكم في الإتجاه "أعلى أسفل" عوضا عن "اليمن-اليسار".

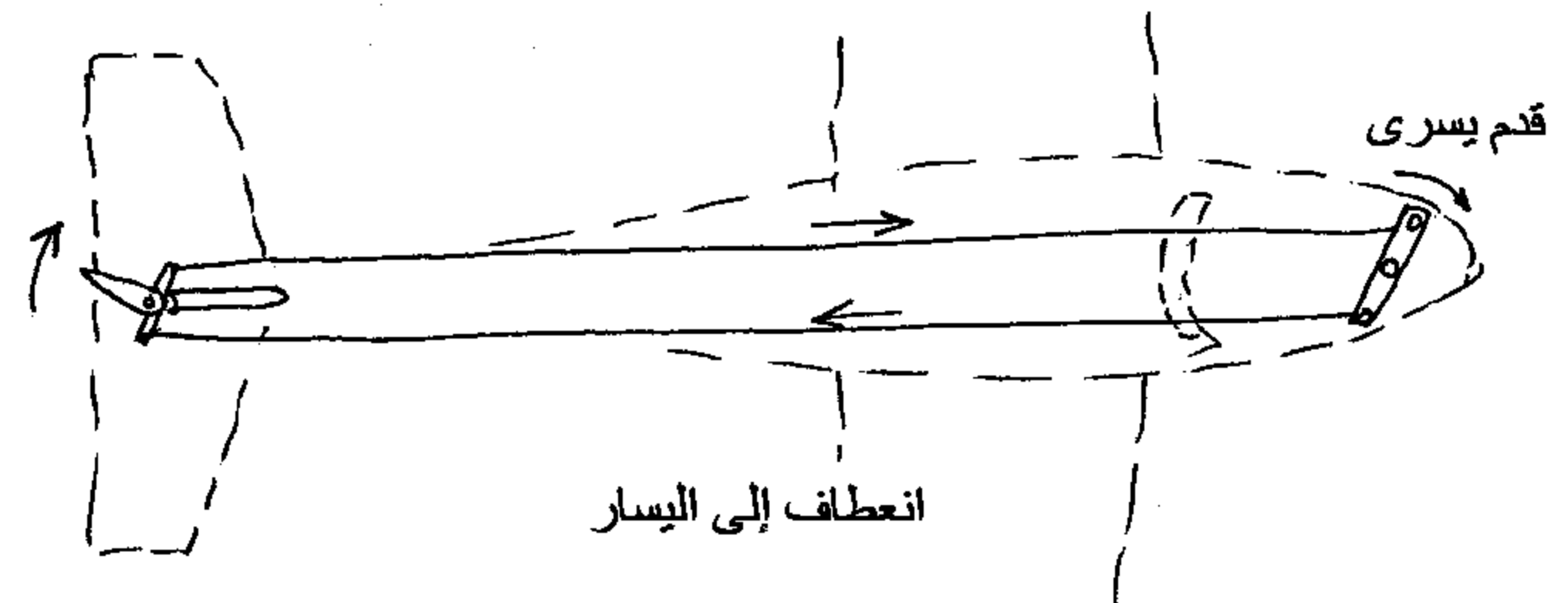
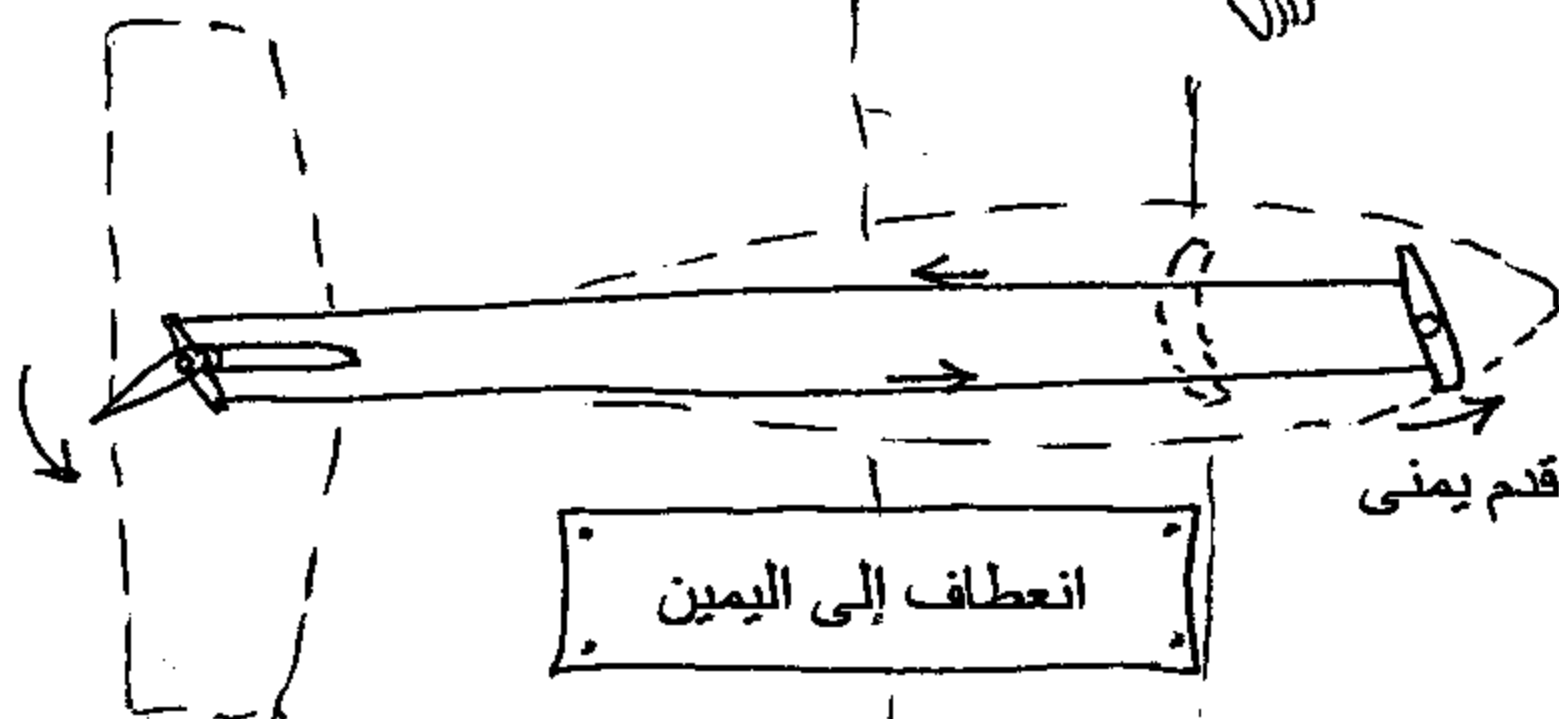


سأقودها من قمرة القيادة، عن طريق إستعمال رجلاي، وذلك من خلال ربط الدفات الموجهة بنظام القيادة عن طريق اسلاك وحبال.

دفة العمق

دفة الإتجاه

أسلاك وحبال



والآن، كيف يتصرف طياري المفضل؟

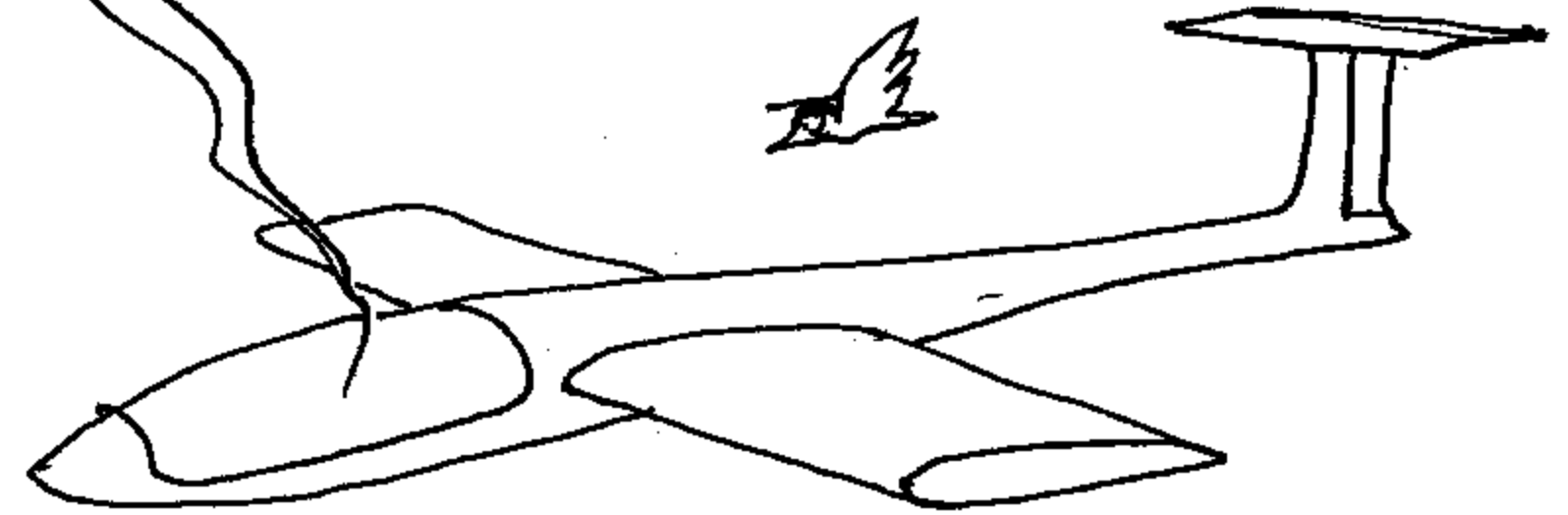
بشكل رائع يا صوفيا. لم تعد هناك أسرار في  
ميكانيكية الطيران بالنسبة لي. ما علي سوى وضع  
دقات التوجيه في الأماكن المناسبة من أجل الصعود  
والهبوط ثم الإنعطاف يمينا أو يسارا

لقد صنعت أيضا طائرة منزلة بمقعدين،  
إذا وفقت سأصحبك معي.

يا إلهي، رغم أنني أدوس برجلي إلى أقصى حد  
ولكن طائرتي لا تريد تتعطف! الشراع المنزلق  
يسقط بشكل عشوائي فقط!؟!

ولكن!

حسنا، سنقلع في هذا المنحدر. عن طريق هذا الذراع  
أستطيع الصعود والهبوط كما يحلو لي، وذلك بفضل  
الدقات الموجهة.



أنا أغير  
منحنى الدفة.

لا شيء يحصل!؟

فكر يا سليم: لقد وجهت جسم الطائرة بشكل  
عمودي بواسطة دفة التوجيه. وبما أن تأثير  
الرياح أصبح غائبا فنحن نتهاوى بشكل  
عشوائي، هذا كل ما في الأمر.

لم أفهم شيئا....

حاول أن تقود قارباً في الأعماق عن طريق دفة  
توجيه عادية: لن تنجح أبداً.

هل علي أن أمنح جسم طائرتي شكل جسم القارب، حتى تتمكن من الإنعطاف!؟؟

نعم، هذا ممكن وبسيط ولكن هناك حل أبسط.

حذار! نتعرض لضغط قوي، تيار هوائي صاعد يرفع جناحنا الأيسر.

وكذا بعد ذلك؟

أنا فقط اتخبط  
بشكل عشوائي في  
الماء

هذه المسألة تستلزم شرحا مفصلا. ولكن قبل ذلك، أجدب ذراع القيادة قليلا حتى لا تغوص الطائرة المنزلة.

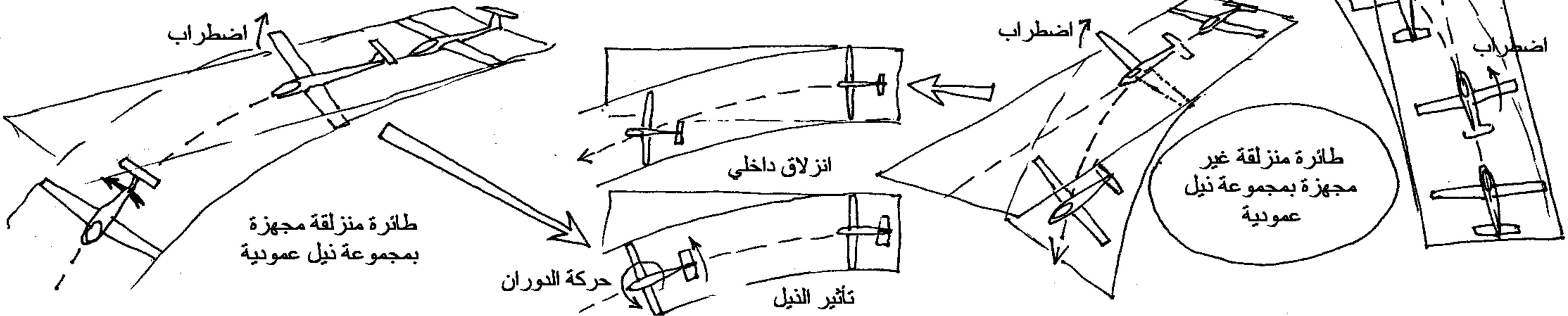
إنها ترغمنا عن الإنعطاف يمينا. نحن ندور، رغم أن الأفق في مستوى محايد.

دفة مجموعة الذيل هي سبب هذا الدوران.

لم أفهم شيئا، بما أنه في مستوى تناظر الطائرة.

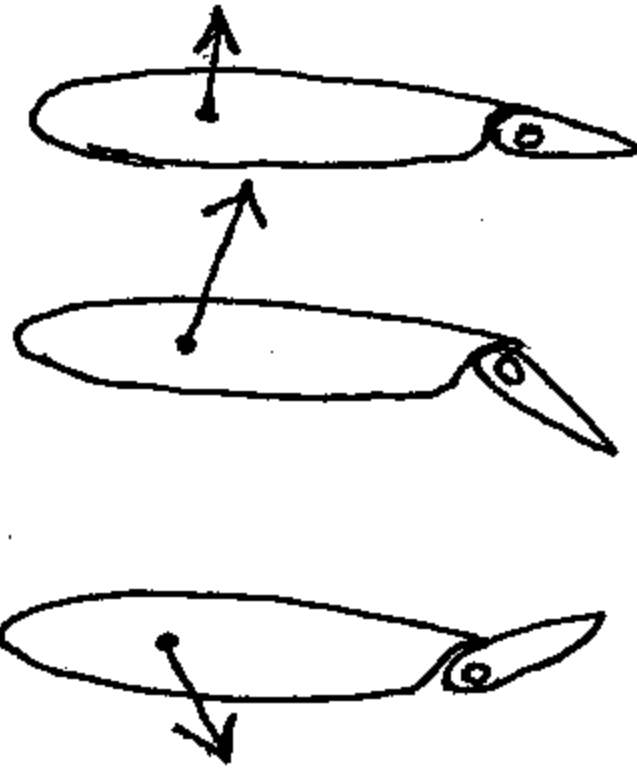
# الميلان

تخيل أن طائرتك المنزلة لا تمتلك مجموعة ذيل عمودية. فحين ستعرض لتيار هوائي صاعد سيرتفع جناحك الأيسر. ستتحرك الطائرة في انزلاق داخلي ولكن دون حركة دوران. بالمقابل إذا جهزنا الطائرة بمجموعة ذيل عمودية، تأثير الذيل سيوجه جسم الطائرة في إتجاه السرعة:



إذا كان الانحناء هو ما يسمح للطائرة المنزلة بتغيير الإتجاه، فسأتمكن من الإنعطاف عن طريق تغيير جوانب الأجنحة: أي زعانف موازنة منظمة بشكل تفاضلي.

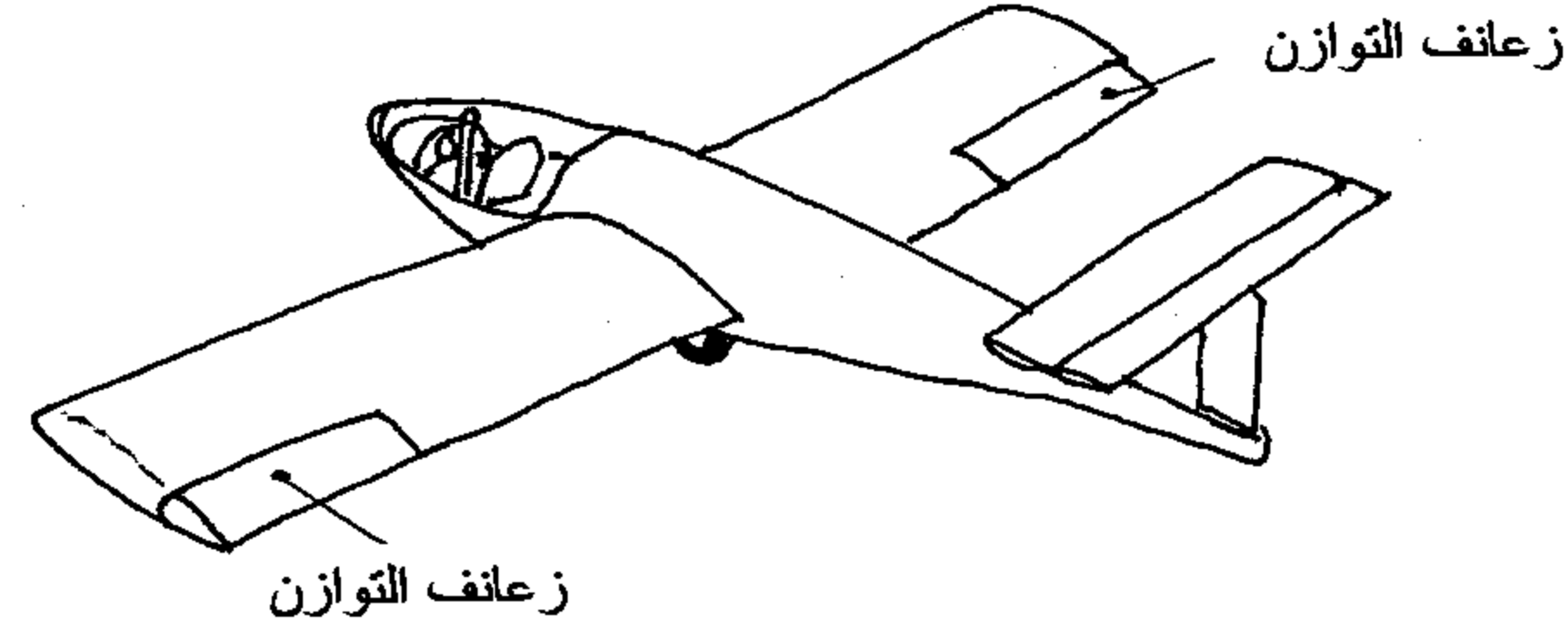
# زعانف التوازن



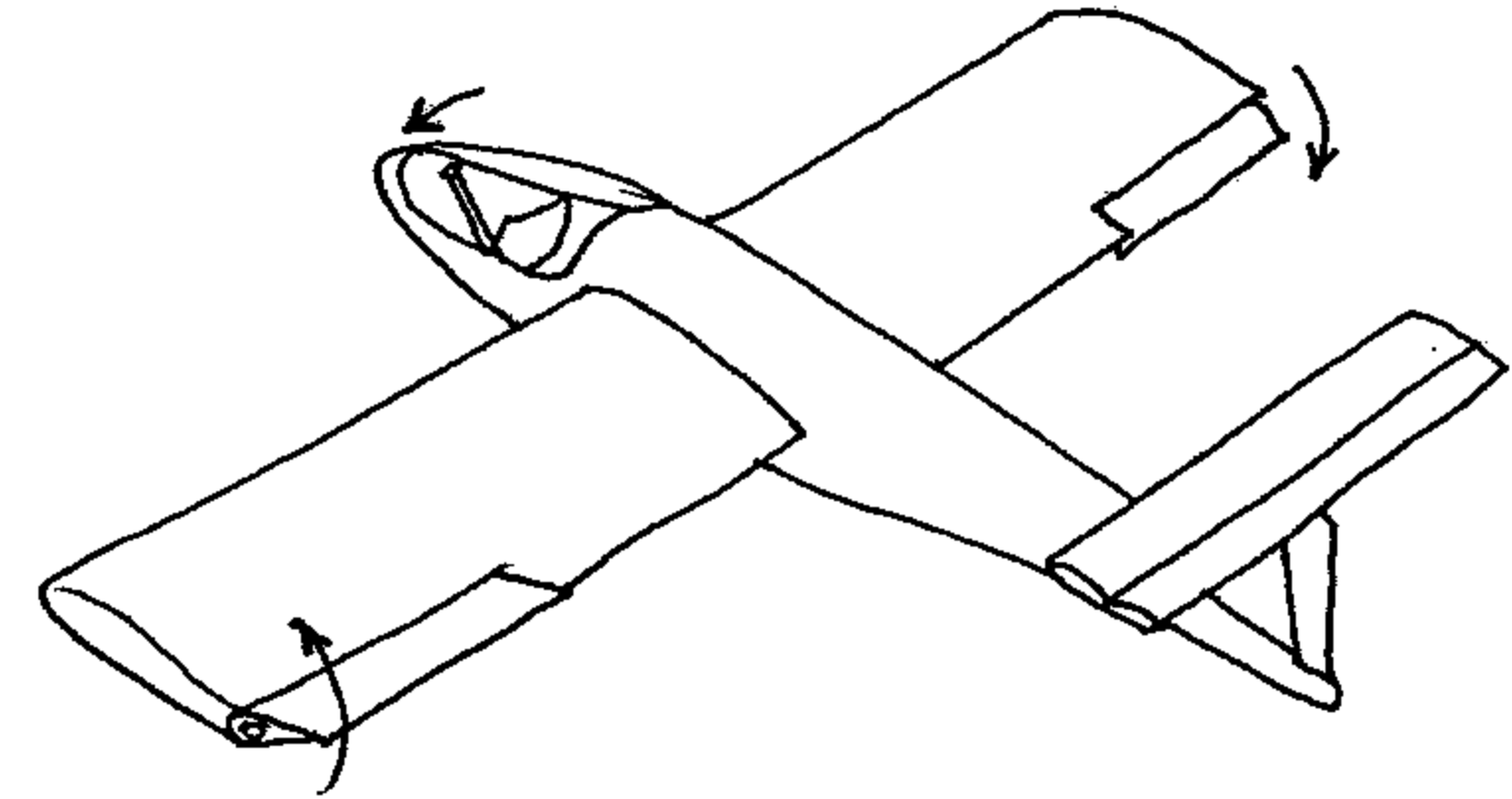
قوة الدفع، زعانف التوازن غير مقوسة

قوة الدفع ايجابية، تقوس نحو الأسفل

قوة الدفع سلبية، تقوس نحو الأعلى



زعانف التوازن



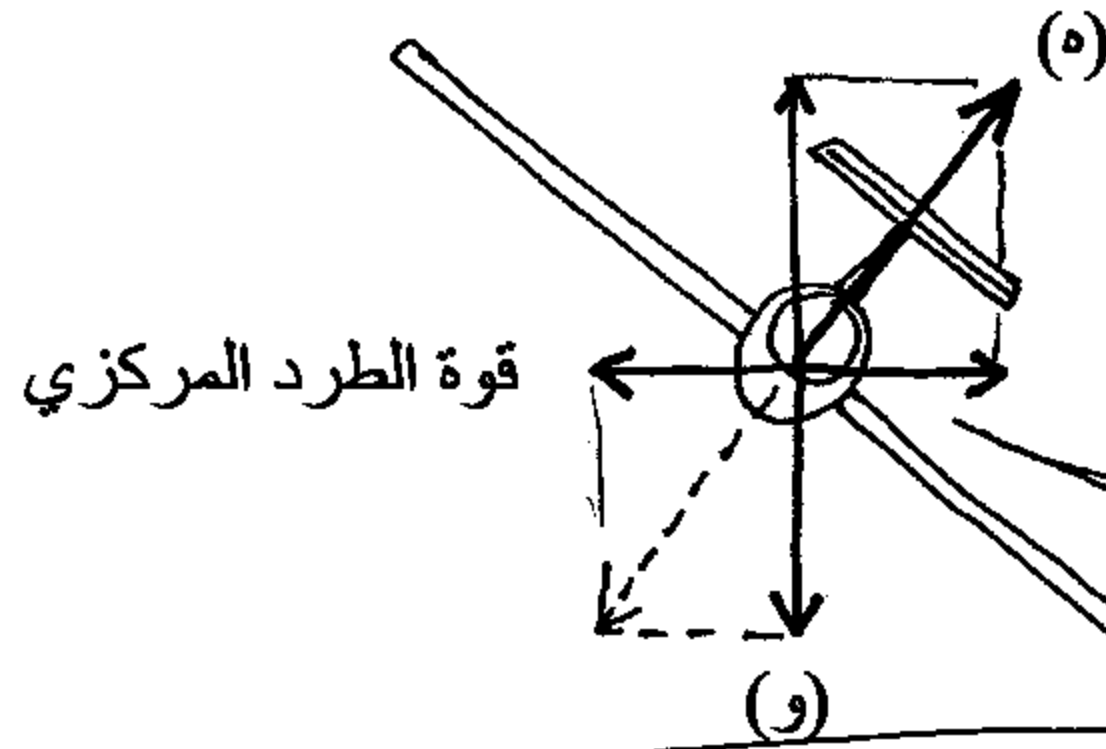
لقد تدبرت أمري وأستطيع الآن التحكم في هذه الزعانف عن طريق ذراع القيادة، وذلك بتحريكها يمينا أو يسارا.

حسنًا، سأكون قادرًا على إمالة جناحي من خلال تحريك هذه الزعانف عن طريق ذراع القيادة. ثم وبتأثير من مجموعة الذيل العمودية سأبدأ الإنعطاف، سأقوم في نفس الوقت بجر المقود قليلا حتى أحافظ على توازنه و أمنع طائرتي المنزلة من الغوص

هذا جيد، حاول أيضا أن تدوس قليلا برجلك عند الإنعطاف. سيساعدك ذلك.



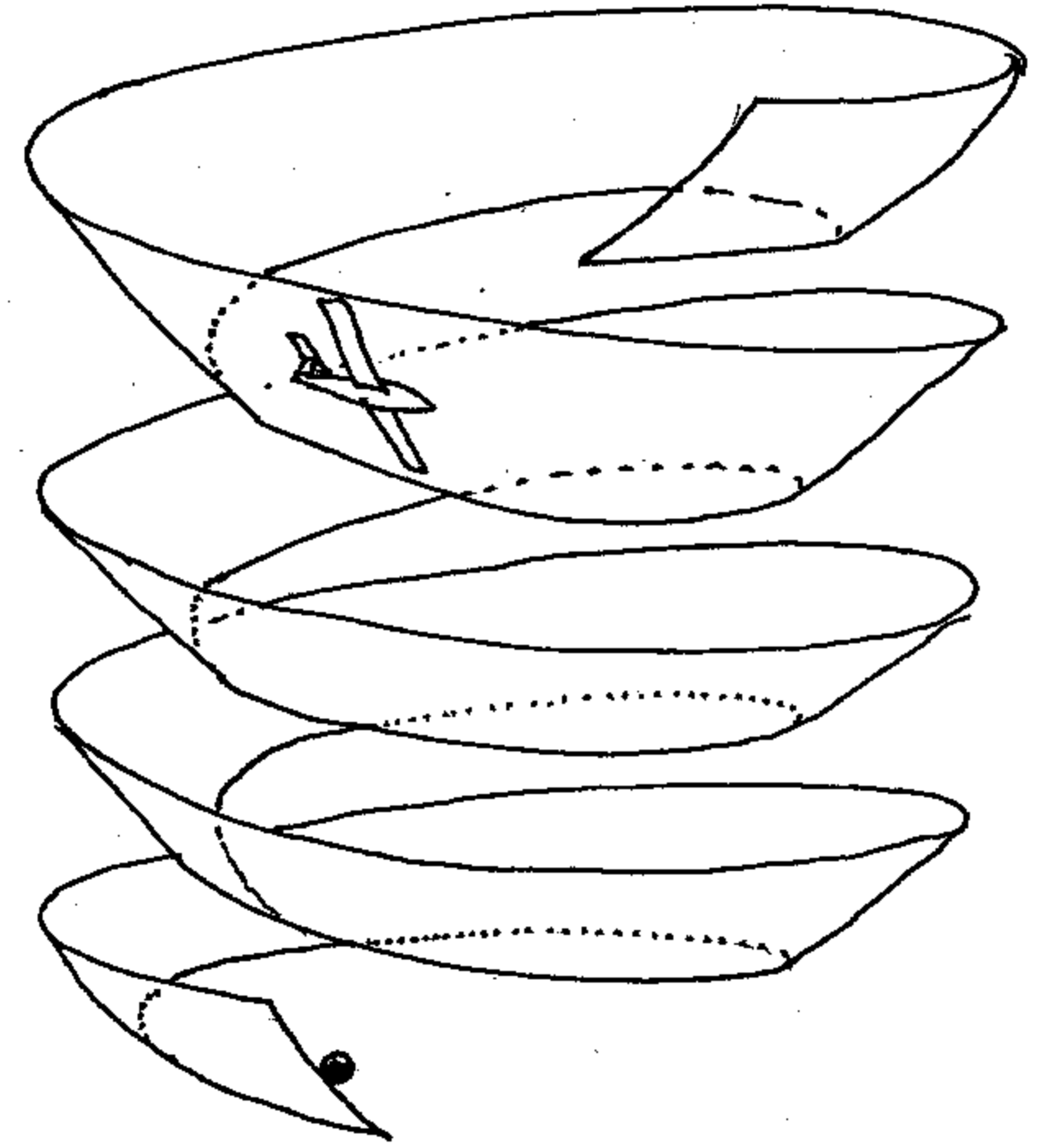
هوبلا! انعطاف ناجح



هل رأيت ذلك، أصبح إنعكاس دائرتك تلقائياً ما عليك الآن إلا أن تستعمل ذراع القيادة والتحكم لتصحيح وموازنة مسار الانعطاف.

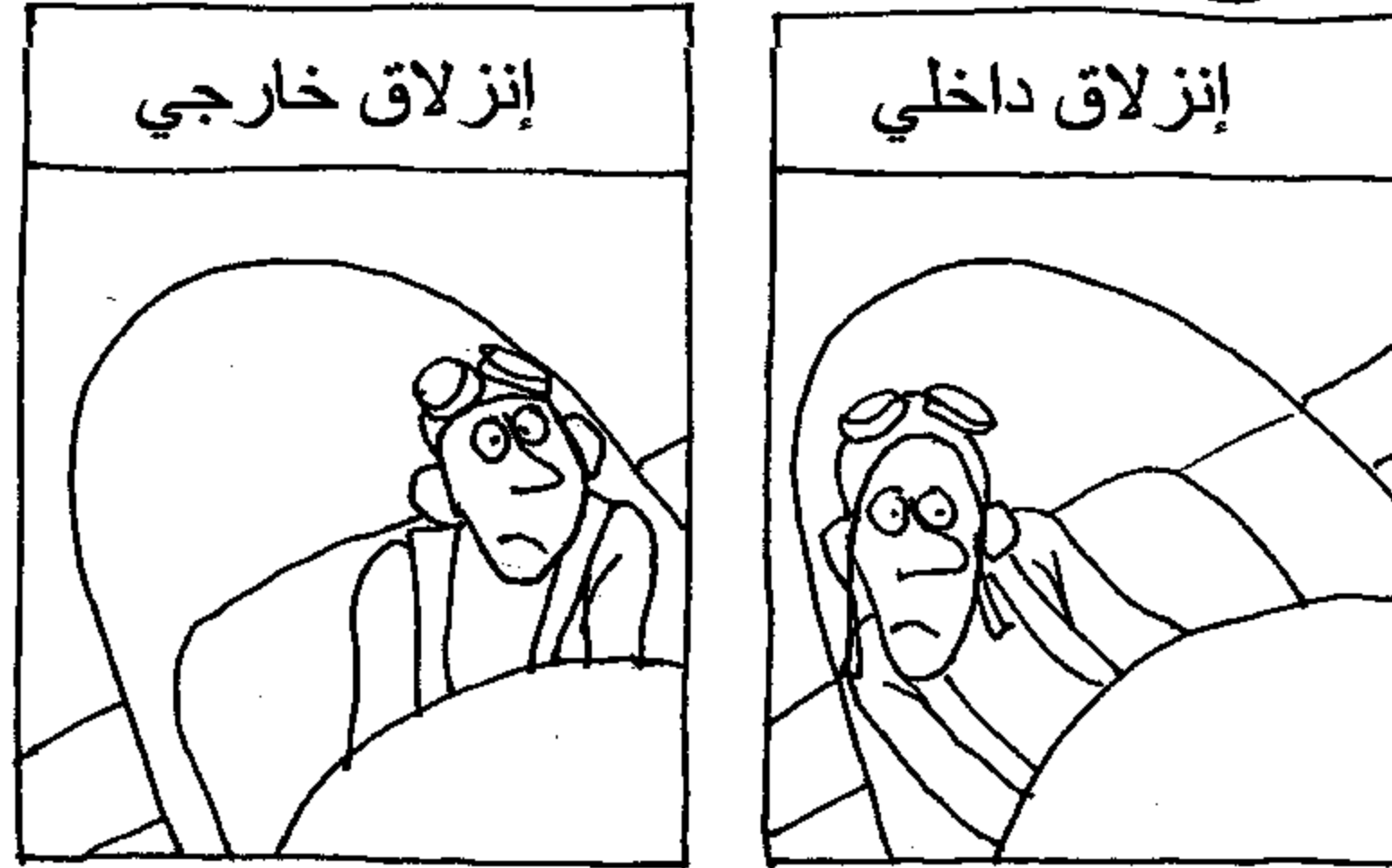
إذا كان الانعطاف موازن بشكل جيد، فستنزلق طائرتك الشراعية ككرة صغيرة تسير في جرب ميزاب ذو شكل لولبي أو مثل زلاجة تتزحلق بشكل مستقيم فوق الجليد، دون أن ينحرف مسارها لا يمينا ولا يسارا.

ولكن، كيف سأعرف أنني أتعرض لإنزلاق داخلي أو خارجي تجاه شيء لا نراه: الهواء؟

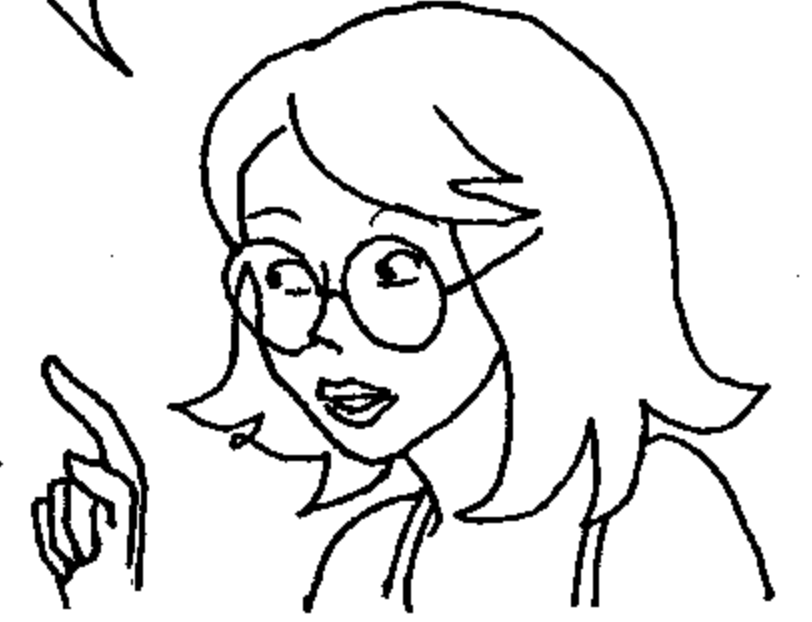


# التحكم في الإنعكاس

هذا أخف بشكل أكبر.  
ويجب أن تعتاد على القيادة  
بجسمك.



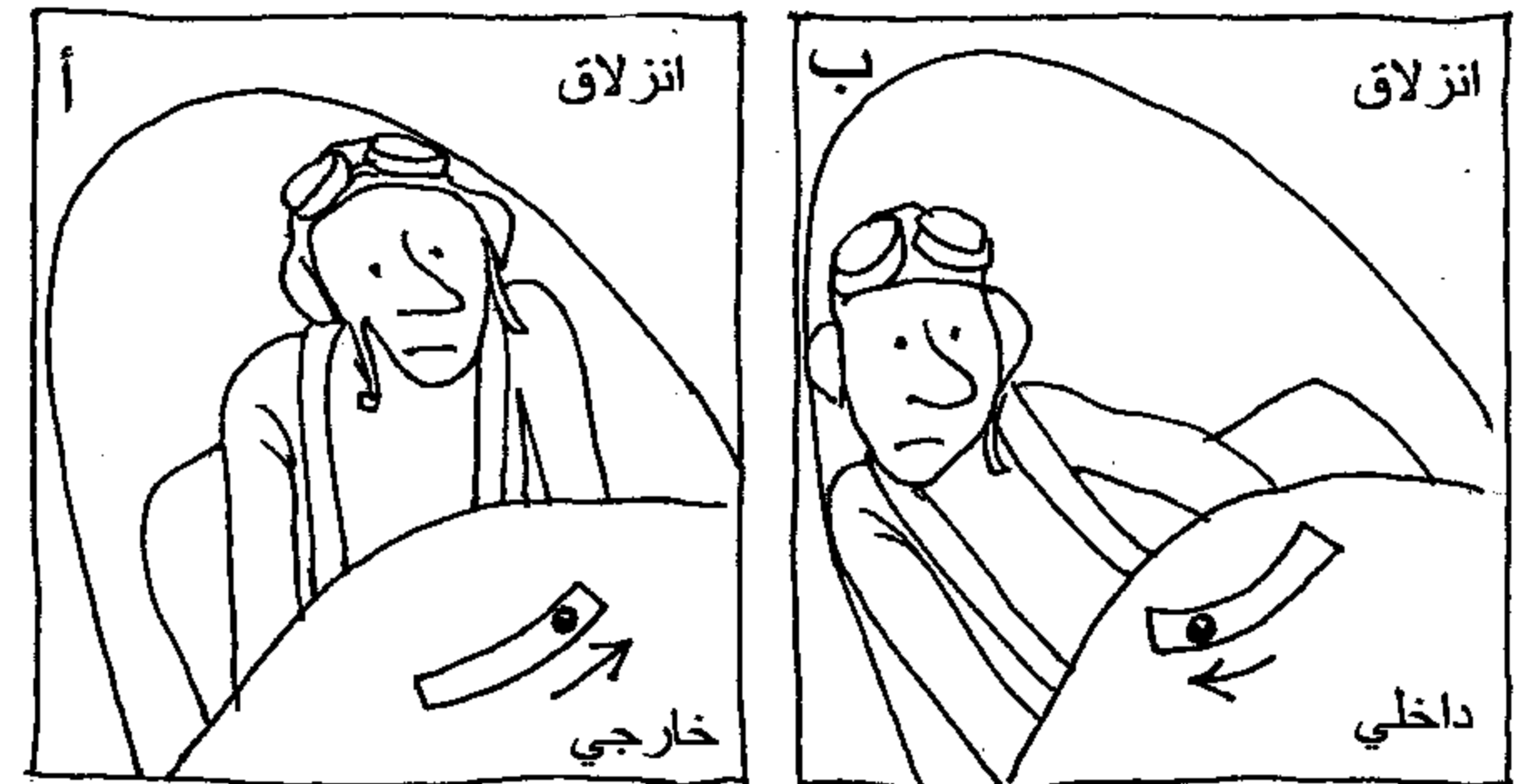
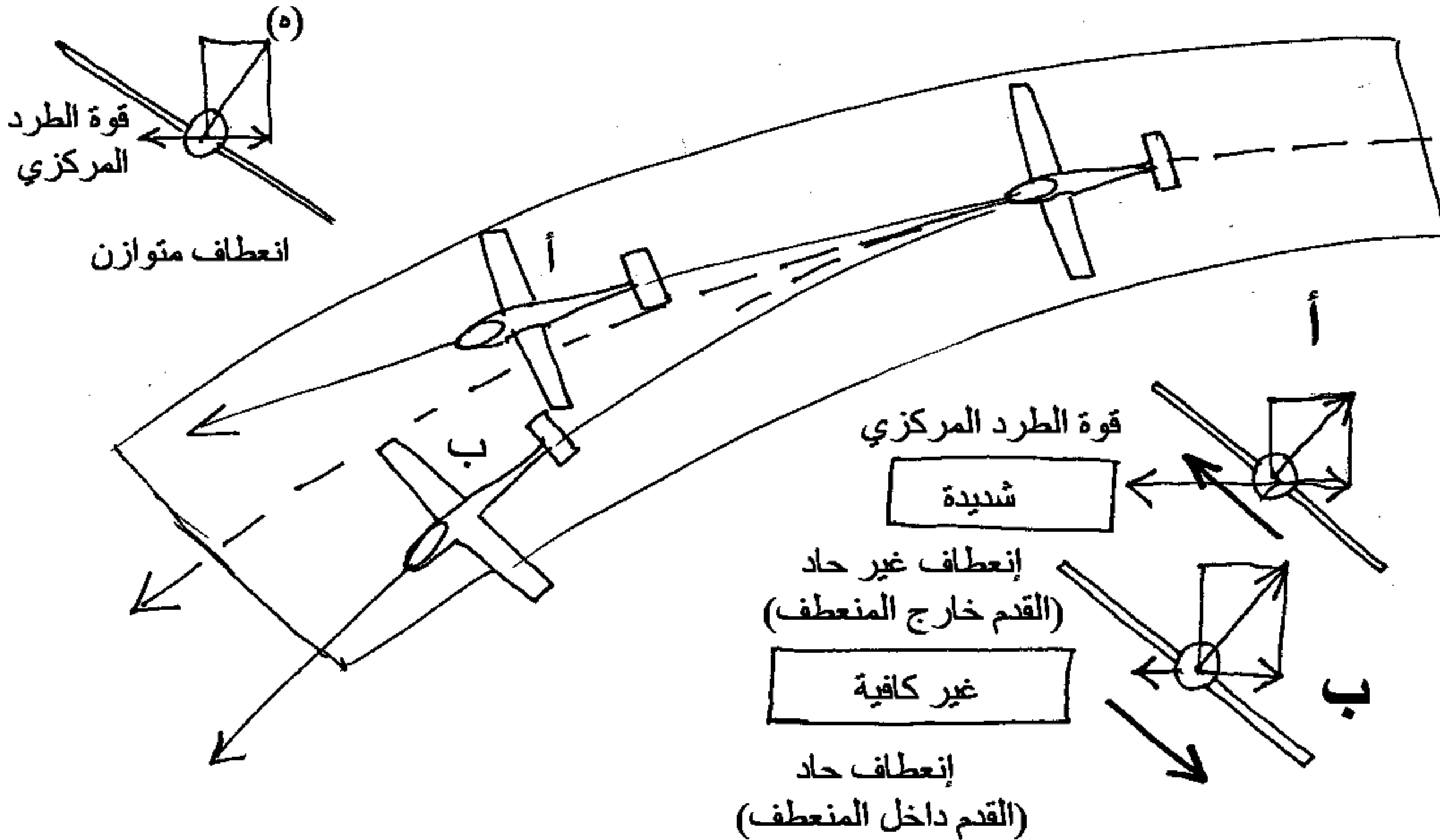
الجهاز الأول، هو الجسم وهو الذي يحس  
بشكل مباشر بالإنزلاق.



يتعلق الأمر بأنبوب زجاجي، مملوء رسائل زيتي،  
يحتوي على كلية صغيرة



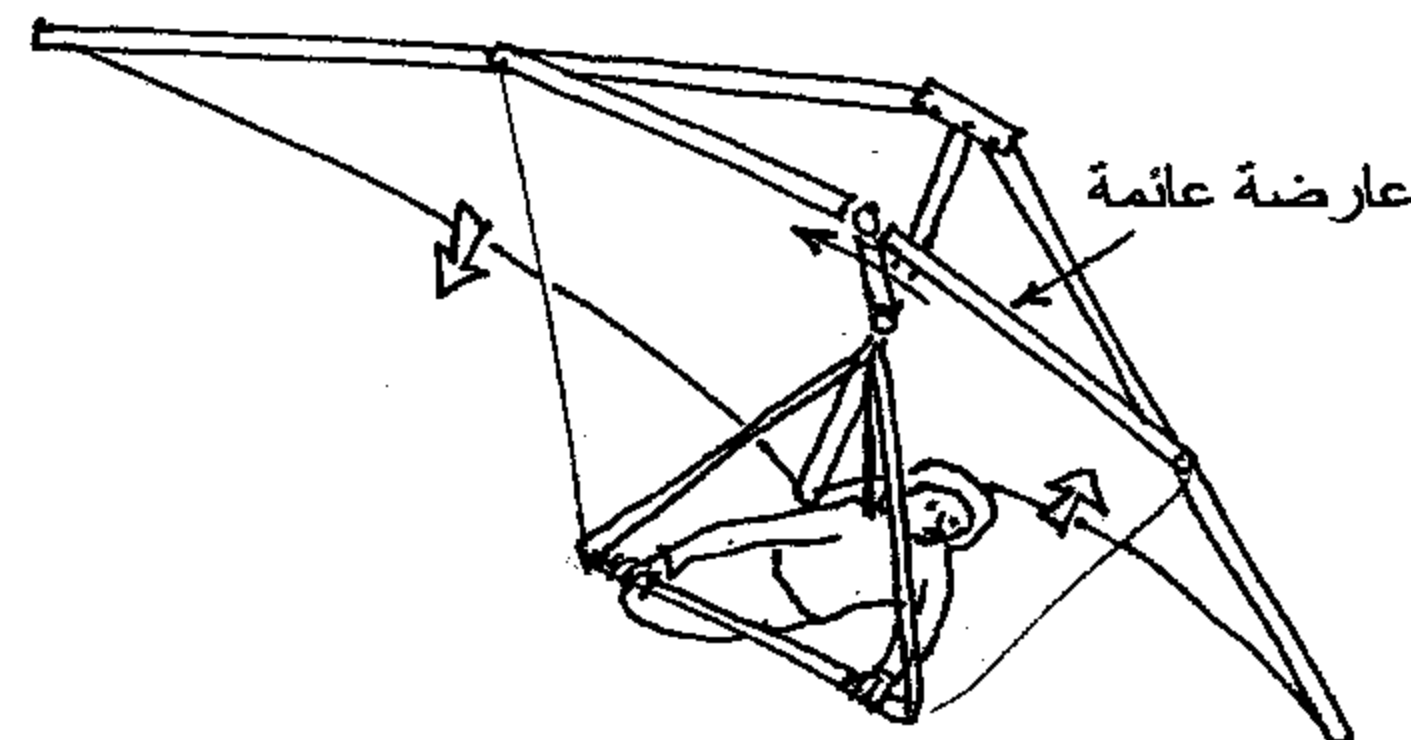
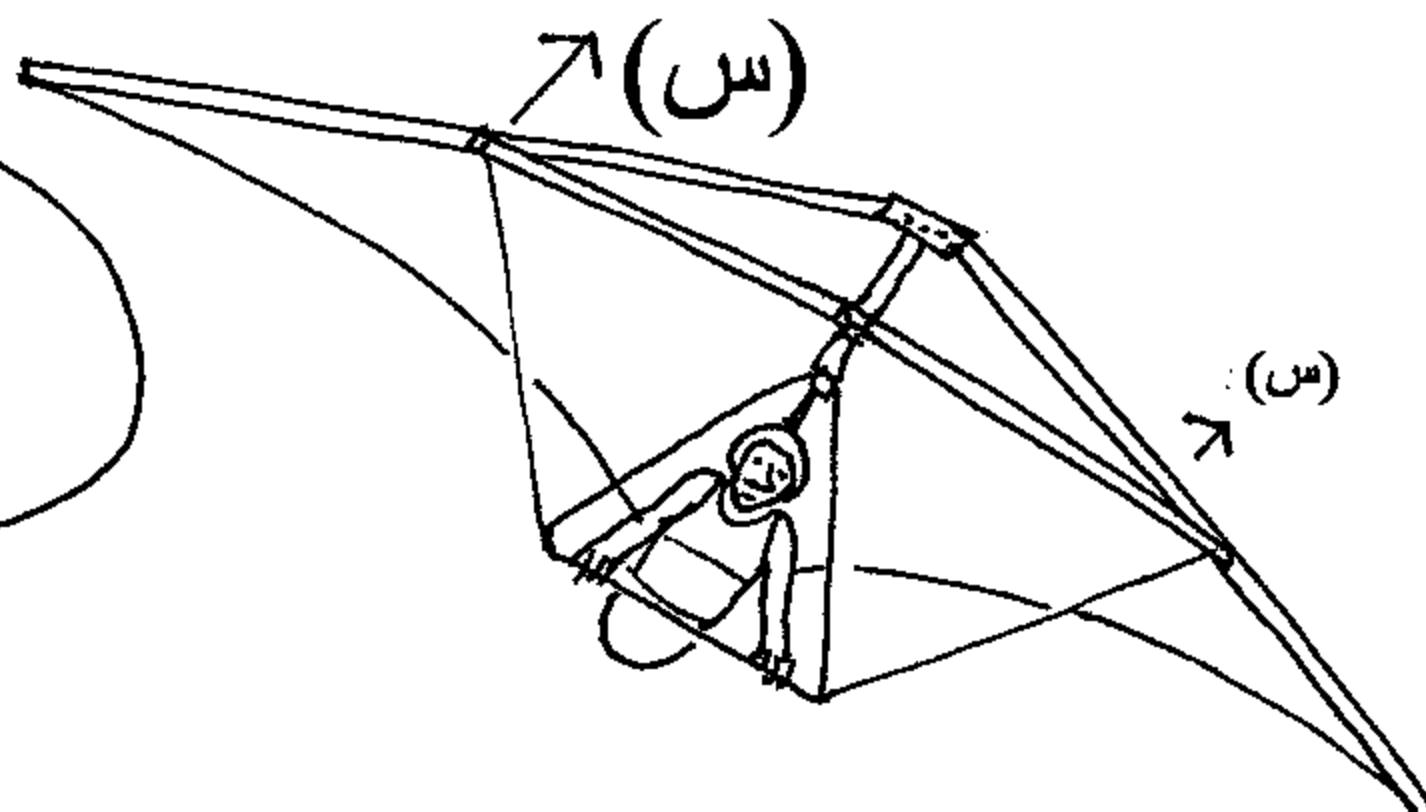
الجهاز الأول: الكرية



تنزلق الكرية في منحى الإنزلاق

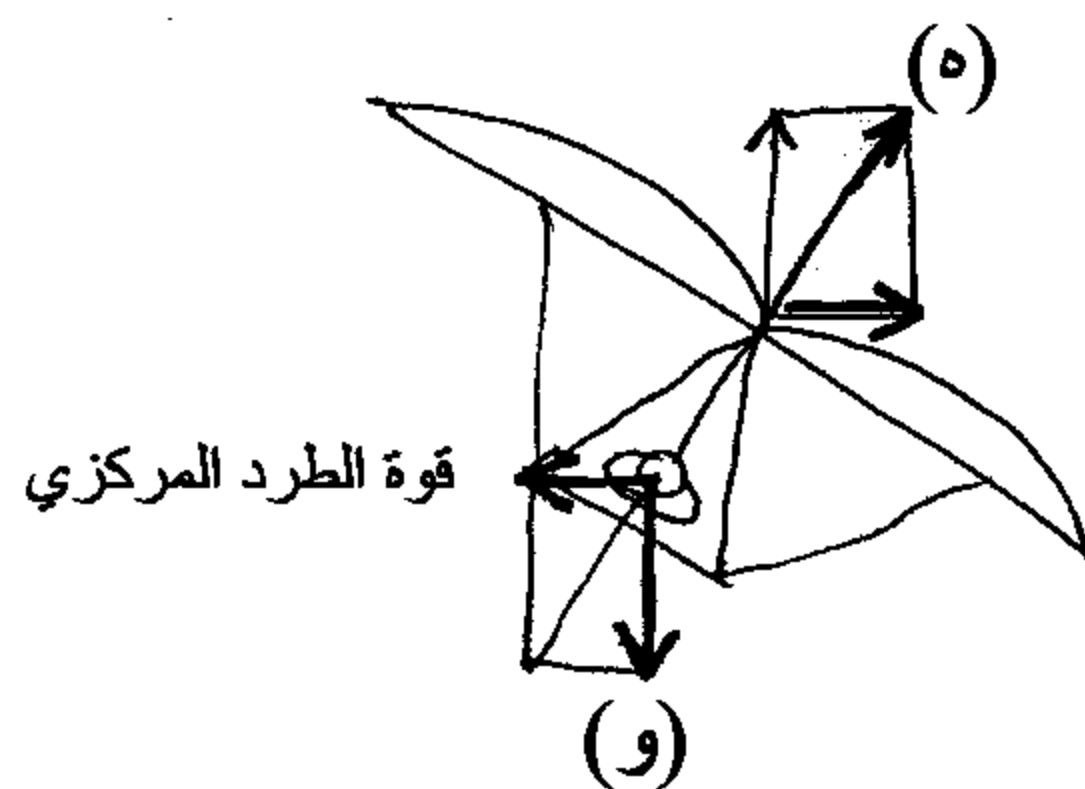
## إستطراد بخصوص دلتا الشراعية (أنظر الصفحة 16)

ولكن كيف سيتتبع انعطافه؟  
هل هو مجهز ب... كرية؟



عند بداية الإنعطاف، يلعب الميلان دورا مهما.  
فالجناح الخارجي ينتقل بسرعة أكبر قليلا.

ربان الدلتا الشراعية يحرك بدنه من  
أجل بدء عملية الإنعطاف.



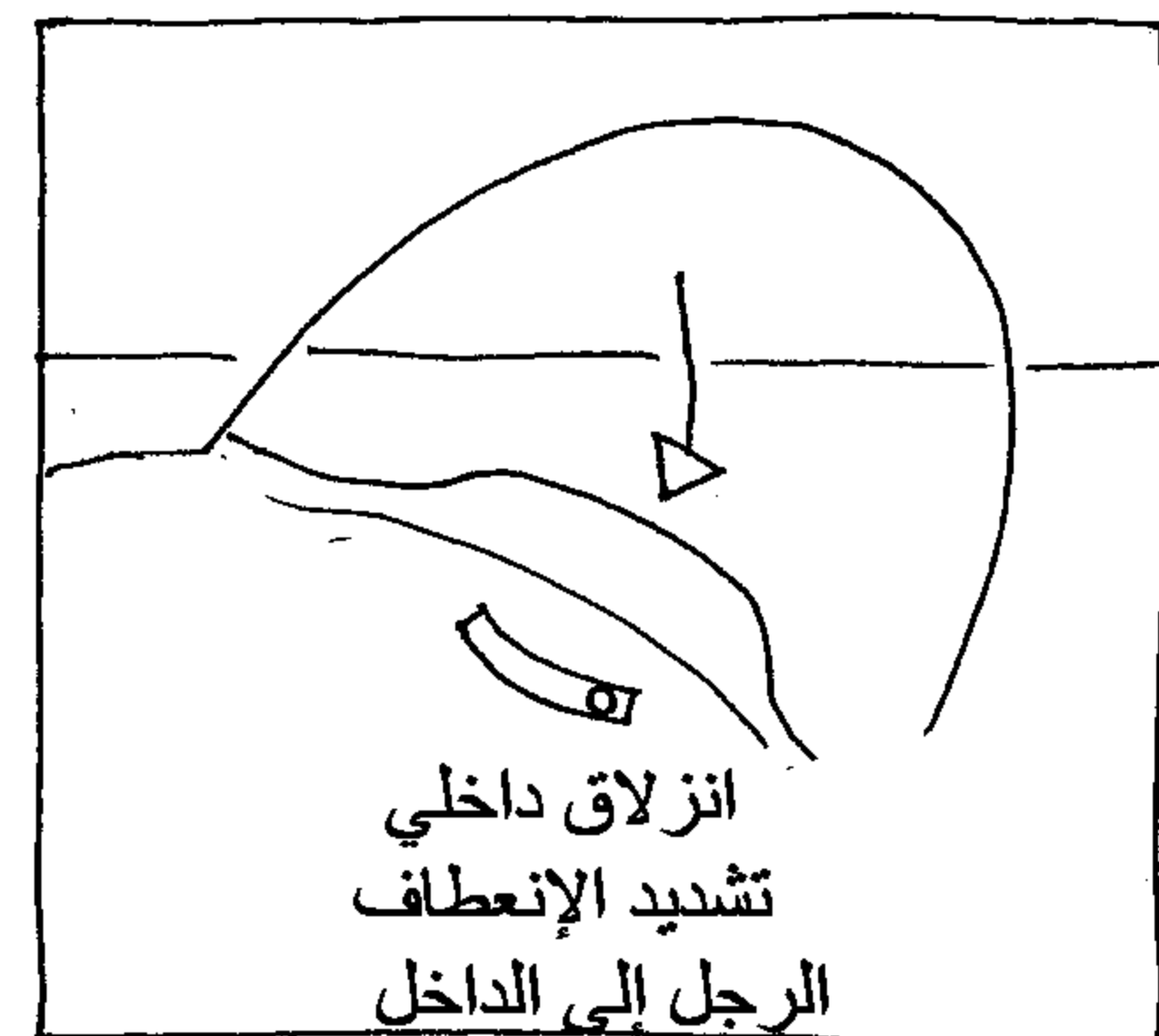
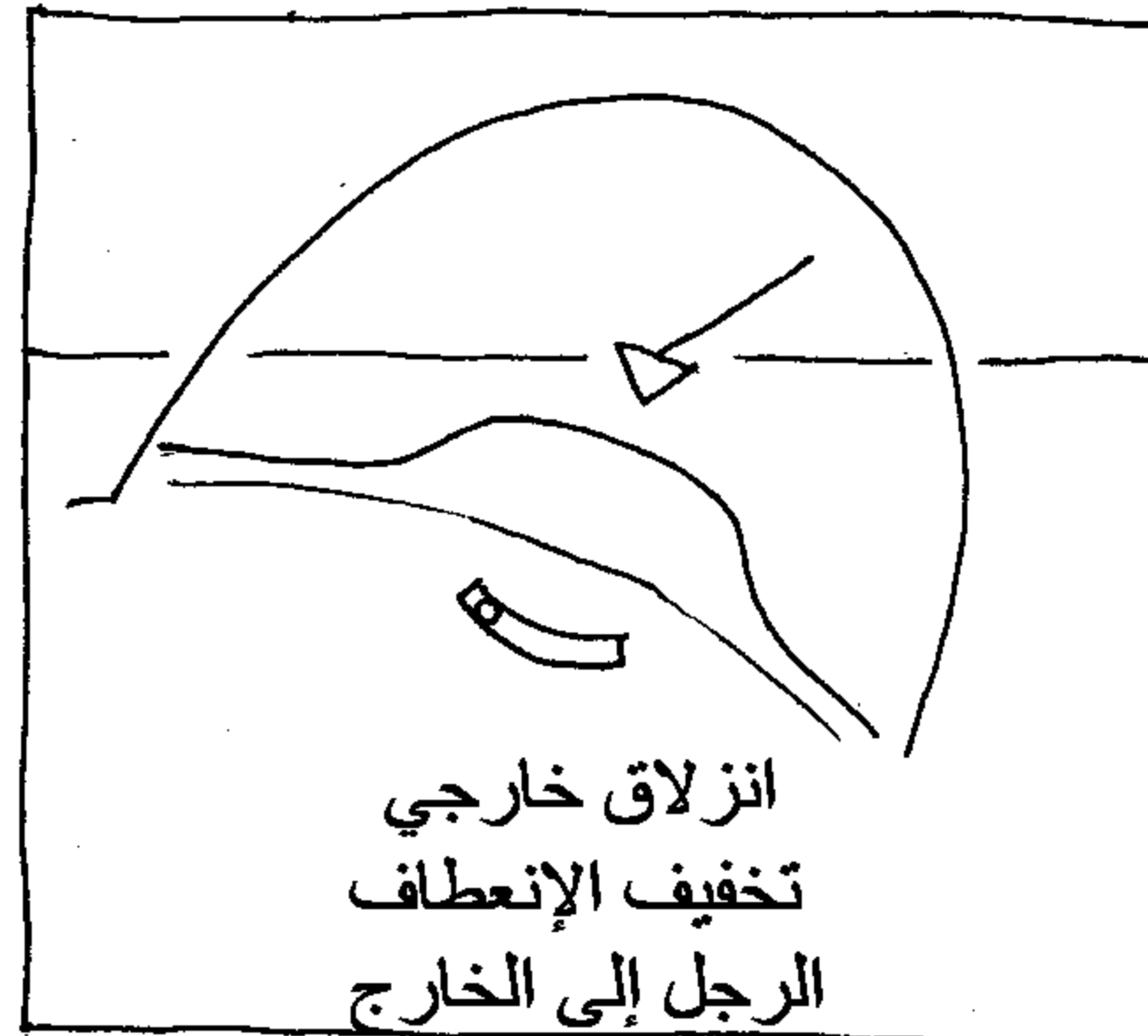
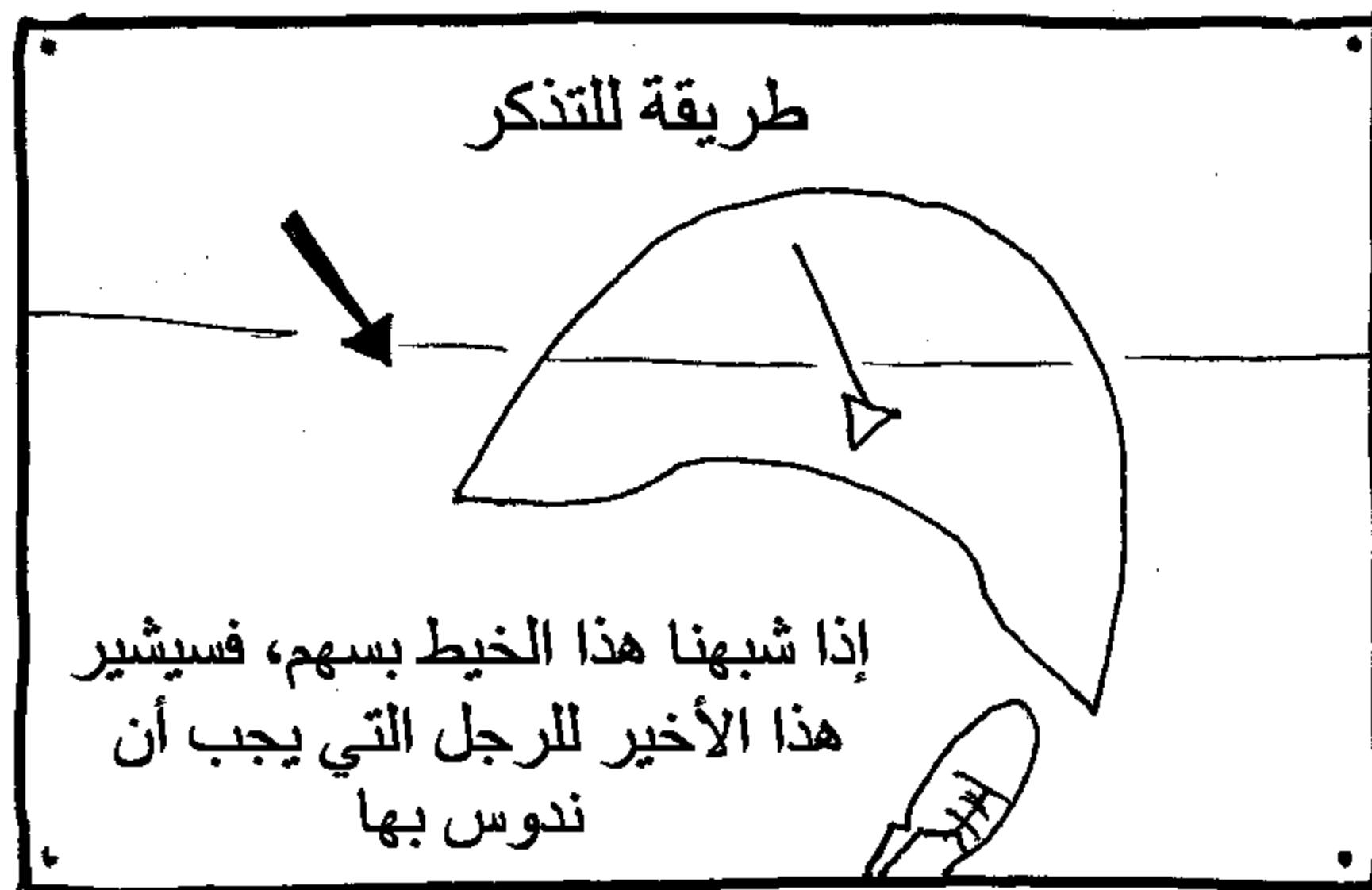
قوة الطرد المركزي توازن العنصر  
الزاوي للقوة الديناميكية الهوائية (ه).

لا يحتاج ربان الدلتا الشراعية لوجود الكرية الصغيرة،  
لأن في هذه الحالة هو من سيلعب دور... الكرية.  
يستمر الانعطاف وتزداد معه شدة قوة الطرد المركزي  
التي تدفع بالربان إلى مستوى تماثل الدلتا حيث تسمح  
العارضة العائمة ببقائه تلقائيا.





# النبيك الصوف



# الجمع بين أوامر القيادة



عندما ننخرط في عملية الانعطاف، أو عندما نسير في خط مستقيم، أو عندما نزيد من شدة الإنعطاف أو نخفف منه، يجب علينا أن نستعمل ذراع القيادة والقدم المناسبة في نفس الوقت.

هذا ما نسميه بجمع أوامر القيادة

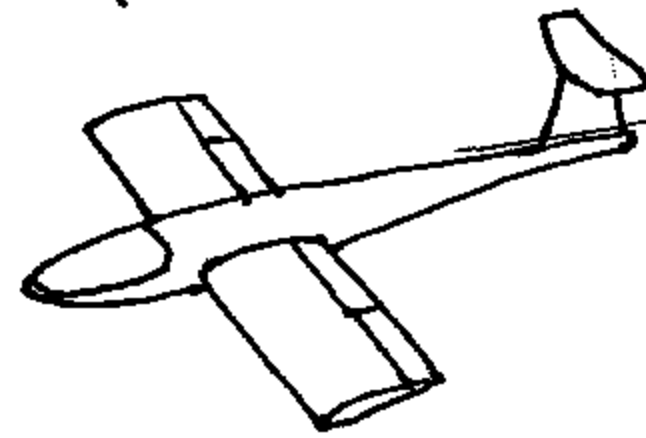


القدم وذراع القيادة نحو اليسار

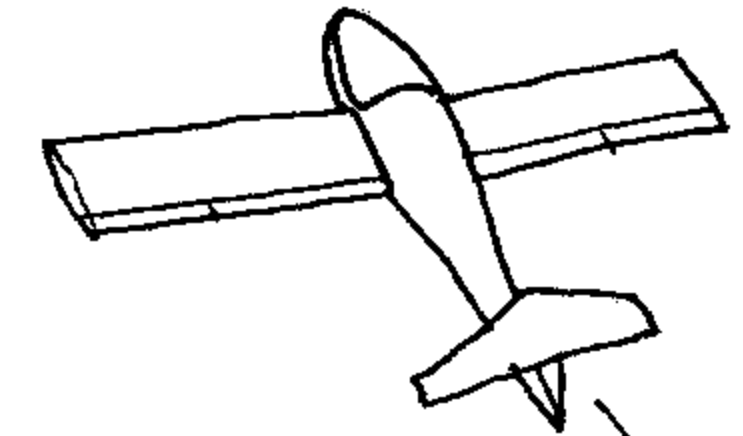


القدم وذراع القيادة نحو اليمين

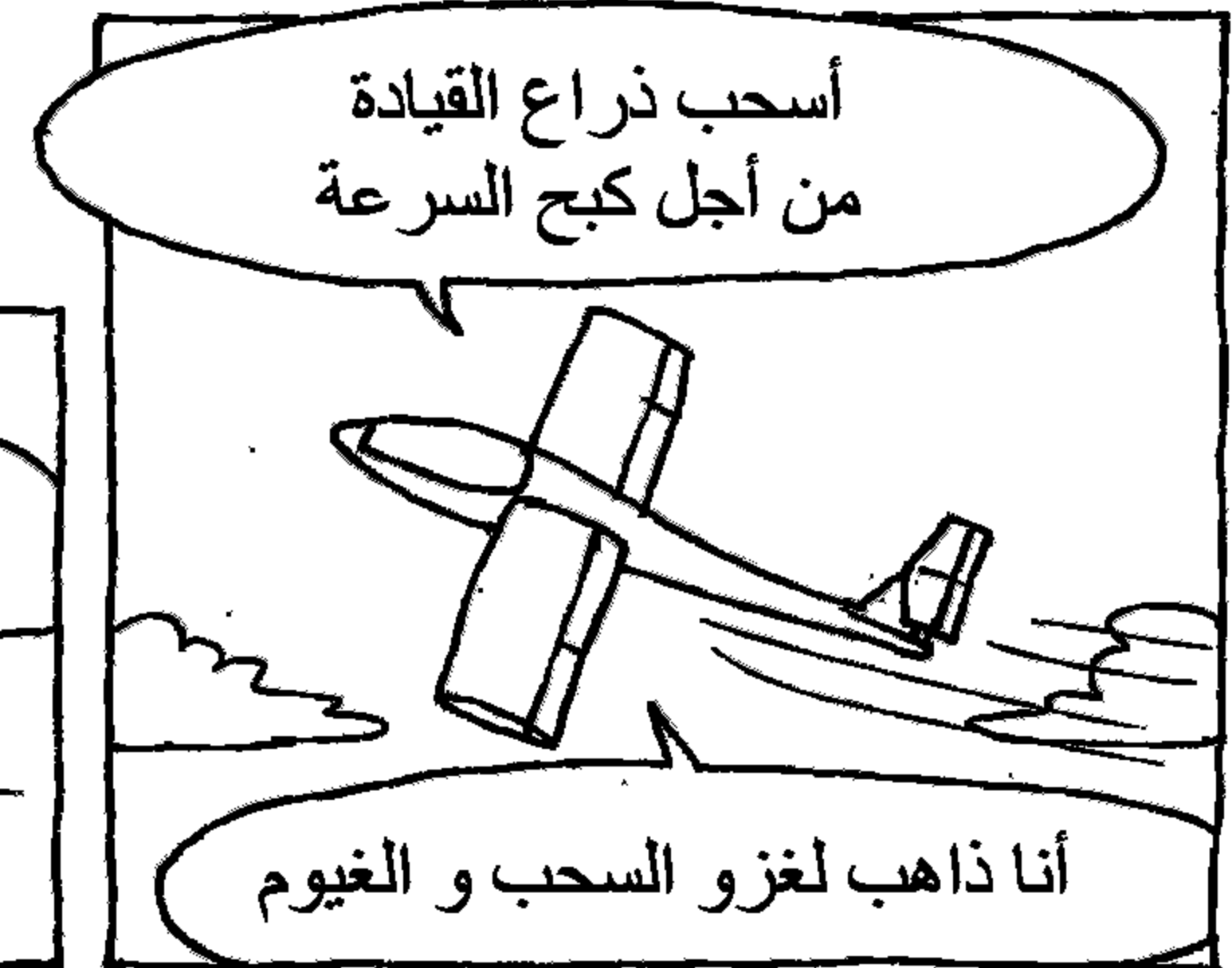
أدفع بالذراع نحو الأمام  
فتزيد سرعتي



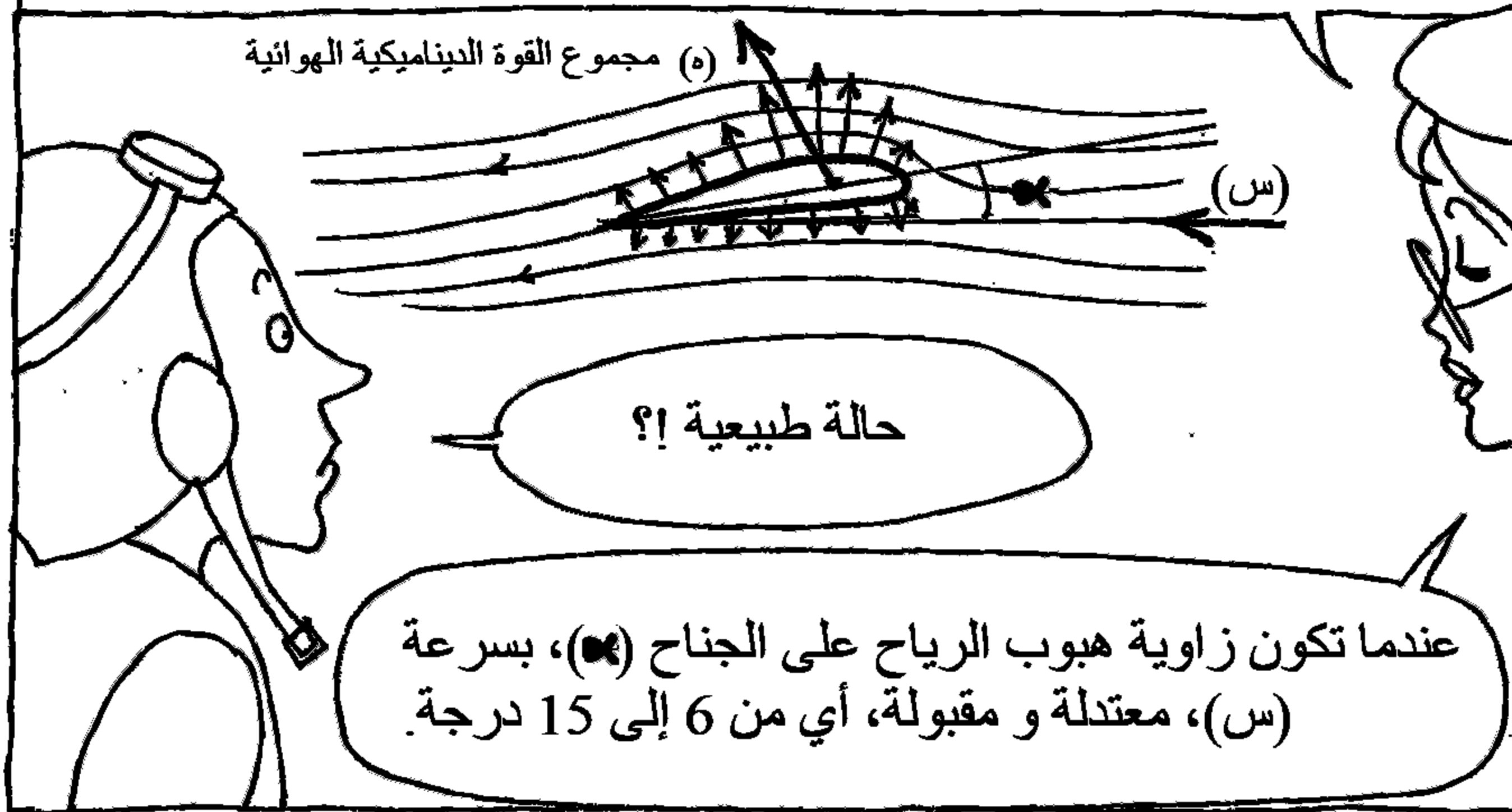
لقد سمحت لي هذه الأوامر بأن أتحكم  
في طائرتي الشراعية المنزلقة كما أريد



# الإنكسار الهوائي



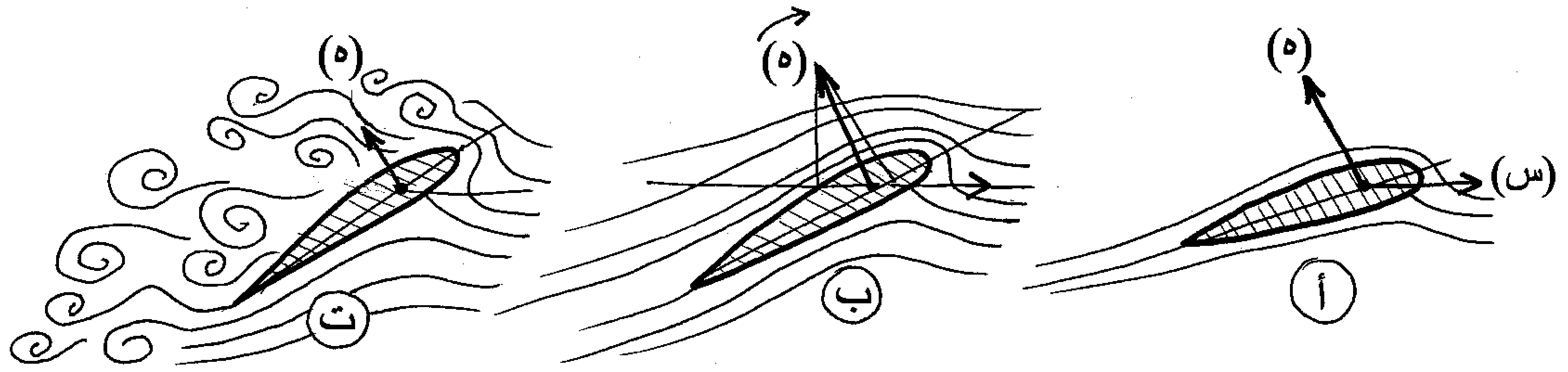
سأشرح لك الأمر. هذا الرسم التصويري يوضح تدفق الهواء حول مقطع الجناح في الحالة الطبيعية.



لقد انكسارا هوائيا في الجو يا عزيزي

ماذا أنجزت؟



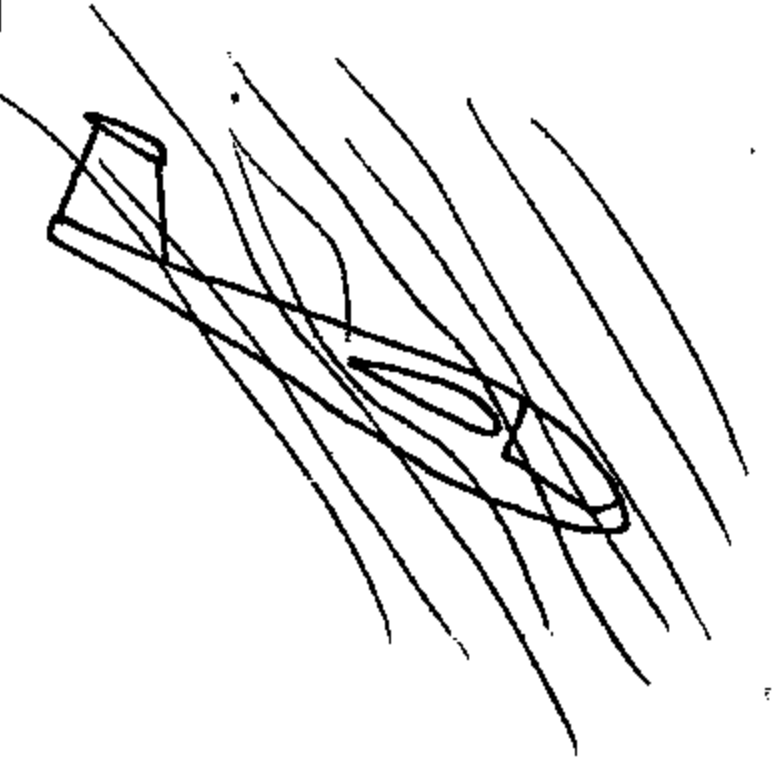


المقطع (أ)، يمثل حالة طيران عادية.

المقطع (ب)، يمثل حالة طيران بزاوية هبوط كبيرة. القوة الديناميكية الهوائية تميل إلى التآرجح في اتجاه السرعة (س) و ينتج عنها قوة جر (ج) و لكن تآرجح هذه القوة (ه) نحو الأمام يجعلها تميل إلى مقدمة مستوى الجناح المقطع (ت)، يعجز الهواء عن الإحاطة بالمحيط العلوي للجناح. وتحت تأثير قوة الطرد المركزي، ينكسر التدفق، عندئذ تنهوى قوة الدفع وتسقط الطائرة المنزلة في سقوط حر

بعد الغوص تكتسب الطائرة الشراعية المنزلة السرعة من جديد. ويصبح تدفق الهواء متصلا حول الجناح. تنشأ من جديد قوة الدفع بشكل مفاجئ، بسبب إكتساب الطائرة للسرعة (س). عندما يحس الريان بأن طائرته ستفقد السرعة، عليه أن يدفع بذراع التحكم قليلا لتغوص الطائرة المنزلة وتكتسب السرعة اللازمة وترجع لحالة الطيران العادي.

الإدارة



أجل، لقد وقعت داخل تيار هوائي صاعد، أحدث إنكسارا ديناميكيا.



هل انكسرت سر عتك في الجو يوما؟

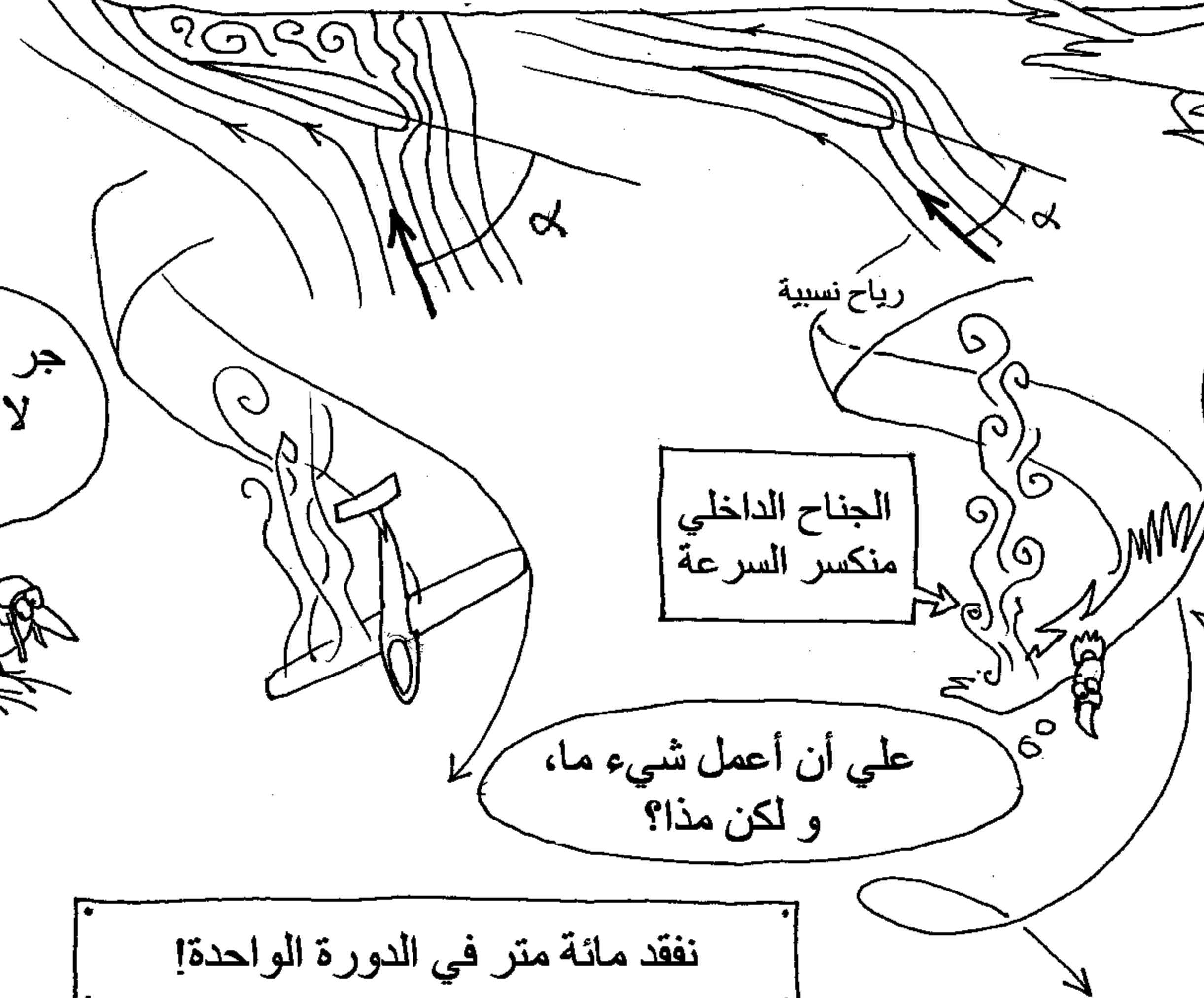


# الحوار التلقائي



كنت أطيّر بشكل لولبي، باحثاً عن شيء أكله، جثّة ما. وفجأة، وقع ما وقع.

لقد إنكسر طيرانك لأنه اتجاه الرياح النسبية تغير فجأة،  
وأدى ذلك إلى رفع زاوية هبوب الرياح؟



أجل، وبما أن الجناح الداخلي أبطأ من  
الآخر فقد انكسرت سرعته. وأدى ذلك  
لسقوطي وأصبحت أدور حول نفسي،  
يال الهول.

الجنح الخارجي يطير  
زوايا كبيرة. القوة  
الديناميكية الهوائية  
توازن هذا الدوران  
الذاتي.

علي أن أعمل شيء ما،  
و لكن ماذا؟

جر ذراع القيادة؟  
لا تحاول ذلك  
ابداً!

نفقد مائة متر في الدورة الواحدة!

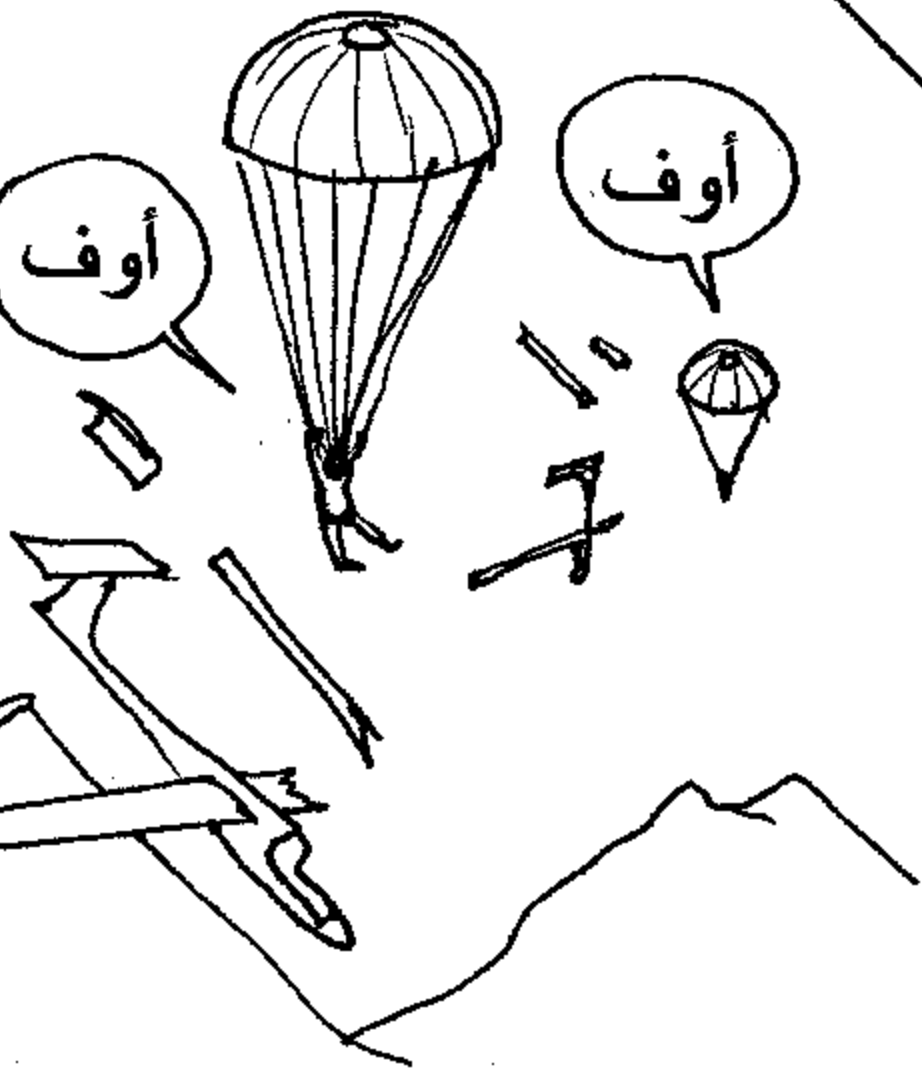


# المضلات الشراعية :

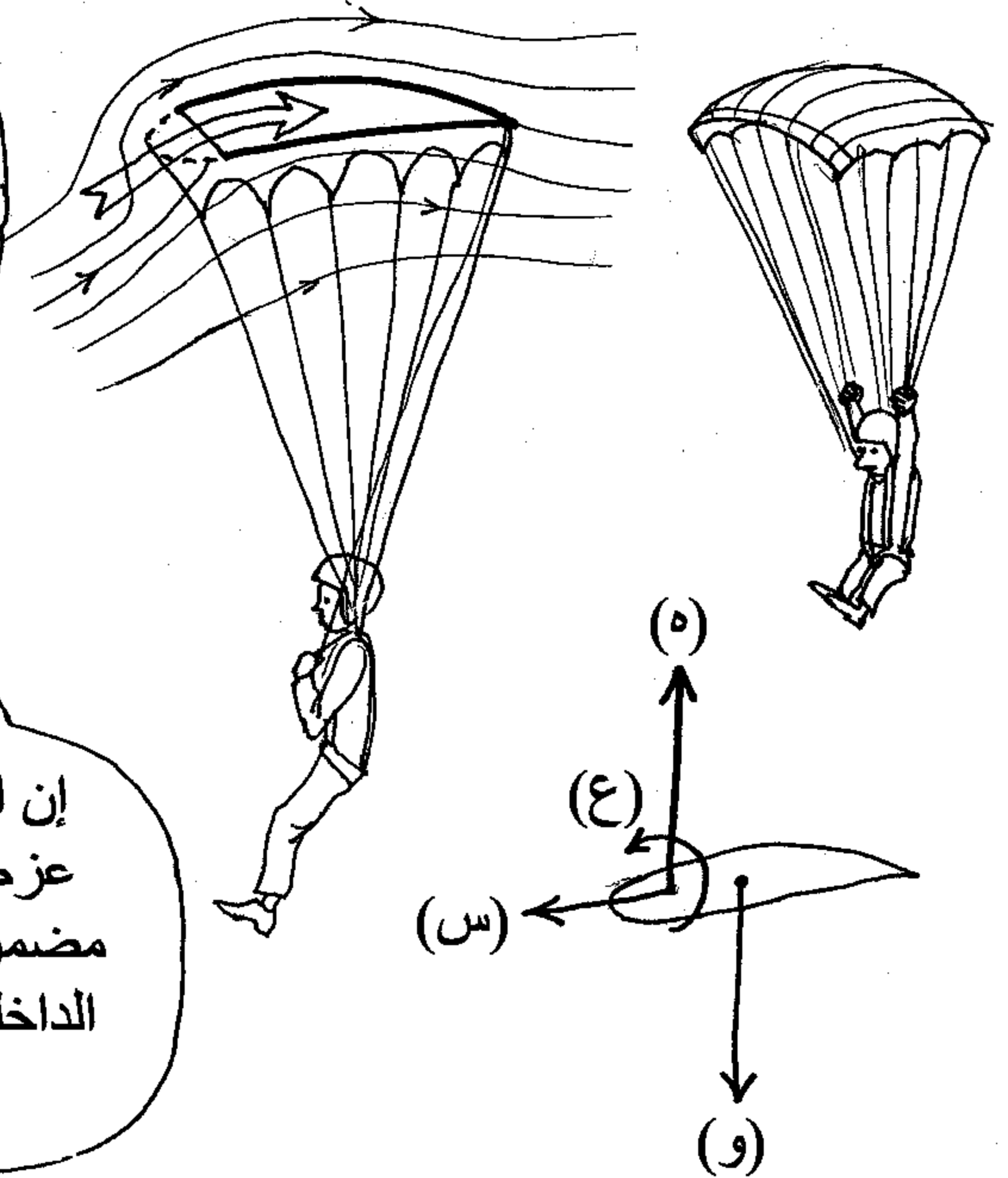
## عندما يصبح الشراع كفنًا كائنًا

المضلات الشراعية هي إسقاط للمضلات المربعة التي حلت محل المضلات النصف كورية (\*) والتي لم تعد تستعمل إلا كمضلات احتياطية.

حمل المضلات إجباري في الطائرات المنزلة.



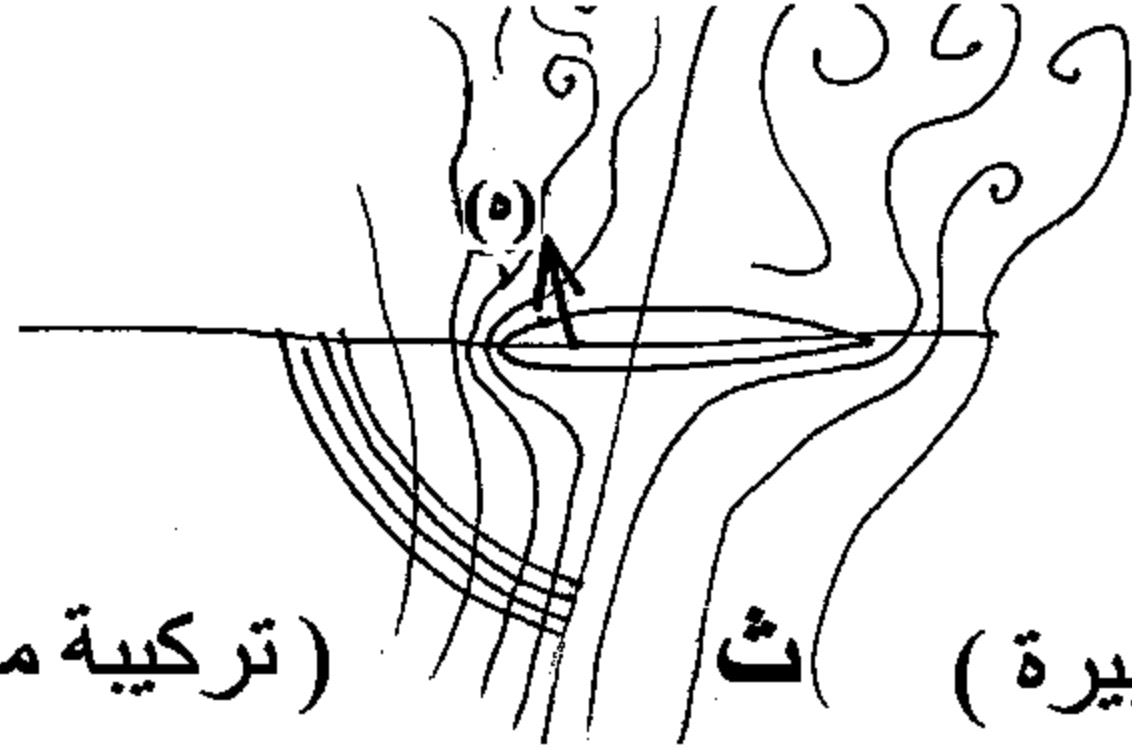
إن التمرکز الوسطي للربان هو ما يوازن عزم دوران المظلة. انتفاخ جانب المظلة مضمون عن طريق الضغط الزائد في الجزء الداخلي من الجناح، هذا الأخير مصنوع من نسيج ذو شبكات كبيرة.



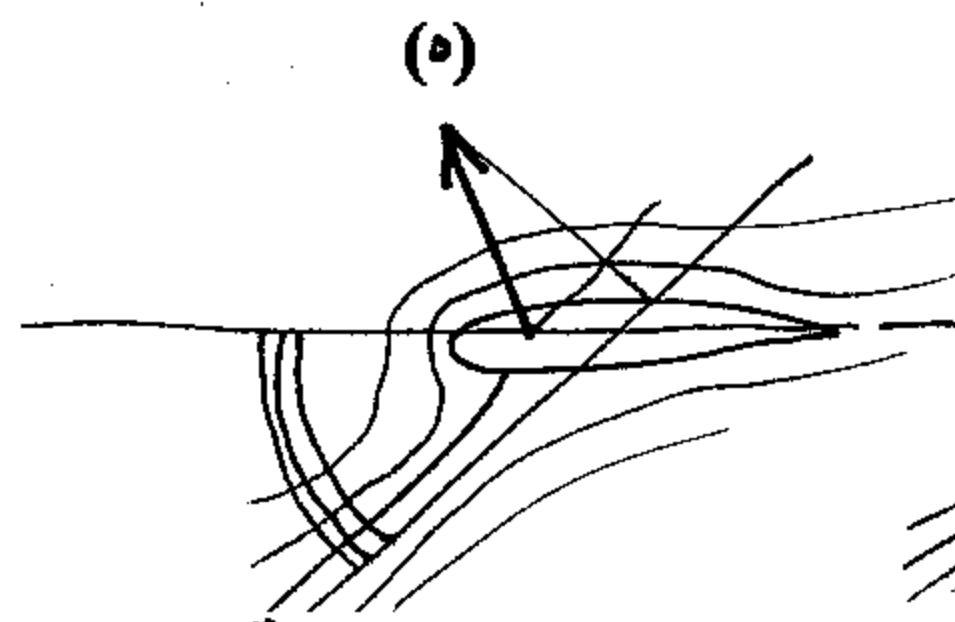
سرعة هبوط المضلات المربعة هي 2,5 متر في الثانية

(\*) هبوط عمودي بسرعة 6 أمتار في الثانية

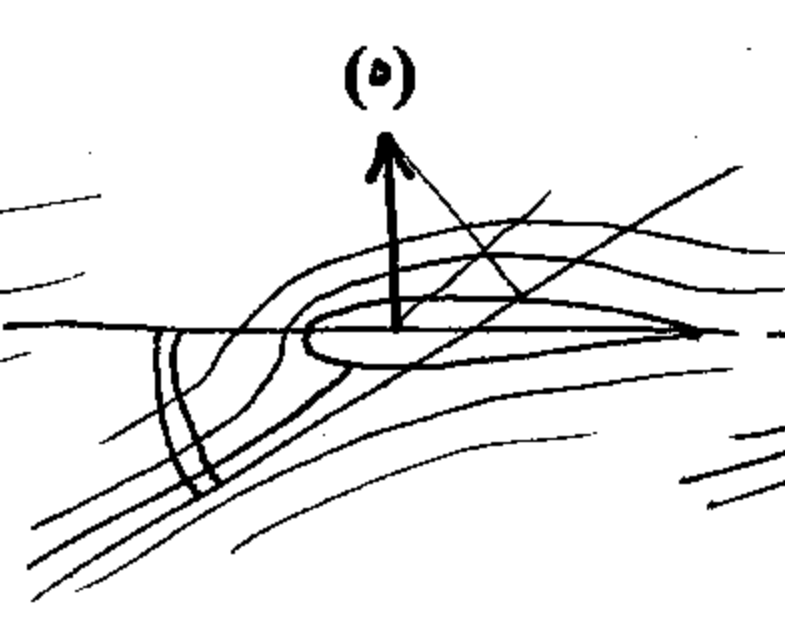
(تركيبة منكسرة السرعة)



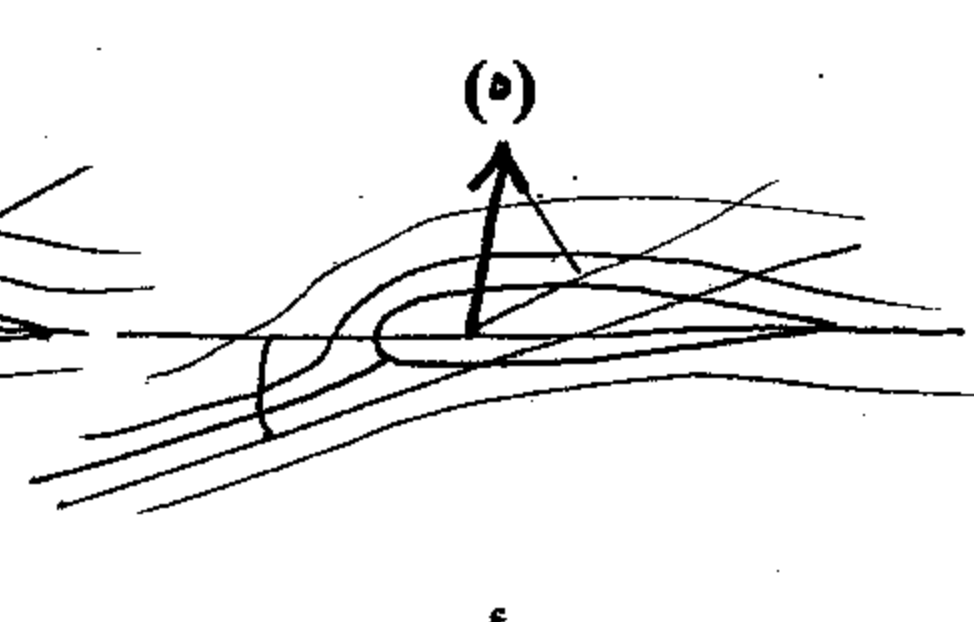
ت (زاوية هبوب كبيرة)



ب



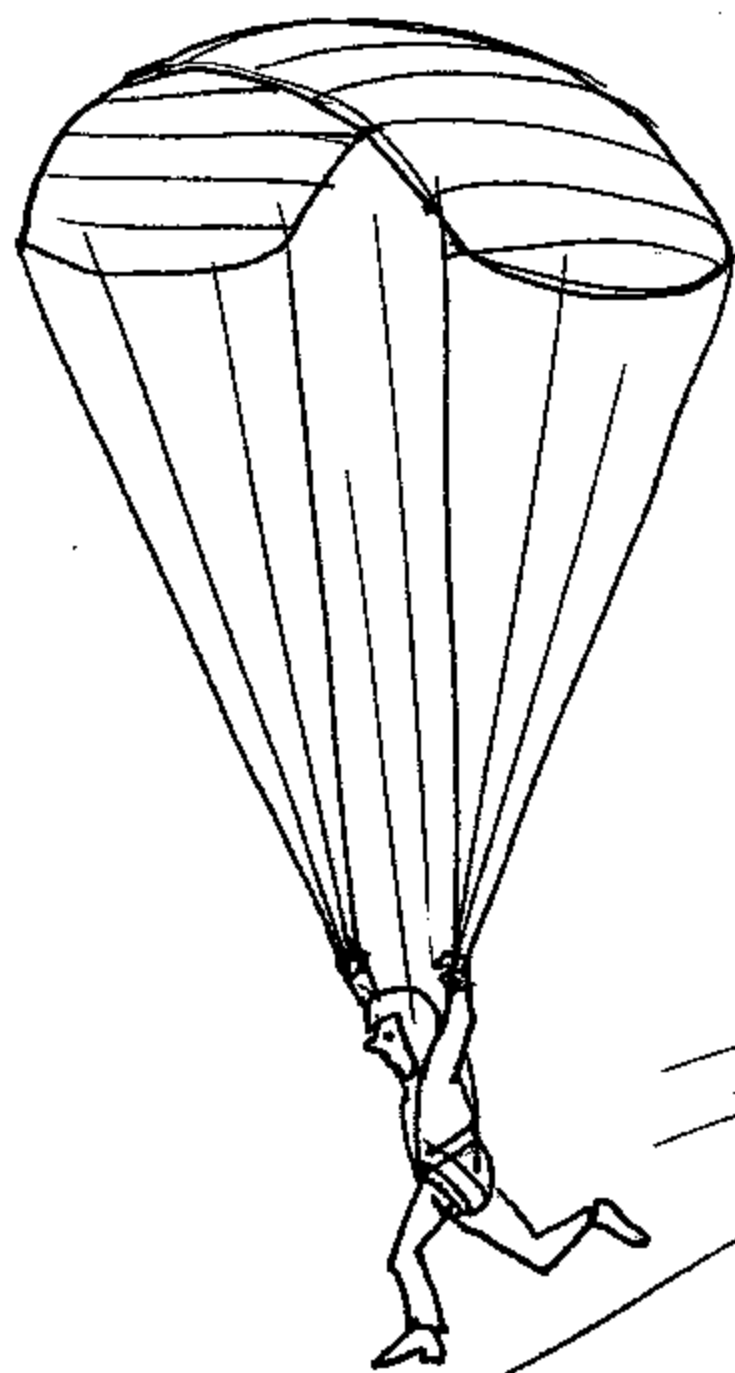
أ



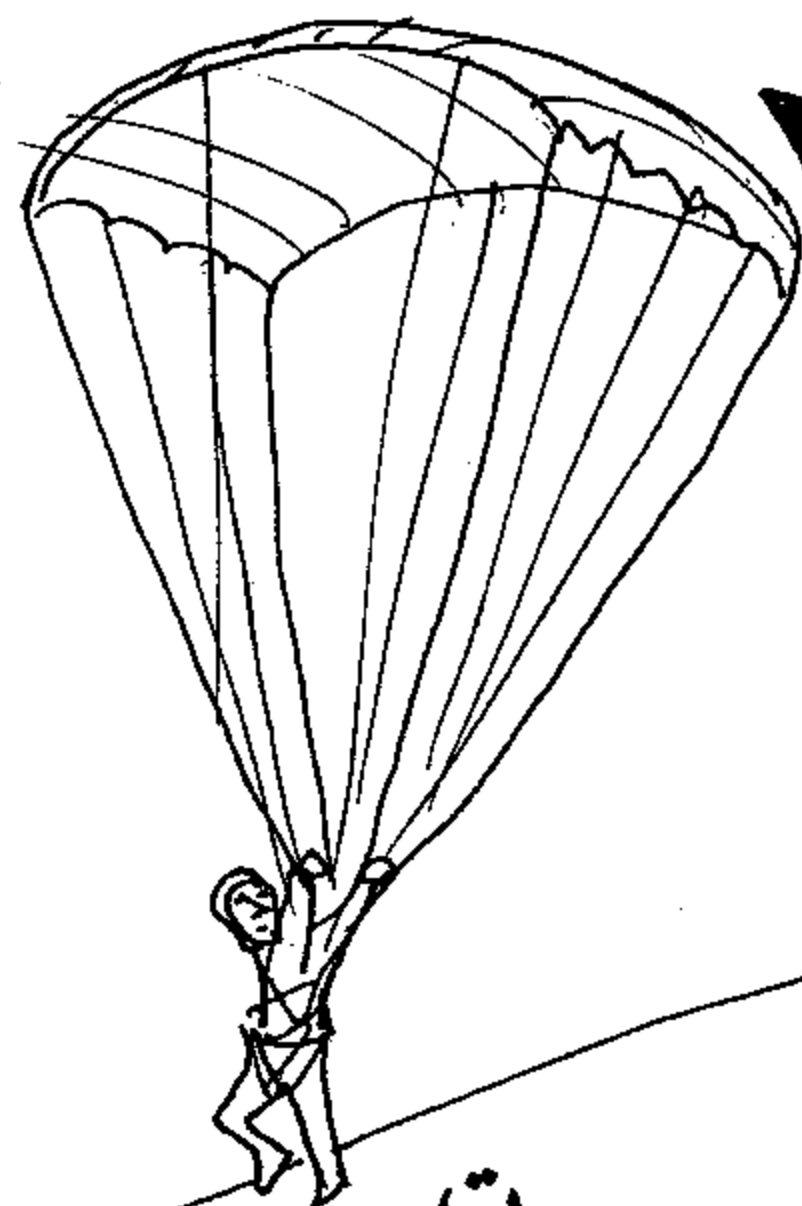
عندما تكبر زاوية هبوب الريح، فإن القوة الديناميكية الهوائية (ه) المطبقة عند بؤرة الجناح (25% من الحبل) تتأرجح تدريجياً نحو الأمام. ينتهي الأمر بتدفق الهواء إلى الإنكسار. تنخفض شدة القوة (ه) ولكنها تبقى متجهة نحو مقدمة الجناح.

## إقلاع بالمضلة الشراعية

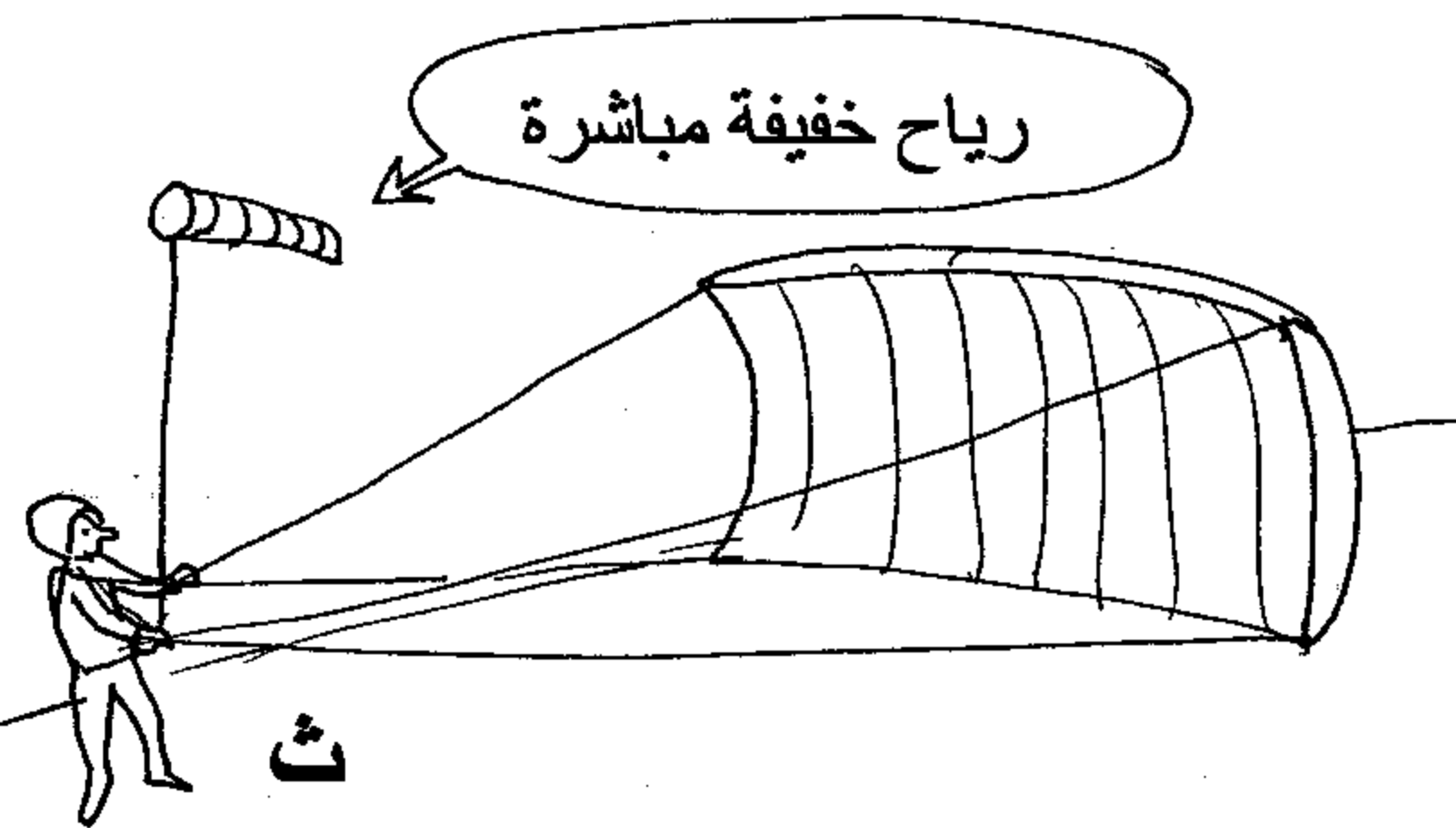
ينتقل وضع الجناح تدريجياً من الوضع (ث) إلى (أ)



أ



ب



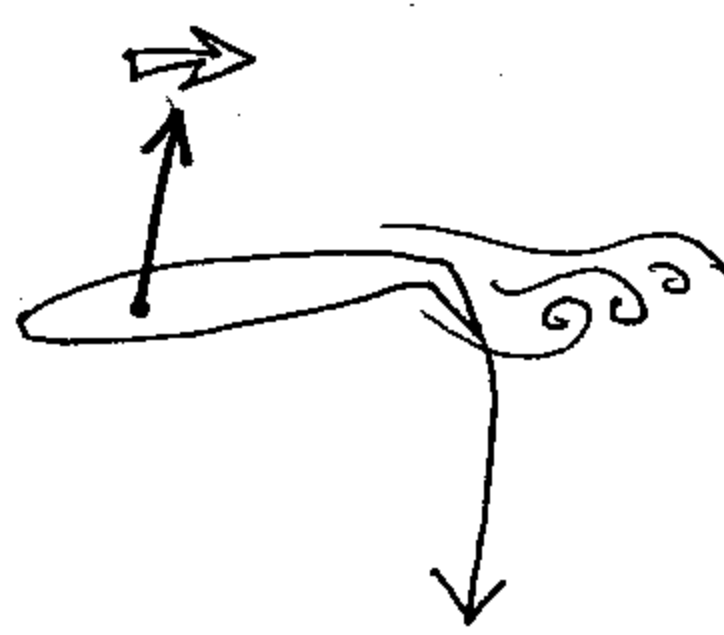
ث

في الوضع (ب)، التدفق منكسر، ولكن القوة الديناميكية الهوائية ترفع الجناح فوق مستوى الريان، هذا الأخير يشاهد صعود الجناح ويتحكم فيه عن طريق الحبال المتدلّية. عندما يصبح الجناح فوقه تماماً فهو يتوقف عن العدو ويبتعد عن الأرض عندما يصبح وضع الجناح كالوضع (أ).

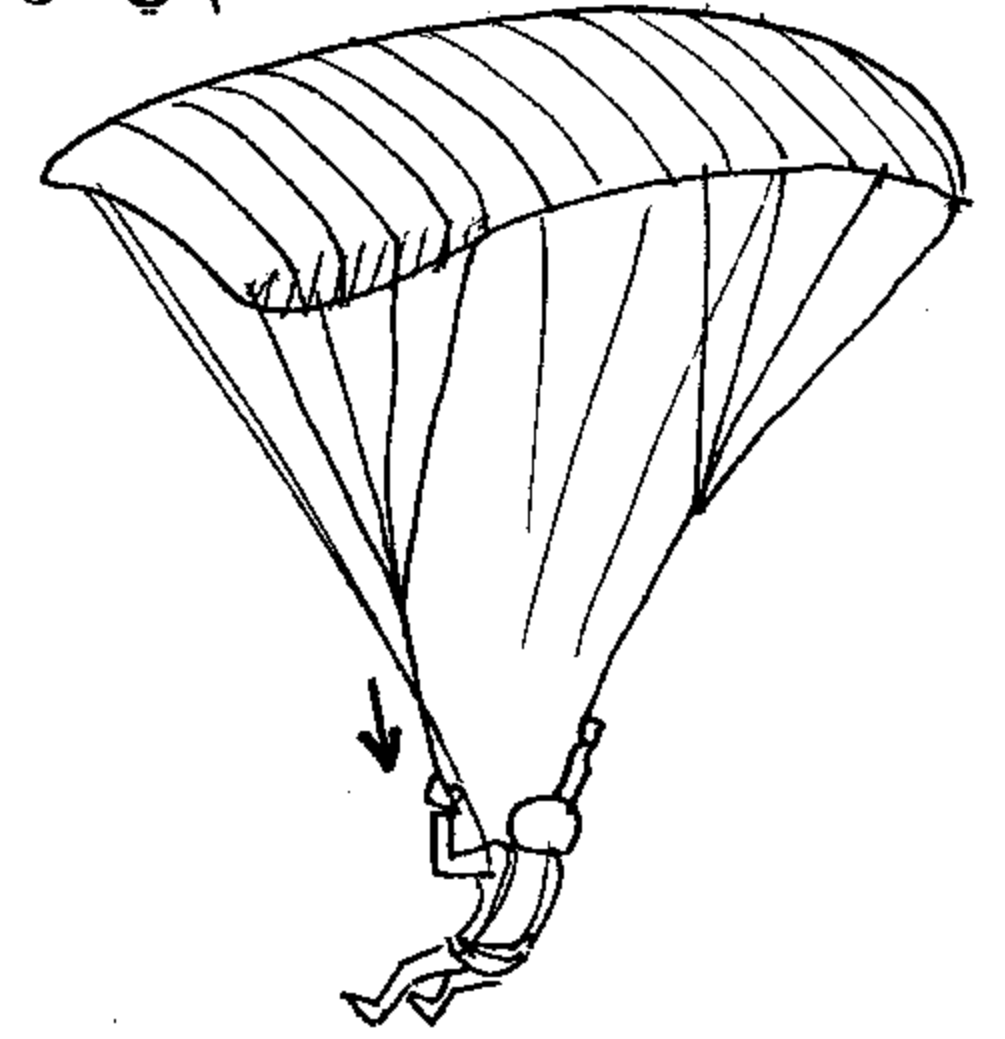
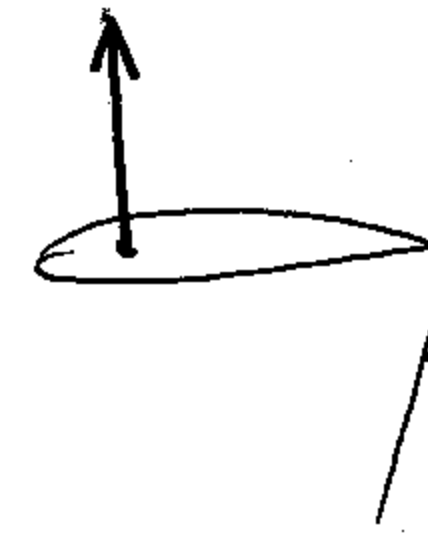
الإدارة



مفتاح التحكم  
في الفرامل

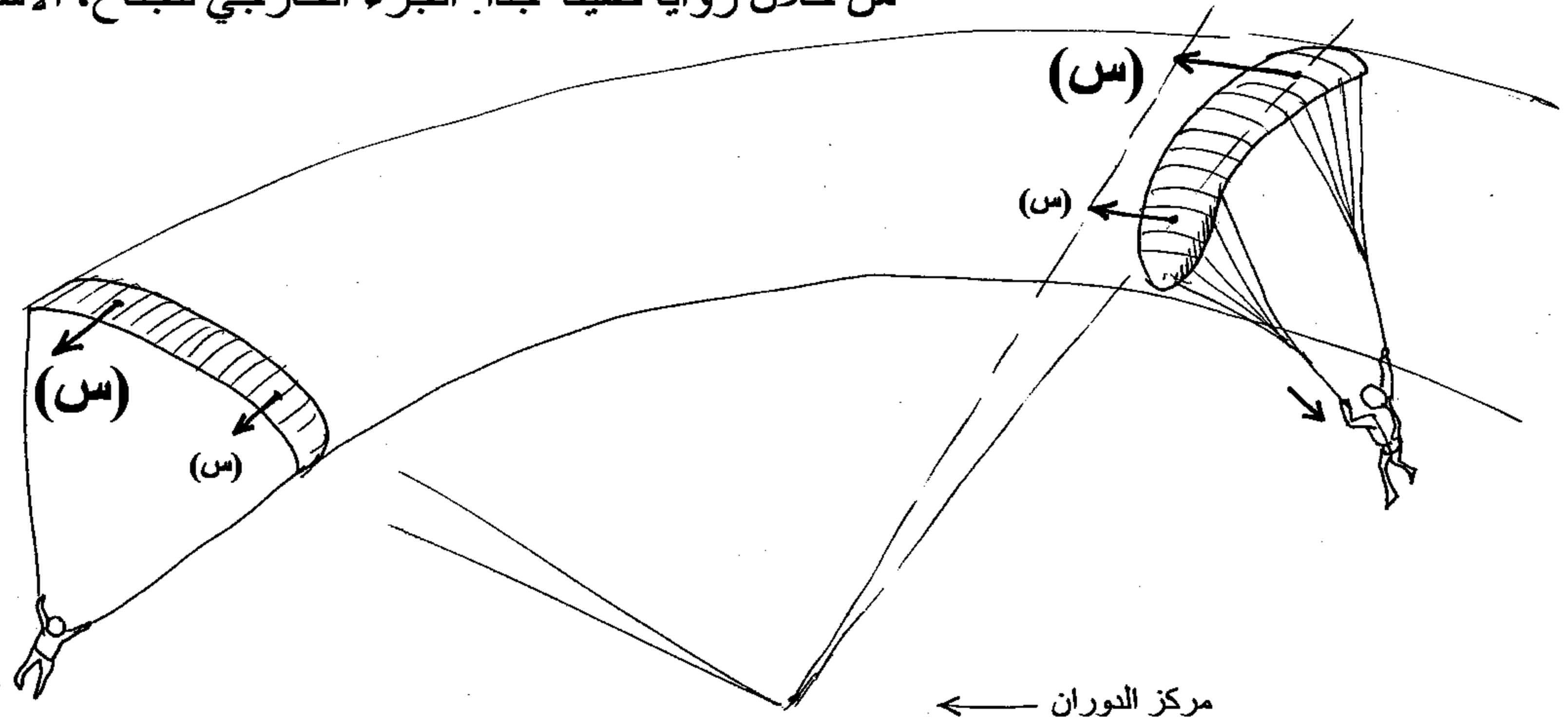


التحكم في الفرامل

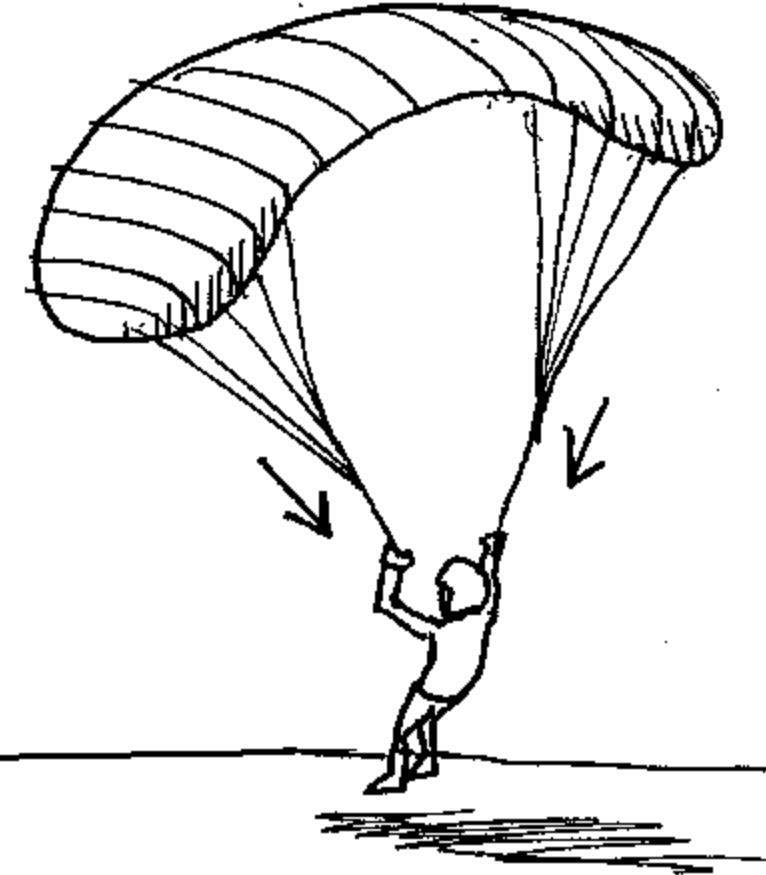


يستعمل ربان المظلة الشراعية قوة الجر (أو قوة المقاومة) للجانبين الأيمن والأيسر لجناحه، والتي ترتبط حافتها الخلفية بحبال للتحكم تسمى "مفاتيح التحكم".

يجذب الربان الآن مفاتيح الفرامل الأيمن. بذلك فهو يزيد من شدة قوة الجر (أو قوة المقاومة) للجانب الأيمن من الجناح. سيؤدي ذلك إلى إنعطاف فعال. المظلات الشراعية تطير بسرعة بطيئة وتنعطف من خلال زوايا ضيقة جداً. الجزء الخارجي للجناح، الأسرع، يرتفع (لفة محدثة).



إذا جذب الربان مفتاحا الفرامل معا (الأيمن والأيسر) في وقت واحد فسيبطئ سرعة جناحه إلى حد الإنكسار. سيطبق هذه المناورة في اللحظة التي تسبق عملية الهبوط والاتصال مع الأرض حتى يتخلص من سرعته



على أي، هذه المناورة خطيرة جدا. ويمكن أن يتسبب هبوب عاصفة صاعدة في إنكسار ديناميكي

إنكسار ديناميكي خلال طيران في جو مضطرب في منتصف النهار.



تأرجح القوة الديناميكية الهوائية نحو مقدمة الجانب تدفع الجناح (الذي أكون سرعته شبه منعدمة) إلى الأمام بشكل سريع.

إذا لم ينجح الربان في التعامل مع هذه الحركة (\*) عن طريق فرملة مظلته، ستصبح هذه الأخيرة تحته مباشرة

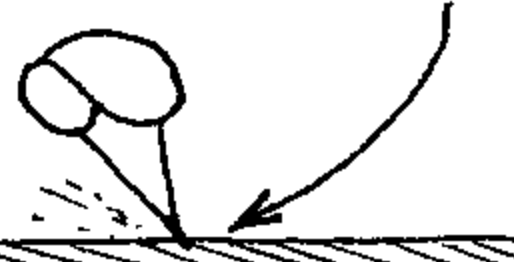
يتأرجح الجناح بعنف نحو الأمام

ربان خلال بداية السقوط الحر


سيسقط وسيقتل

(\*) يميل المبتدؤون، والغير معلومون، إلى الإستعلام وترك كل شيء

كاحل أو كربة  
مهشمة أو كسر  
في العمود الفقري



إذا وقع الحادث قرب الأرض ولم يقع المظلي داخل  
مظلته الشراعية، فإن تيارا قويا كفيل بأن يرجعه  
بعنف شديد نحو الأرض

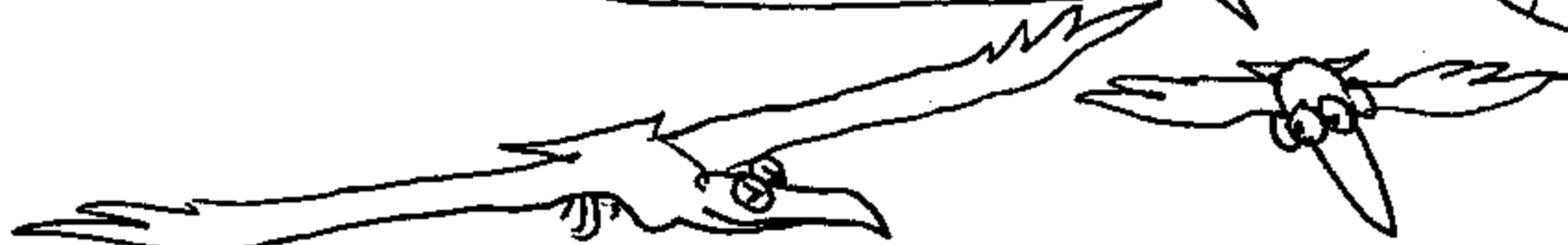
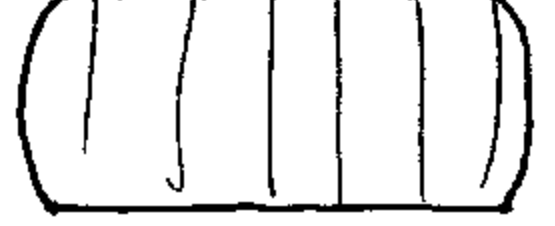
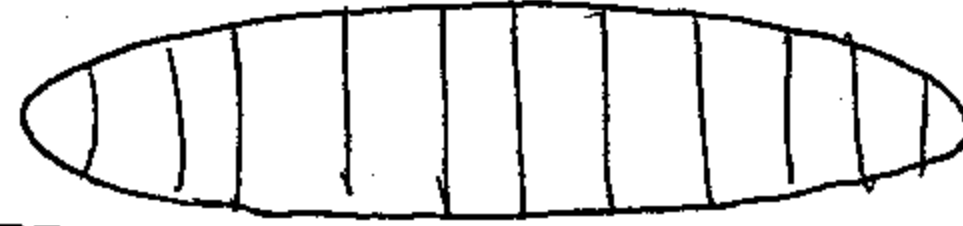
يجب أن نوافق بين الأداء والفاعلية من جهة وبين الحماية من جهة أخرى وذلك في جميع  
الرياضات الجوية. فالجوانب المستوية  تسمح بالوصول إلى سرعات  
كبيرة، وهو ما نبحت عنه حين ننتقل من تيار صاعد لآخر. ولكن، كلما كان الجانب مستويا كلما ازداد  
احتمال التعرض للانكسارات العنيفة في السرعة. يبحث المصممون أيضا عن نعومة طيران عالية (\*)  
(سيتم التطرق لهذا الموضوع لاحقا) ومن أجل ذلك فهم يزيدون في إطالة المظلات الشراعية  
ويعرضونها بالتالي لخطر الطي عند التعرض للاضطرابات الجوية، ويترجم ذلك بخسارة  
ارتفاع 50 متر على الأقل قبل أن تفتح المظلة من جديد..



مظلات شراعية ذات طول كبير

مظلة مستطيلة

نعومة طيرانني؟ اممم...



عند العلو (ع) نستطيع قطع (\*)  
المسافة (م)،  $(م) = (ع) \times (ن)$ ، حيث  
يمثل العالم (ن) نعومة الطيران

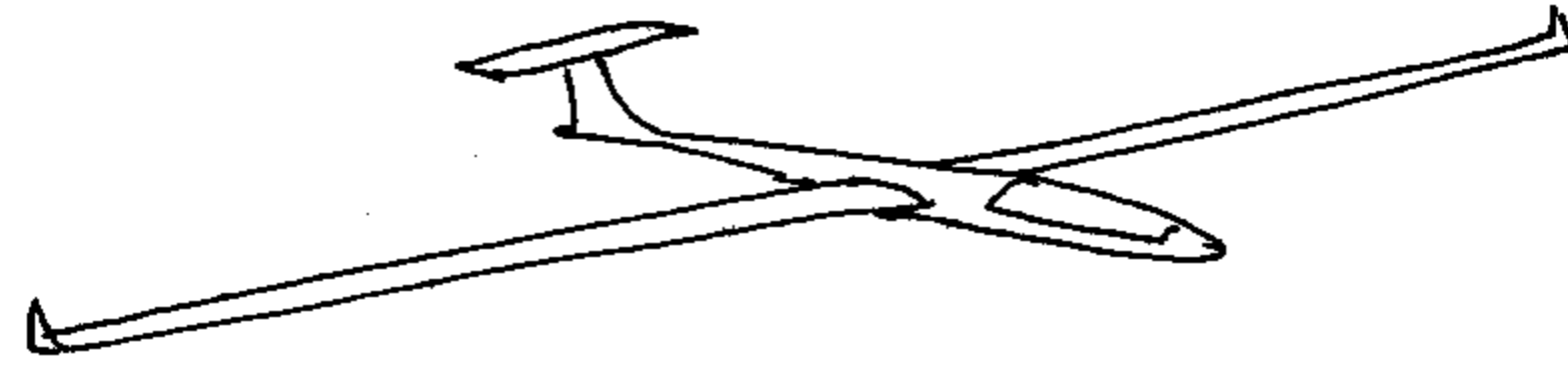


يا إلهي!؟

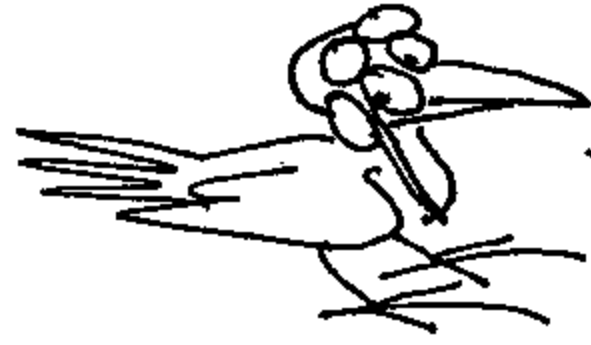



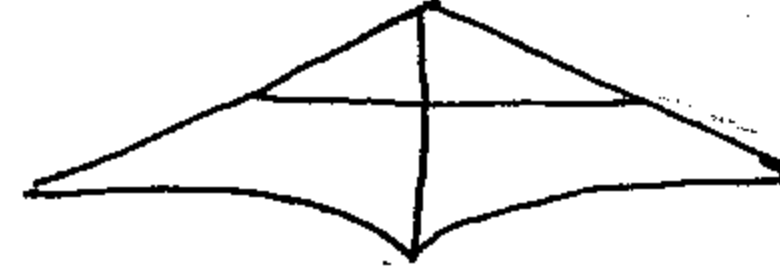
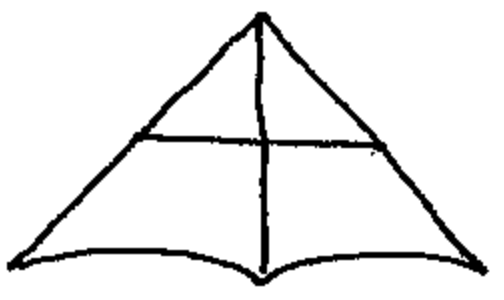
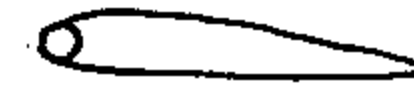


منتصف نهار جميل،  
وسماء زرقاء وفجأة...

هذا السباق نحو الأداء والفعالية يعني أيضا عالم مظلات الدلتا



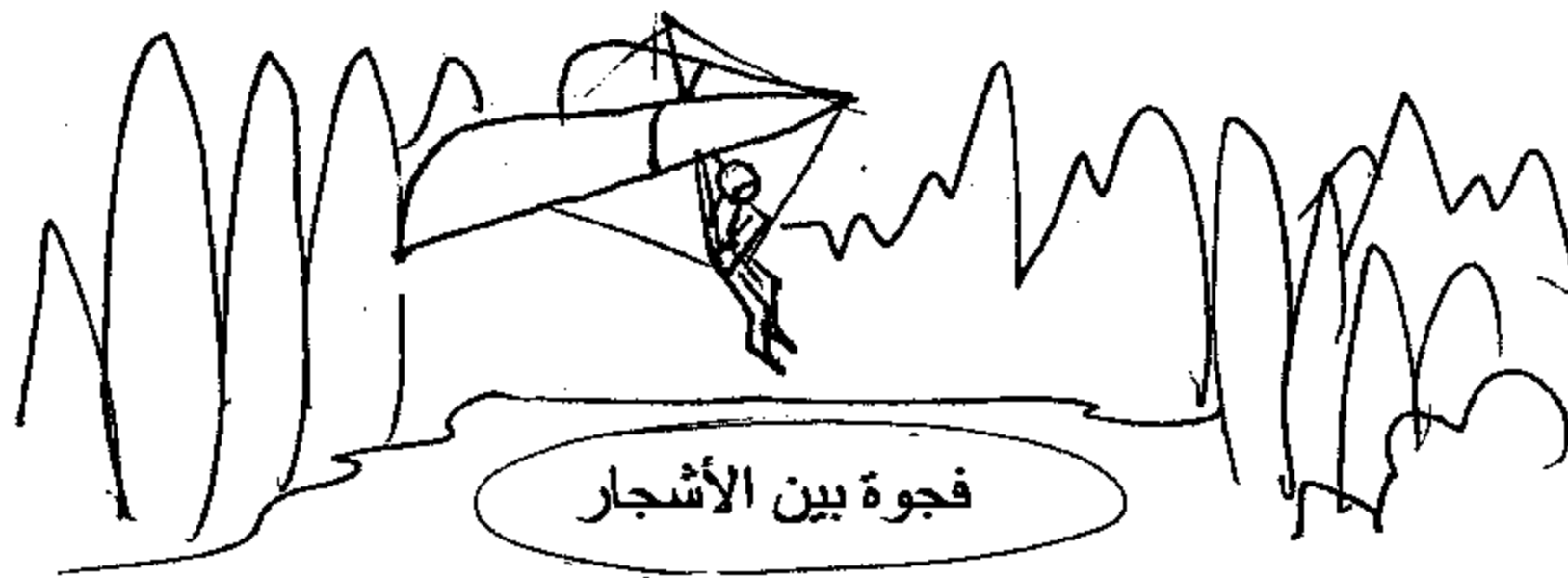
طائرة شراعية منزلقة حديثة  
170 كلم في الساعة - 90 - 65  
0,5 m/s ↓ نعومة طيران من 20 إلى 60  
طول النجاح من 20 إلى 35 متر



		
حاليا	1985	1975
		
سطح مزدوج		سطح بسيط
40 إلى 100 كلم في الساعة	30 إلى 70 كلم في الساعة	25 كلم في الساعة
نعومة طيران = 10	نعومة طيران = 7	نعومة طيران = 3

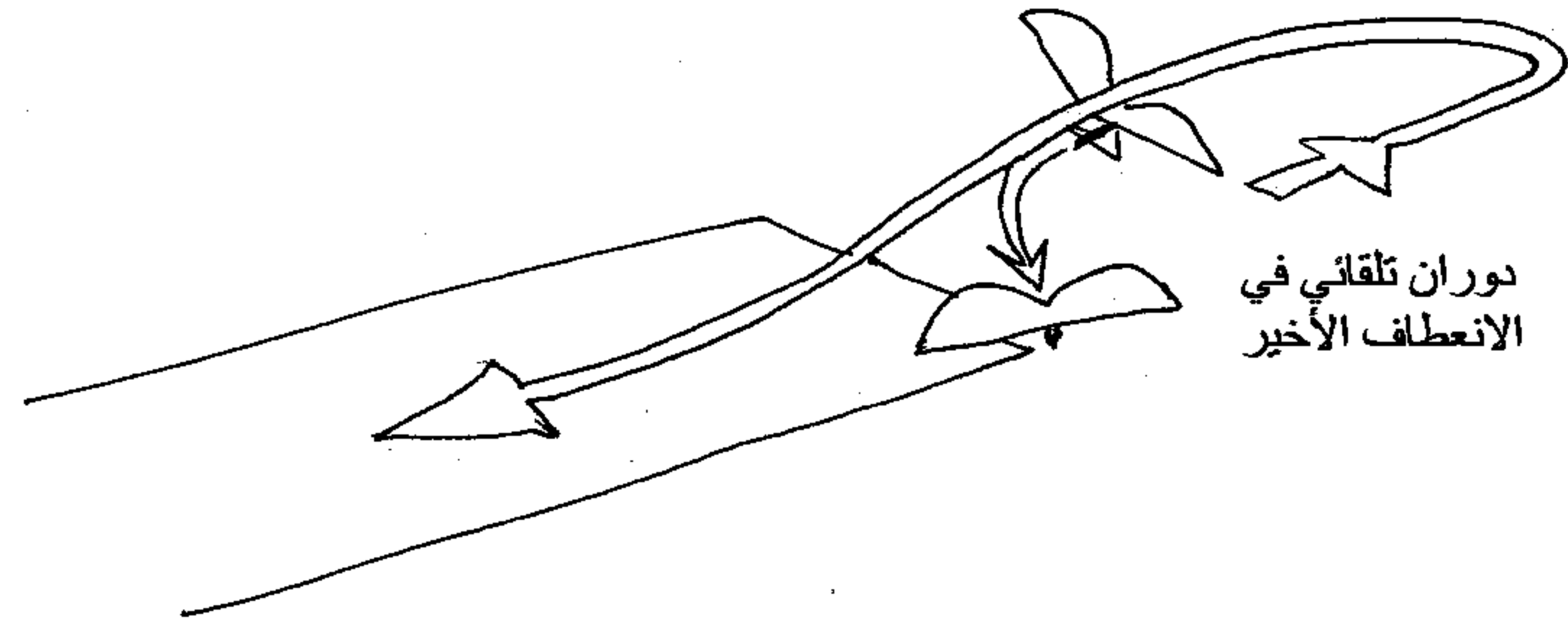
التوافق بين الفاعلية و بين الحماية مطلوب بشدة. لم يكن في إمكان الدلتا الشراعية القديمة تكسير السرعة بشكل غير متمثل. الدلتا الحديثة ذات طول الأجنحة كبير وثنائية التحديق تتصرف كالمظلات الكلاسيكية وبالتالي وفي حالة انكسار السرعة في المنعطفات من الممكن أن تصبح في حالة دوران تلقائي

هبوط المظلة بسرعة  
6 أمتار في الثانية



كان في إمكان المظلات الشراعية الدلتا في نسختها الأولى  
النزول والهبوط عموديا

انعطاف في النهاية



# مجال الطيران

هناك حالات جوية لا يمكن لبعض أنواع الطائرات التحليق فيها

لدينا ثلاثة عوامل:

1- الحالة الجوية

2- الآلة

3- الربان

لا أدري ما هو رأيك  
ولكنني أفضل الذهاب راجلا



تمارس رياضة الطيران بالمظلات الشراعية في حالة الطقس الهادئ، في الصباح الباكر مثلا، حيث لا وجود للرياح ولا للإضطرابات الجوية. في حالة الجو المضطرب فالخطر أكيد. من الممكن أن يكون لمختلف أنواع الطائرات المتشابهة مجالات طيران مختلف تماما. بعض هذه الآلات تسمح بالخطأ والبعض الآخر لا قطعاً. السباق نحو الفعالية، مرض العصر، يضاعف من المخاطر.

في مجال الطيران، المثل الكلاسيكي يقول:  
الطيار الجيد هو طيار قديم



هذا الأمر ليس سيئا على كل حال، على هذه الطريق  
بإمكاننا أن نقود الطائرة المنزلة على علو 500 متر  
وفق هذا السهل



نراع قيادة، خيوط من الصوف، هذه  
مستلزمات ولازم الخادمت

حسنا، ها نحن في القمة. ولكن من أي جانب سنقلع؟

في مواجهة هبوب الرياح.  
هكذا سنكتسب المزيد من السرعة

انتظر، لدي فكرة. في هذه الحرارة  
الشديدة أعتقد أنني سأكون في حال أفضل  
أمام قصيرة. إذهب و ابحث عن قطعة

ليون! ألا تعتقد أنك تبالغ قليلا؟



منحى الرياح؟ هل نستعمل طريقة الأصبع المبال



# البحور العوائق

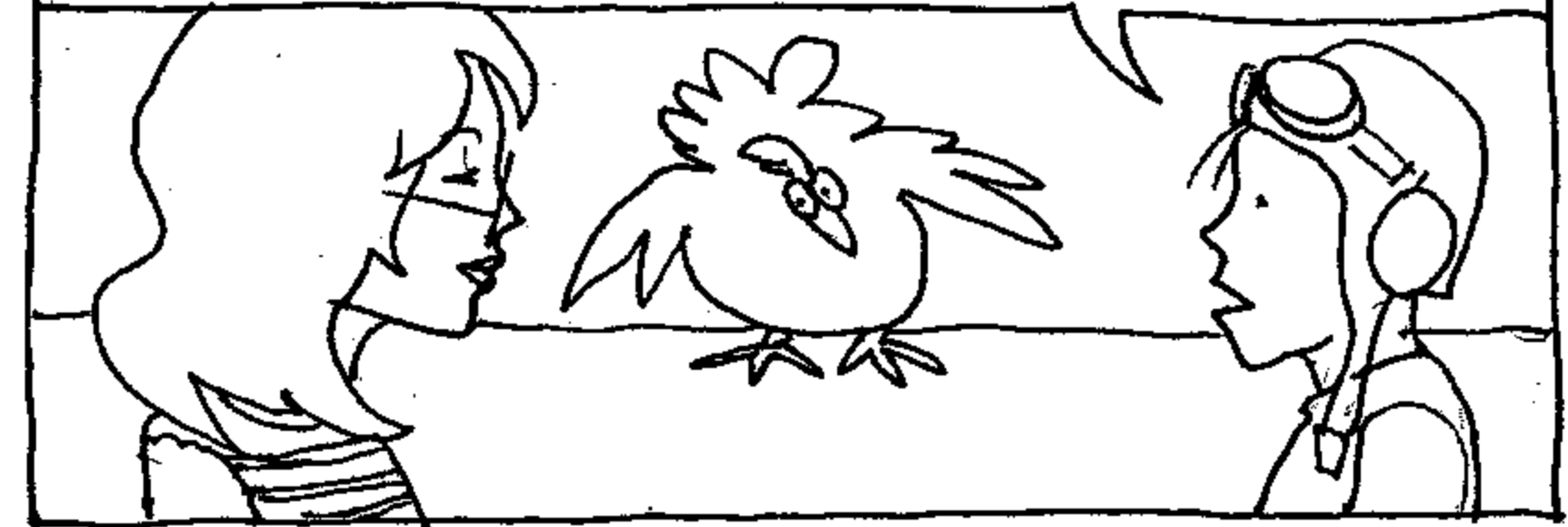


أنتم تستطيعون الطيران ولكن ليس فقط بفضل أجنحتكم الكبيرة. لو كنا نمتلك المساحة الكافية تحتنا لطرنا مثلكم تماما

حسنا، لنر ذلك

هل ترين ذلك الجرف هناك؟ برهني على قدرتك على الطيران إذن

لم تخلق الطيور حسب نفس النموذج. فيبدو بعضها وكأنه يطير دون أن يحرك جناحيه. بالمقابل، البعض الآخر الدجاج مثلا...





هيا، بيني لطيور النورس هذه  
ذات الريش، ما يمكننا القيام به

هيا تشجعي!

شرف الدجاج على المحك

للأسف، يقيم الدجاج المسافات  
برؤية ثنائية العينين

مثل الحزونات

بعيدا عن الأرض تفقد الدجاجة  
المراجع، كمثل طيار تائه وسط  
الحساب أو داخل الضباب.  
ستصبح وكأنها عمياء

يال الهول!  
أين هو الأعلى؟  
و أين هو الأسفل؟  
لم أعد أميز شيئا.

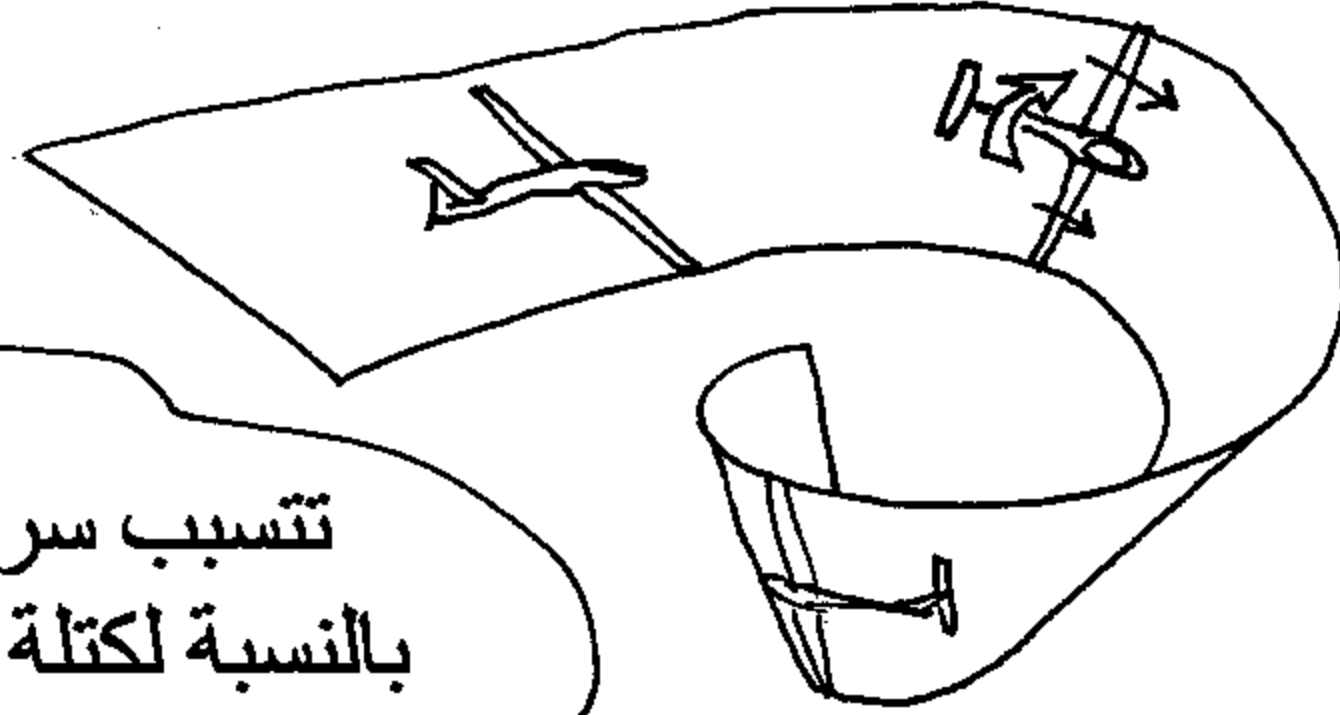
فعندما تبتعد عن الأرض تصبح عاجزة  
عن تحديد وتقييم المسافات

# الإنعكاف

لا يدرك سليم، وهو محاصر داخل غيمة، أنه لا يطير في خط مستقيم. في الحقيقة، وبدون وجود أفق صناعي، موازن بالجيروسكوب (\*) يستحيل له أن يقيم زاوية الطيران و وضع الطائرة المنزلة.

لم أعد أفهم شيئاً... الخيط الصوفي في الوسط، كرية الانزلاق في الوسط، ذراع التحكم في الوضع المحايد... وسرعتي تزداد بشكل مضطرد

(\*) أداة لتحديد الاتجاه



تتسبب سرعة الجناح الخارجي الكبيرة، بالنسبة لكتلة الهواء، في إحداث عزم محدث

ملقاة من علو 200 متر، لا تستطيع الدجاجة أن تحلل معلوماتها البصرية من أجل صناعة عرض عقلي ثلاثي الأبعاد للعالم الذي تسبح فيه. تسير إذن في انعكاف دائري لن تستطيع الخروج منه أبداً. (\*\*)

مذا!! أنا أطيّر على الظهر!؟!!

النجدة!

هذا لا يصدق!

ما عليك إلا أن تطير مغمض العينين دقيقتين وسترى

(\*\*) حقيقة

لقد تنقلت من الدلتا الشراعية إلى الطائرة المنزلة  
المزودة بالمقصورة، ومن الأسطح الناعمة والملساء  
قدر الإمكان وذلك بغرض التقليل قدر الإمكان من فقدان  
الطاقة بسبب الاضطرابات التي يحدثها مرور وسير  
طائرتك. ولكنك نسيت شيئاً مهماً

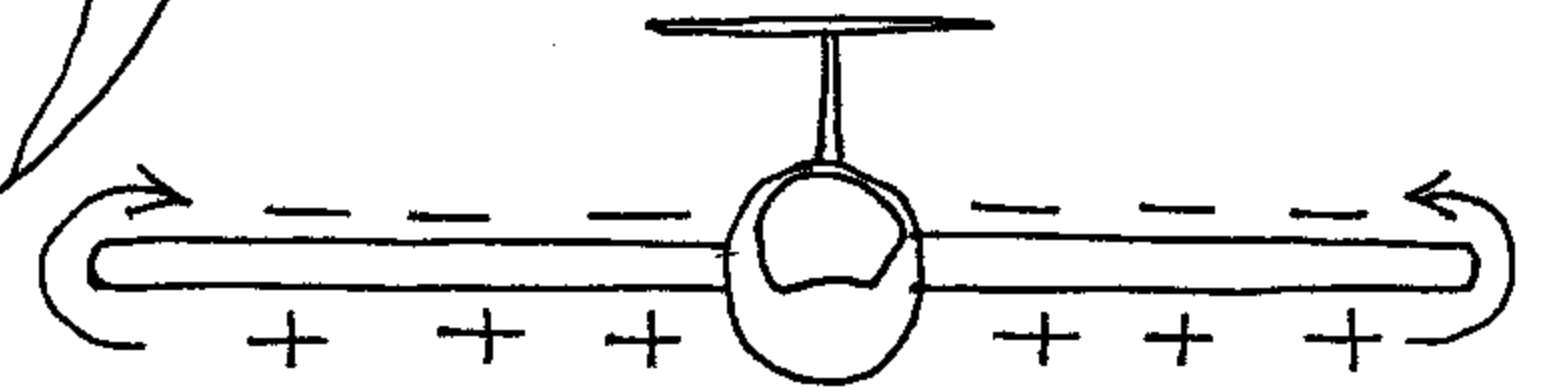
الطيور التي تمتلك أجنحة طويلة جداً،  
تبدوا وكأنها تطير دون بذل مجهود كبير.  
الطيور الجارحة والقرطس مثلاً

ما هو؟

لمذا؟

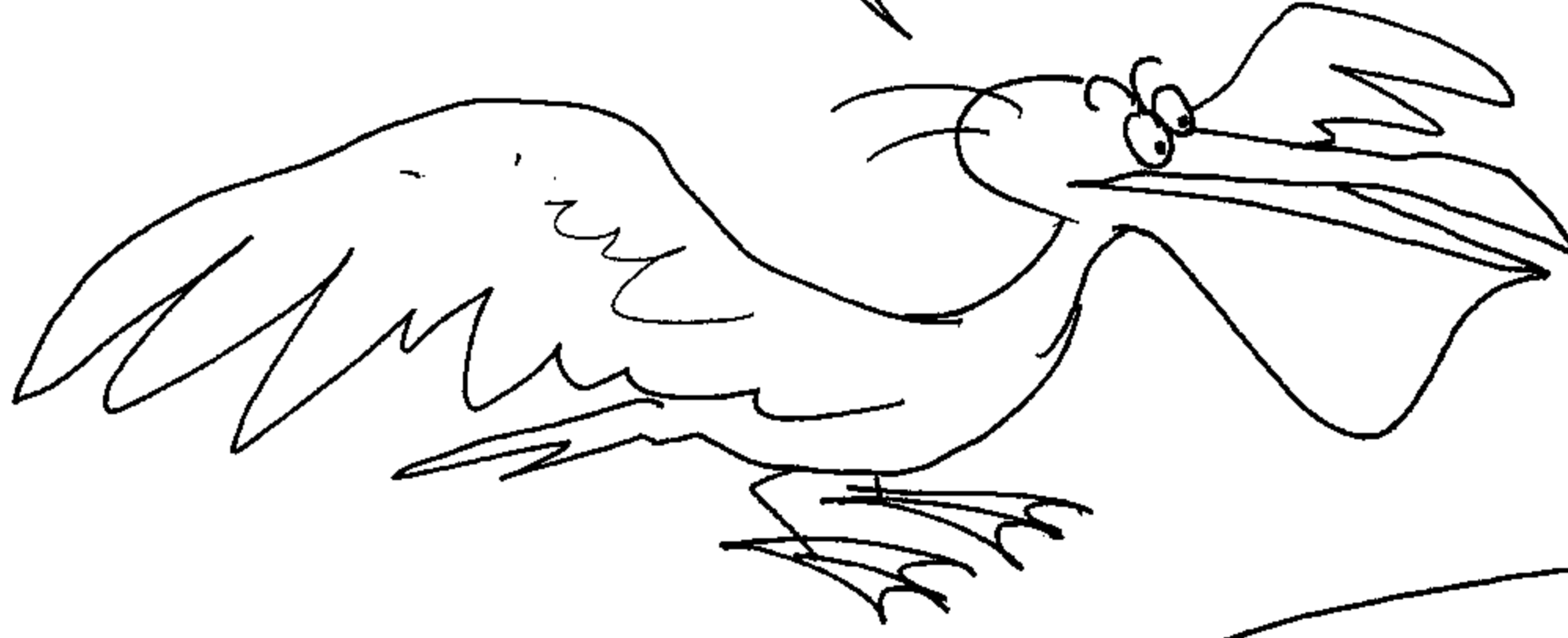
عمل الجناح يؤدي إلى خلق ضغط زائد في الجهة السفلية  
"باطن الجناح" وإلى تخفيض في الضغط على الجانب  
العلوي من النجاح "الظهر". ما يحصل هو كالتالي:

الدوامات الهاشمية  
هي مصدر إهدار للطاقة



تيريسياس! ما هذا الهراء؟  
لا يوجد جناح دون جانب!

ما دامت جوانب وهوامش الجناحين مصدر  
لإهدار الطاقة، ما علينا سوى التخلص منها  
ونصمم أجنحة دون جوانب



بلى، يوجد. وقد وصفه جيدا "الساحر ميرلان" في  
"سندريلا 2000" في الصفحات 33 و34 (\*).  
وبالمناسبة هذه الأجنحة تطير بشكل رائع (\*\*)

الحل الآخر هو أن نزيد من طول الأجنحة إلى أقصى حد  
ممکن وهكذا تصبح الطاقة المهذرة مهمة تماما

لمذا عطفت جوانب  
الأجنحة إلى الأعلى!؟!

(\*) مراجعة الألبوم  
(\*\*) ممرضة بشكل مناسب

# الجنيحات



الجنيحات: تخطيطيا هي عبارة عن أجنحة صغيرة جدا (منمنمة) مركبة بشكل عمودي على الجناح الرئيسي، بحيث أن جانبها يخلق سرعة مستحدثة يعاكس منحها جانب الجنيح وهي ناتجة عن فرق الضغط بين باطن وأعلى الجناح: الجنيح يخلق اضطرابا هامشيا ضئيلا ومهملا. نجاح فكرة الجنيحات يظهر من خلال اعتماده في عالم الطيران بشكل متزايد وذلك منذ قرن من الزمن.

أنا اخترعت مربع الجنيحات



حسب التجارب التي أجريتها على نماذج مصغرة، نستطيع بواسطة هذه الطائرة المنزلة ذات فرق ارتفاع 500 متر أن نصل إلى ذلك للحقل الذي يظهر هناك على بعد 20 كيلومتر (\*).

الى الأمام! الخيط الصوفي في الوسط تماما،  
والسرعة الأمثل للحصول على أقصى  
نعومة طيران

ياله من إنزلاق رائع بسرعة 95 كيلومتر في الساعة.

لقد حسنت كل شيء: سمك جانب الجناح وانسيابية جسم الطائرة حتى يكون اختراق الهواء مثاليا  
ولقد جهزت الطائرة أيضا بعجلة هبوط قابلة للطي. هذه المرة لقد خطت لكل شيء.

(\* وهو ما يقابل نعومة طيران (ع)/(م) = 40. ولكن لبعض الطائرات المنزلة نعومة طيران تفوق 60 (زاوية هبوط = درجة واحدة)

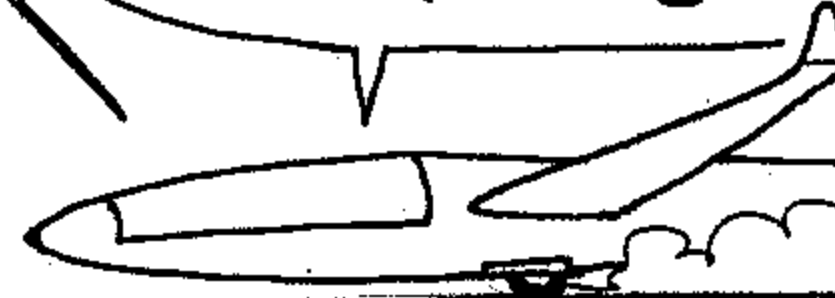
اقترب مثالي، أو تقريبا. سأخرج عجلة الهبوط. لقد تفاديت الأشجار عند بداية مسار الهبوط مناورة بارعة وتعديل مسار الأجنحة.



من الصعب ملاحظة وجود هذه الأشجار من بعيد.

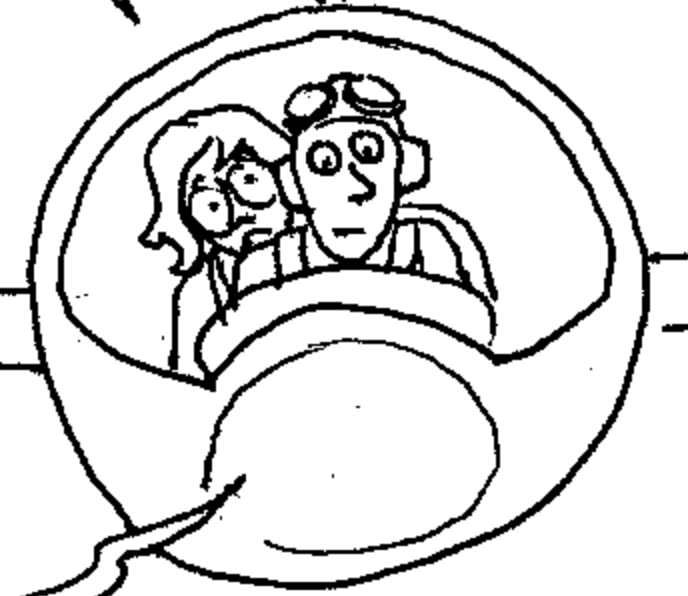
اه، على كل، سوف  
أفرمل بكل قوة.

لا، ليس بقوة كبيرة  
حتى لا نقلب.



صوفيا، ماذا يحصل؟ سوف نتجاوز  
مسار الهبوط تماما!

طول تلك الأشجار يجاور  
10 أمتار، لقد زاد ذلك في مسار  
طيرانك 400 متر.



نعم، معك حق. لن نستطيع الهبوط أبدا!

مووووه!

أوه، في اللحظة الأخيرة!

لقد اعتقدت لو هلة أننا سنذهب نحو الأبقار.

# الفرامل العوائية

لا أفهم كيف أن النسور تمتلك نعومة طيران جيدة  
ورغم ذلك تستطيع الهبوط في مسافة ضيقة و صغيرة

لحظة، بقايا طعام لحمي

ما عليك سوى مراقبتها

سأكسر انسيابي

الإقلاع من جديد  
في الحال

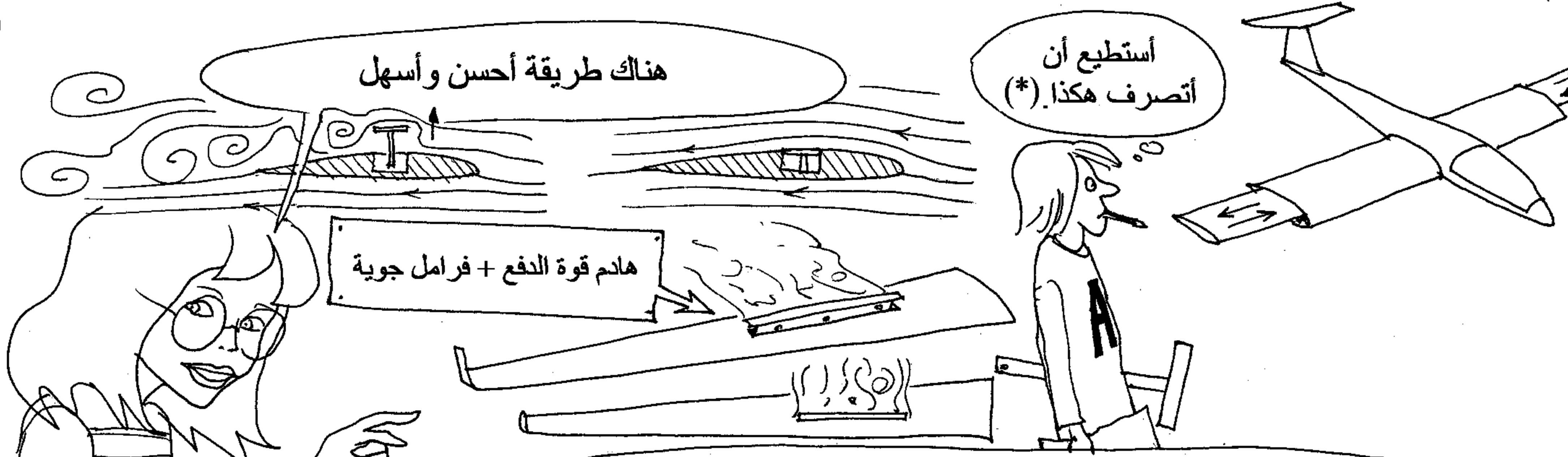
فرملة ديناميكية هوائية

ماما، لقد خدعت من جديد،  
هذه أعواد المعكرونة بصلصة  
الطماطم (\*).

لقد نفذ الطائر الجارح مناورة مزدوجة:  
فقد قلص من مساحة الدفع وفرمل بريشه.

(\* تجربة خاضها المؤلف في منتزه "سمبا" في فوهة "نجورو نجورو" في تانزانيا عندما كان دليل رحلات السفاري في افريقيا





تستطيع أن تستعمل نظاما، مركبا على جزء لا بأس بها من الجناح، يكبح ويفرمل القوة الرافعة بشكل كبير، ويخلق قوة جر (أو مقاومة) كبيرة جدا. تفرمل الطائرة المنزلة. وهكذا، عند سرعة 100 كلم في الساعة تستطيع أن تهبط بمعدل 4 أمتار في الثانية

(\*\*) عضوا عن 0,5 إلى تمر واحد في الثانية وذلك خلال طيران عادي (بالمقارنة مع كتلة الهواء)

أستطيع التحكم في هبوطي بإخراجها قليلا وخلال نهاية المسار استعمال الفرامل

يتعلق الأمر بالسرعة بالنسبة إلى كتلة الهواء. مع رياح مواجهة وزاوية انحدار أكثر حدة.

(\*\*) أرقام قريبة من فعالية الطائرة المنزلة الحالية "الطائرة المنزلة للمدرسة المتوسطة"، منقوصة من الجنيحات وذات نعومة طيران (ن) أكبر من 30

(\*) تم تجريب هذه التقنية في الثلاثينيات دون نجاح يذكر.