

# LES VIRAGES PENDULAIRES

## Introduction

Les mouvements pendulaires influencent la maniabilité d'un parapente. Réaliser un virage alors que des mouvements pendulaires sont en cours engendre des comportements très différents. Pour voler correctement en thermique il faut connaître la mécanique des virages pendulaires.

Le travail sur les virages pendulaire commence au niveau du brevet de pilote et après une bonne maîtrise des exercices de tangage.

### AVERTISSEMENTS

La FFVL a réalisé cet outil pédagogique à la disposition des pilotes et des moniteurs de parapente. Elle propose ici des exercices de pilotage réalisables au-dessus du sol dans le cadre d'une formation dispensée par des moniteurs aguerris, au sein de structures d'enseignement.

Le langage écrit est unidirectionnel : de l'auteur vers le lecteur. Il n'y a pas d'échange. Or la compréhension est un processus complexe. La même phrase peut être interprétée de bien des manières selon votre caractère, votre humeur du moment, votre vécu, votre niveau technique, vos références, etc. Seul un moniteur peut adapter ses conseils en fonction de chaque situation. Seul un échange entre le moniteur et son élève peut assurer une bonne compréhension.

La mauvaise interprétation d'un contenu et surtout la mauvaise réalisation d'un exercice ou d'une manœuvre peuvent s'avérer dangereuses quelque soit le niveau.

Seul le regard extérieur d'un moniteur compétent peut diagnostiquer la qualité de vos évolutions et intervenir sur vos défauts avant qu'ils ne deviennent dangereux.

**Le pilote de parapente évolue seul à bord de son aéronef.  
Il assume pleinement ses décisions et ses actions.**

Pour comprendre et réaliser correctement les exercices proposés, le moniteur et l'élève doivent connaître certaines notions théoriques. Une rubrique "à savoir" liste les concepts importants qu'il faut connaître.

Mais vous ne trouverez pas le contenu théorique ici.

Nous vous proposons quelques ouvrages de référence où vous trouverez la partie théorique nécessaire à la bonne interprétation des exercices proposés.

### Comment s'informer?

Pour plus d'explications théoriques, vous pouvez consulter :

- le manuel de pilotage écrit par David Eyraud et accessible sur internet. Un chapitre entier est consacré au pilotage pendulaire et notamment aux virages pendulaires.

<https://www.pilotage-parapente.com/manuel-de-pilotage/sommaire/le-pilotage-pendulaire/pendulaire-les-virages-pendulaires/>

Certains chapitres sont réservés aux abonnés.

- les documents réalisés par Pierre Paul Ménégos pour la FFVL.

## BREVET DE PILOTE

### Présentation

Connaître la mécanique des virages sous influence pendulaire est indispensable pour aborder correctement le vol en condition thermique.

Grâce aux virages pendulaires, le pilote peut aborder très progressivement le travail sur les rotations de type 360.

### À savoir

#### Les virages pendulaires.

Les mouvements de tangage influencent la maniabilité.

Dans un mouvement de tangage, selon le timing de déclenchement du virage, on obtient des séquences pendulaires très différentes.

Virer dans une ressource : virage paresseux avec remise à plat.

Virer en début d'accélération : virage accélérant de type 360.

Virer en fin d'accélération : virage dynamique de type wing-over.

## EXERCICE

### Virer dans une ressource Observer et respecter la remise à plat

#### Description de l'exercice

L'exercice consiste à réaliser un vol dauphin (tangage), puis à déclencher une mise en virage dans la ressource.

On devrait obtenir un virage remontant, paresseux et surtout subir une remise à plat par effet pendulaire sur l'axe du roulis (sur une mise en virage à droite, il devrait apparaître un roulis vers la gauche).

Le pilote doit respecter cette remise à plat en relâchant le frein utilisé pour la mise en virage. Sinon, il y a un risque de décrochage dynamique.

#### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Connaître la mécanique des virages déclenchés sous l'influence d'un mouvement pendulaire de tangage.

Etre capable de déclencher une action de mise en virage à un « timing pendulaire » précis.

Vivre un virage remontant et sa remise à plat.

Etre capable de respecter la remise à plat.

Objectif lointain : être capable de dissiper l'énergie en sortie de 360 engagés.

Niveau de DIFFICULTE : 5/5 Niveau d'ENGAGEMENT : 3/5.

#### PRÉ REQUIS

Bonne maîtrise des exercices de tangage et de roulis.

## CADRE DE PRATIQUE

AU SOL : sous portique, ou simplement en mimant, afin de travailler la gestuelle.

EN VOL : En stage pour la phase de découverte, durant une longue perte d'altitude.

Ne pas travailler avec une trop grande distance entre le moniteur et le pilote. Pas trop loin et pas trop haut (maximum 500m / sol). Le moniteur doit parfaitement distinguer si le pilote freine ou pas.

## DÉROULEMENT DE L'EXERCICE

Il faut tout d'abord réaliser un vol dauphin, jusqu'à obtenir une amplitude 30° en fin d'abattée.

Pour créer le mouvement et atteindre la bonne amplitude : voir fiche le vol dauphin.

La consigne pour débiter la mise en virage sera : "Top ! Virage !"

## CONSIGNES

Le moniteur doit prévenir le pilote que l'on passe à l'exercice de mise en virage. Le plus tôt possible (par exemple pendant l'abattée).

"Dans la prochaine ressource, on réalisera notre virage".

Le pilote doit rester bras hauts dans l'accélération.

Et bras hauts en début de ressource (ne pas freiner symétriquement).

Entre le début et le milieu de la ressource, le moniteur donne le "top ! Virage !"

Le pilote réalise le virage avec le regard, la sellette et la commande : environ 30 à 40 cm de frein.

Le virage doit apparaître avec un mouvement de roulis intérieur en plus de la ressource.

Le pilote doit sentir que le vent relatif diminue.

Puis la remise à plat devrait apparaître (un roulis vers l'extérieur du virage).

Il faut relâcher le freinage assez rapidement !

Cet exercice doit être réalisé plusieurs fois.

## CRITÈRES DE RÉUSSITE

Qualité de la préparation (amplitude et symétrie du tangage).

Précision du timing de mise en virage.

La première partie du virage doit se produire dans la ressource.

En fin de ressource, l'aile doit se situer en arrière du pilote mais également en roulis sur le côté intérieur au virage.

La remise à plat doit se voir et se sentir (un roulis de l'intérieur vers l'extérieur)

Respect de la remise à plat (le pilote doit relâcher la commande de frein).

En fin d'exercice le pilote devrait avoir réalisé environ 1/4 de tour.

## ERREURS CLASSIQUES

Le pilote commence à freiner symétriquement comme pour un vol dauphin.

Mise en virage trop tardive ou trop timide : le virage apparaît dans l'abattée, on obtient un roulis extérieur au virage.

Le pilote ne relâche pas le frein intérieur lors de la remise à plat.



## RISQUES

Si l'amplitude de tangage ne dépasse pas 30°, les risques sont faibles.

Risque de décrochage asymétrique et de vrille : si le pilote freine trop amplement à la commande, manque de sellette et ne relâche pas son freinage durant la remise à plat.

Collision...

Le pilote reste concentré sur son exercice et oublie de surveiller sa hauteur / sol pour rentrer au terrain.

**REMARQUES** : La commande est molle pendant la phase de ressource. Il faut le préciser au pilote afin qu'il n'aille pas chercher le point dur et du coup se rapprocher du décrochage.

## EXERCICE

### Virer en début d'accélération

#### Observer la prise de vitesse et la séquence pendulaire de sortie

#### Description de l'exercice

L'exercice consiste à réaliser un vol dauphin, puis à déclencher une mise en virage au tout début de la phase d'accélération. Juste après la frontière. La voile est en avant. Le vent relatif est encore faible sur le visage.

On devrait obtenir un virage maniable, avec une voile qui s'incline facilement et qui a tendance à prendre de la vitesse.

De la "force centrifuge" peut apparaître.

Après 1/4 de tour, il faut relâcher le freinage et revenir au neutre dans la sellette.

Puis observer la séquence pendulaire induite par cette mise en virage :

Ressource avec roulis vers l'extérieur.

Abattée avec roulis vers l'intérieur.

#### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Connaître la mécanique des virages déclenchés sous l'influence d'un mouvement pendulaire de tangage.

Etre capable de déclencher une action de mise en virage à un « timing pendulaire » précis. Découvrir les sensations d'un « virage accélérant » et ses conséquences (prise de vitesse, dégradation du taux de chute, ressource et abattée asymétriques...).

Connaître la séquence pendulaire induite lors d'une sortie de rotation (initiation aux 360).

Objectif lointain : les 360 engagés et la sortie en chandelle.

Niveau de DIFFICULTE : 5/5 Niveau d'ENGAGEMENT : 5/5.

#### PRÉ REQUIS

Savoir en théorie comment sortir d'un 360° de type neutralité spirale.

#### CADRE DE PRATIQUE

AU SOL : sous portique, ou simplement en mimant, afin de travailler la gestuelle.

EN VOL : En stage pour la phase de découverte, durant une longue perte d'altitude.

Ne pas travailler avec une trop grande distance entre le moniteur et le pilote. Pas trop loin et pas trop haut (maximum 500m / sol). Le moniteur doit parfaitement distinguer si le pilote freine ou pas.

#### DÉROULEMENT DE L'EXERCICE

Il faut tout d'abord réaliser un vol dauphin, jusqu'à obtenir une amplitude 30° en fin d'abattée.

Pour créer le mouvement et atteindre la bonne amplitude : voir fiche le vol dauphin.

La consigne pour débiter la mise en virage sera: "Top ! Virage !"

La consigne pour sortir du virage sera: "Bras hauts et neutre sellette !"

## CONSIGNES

Le moniteur doit prévenir le pilote que l'on passe à l'exercice de mise en virage le plus tôt possible (par exemple pendant la phase d'accélération). "Après la prochaine abattée, on réalisera notre virage".

Le pilote doit amplifier une dernière fois la ressource puis relâcher en fin de ressource.

Pendant l'abattée se concentrer sur la frontière (regard).

Le moniteur peut confirmer l'exercice avec une consigne du genre "prêt pour le virage..."

Juste après la frontière, au tout début de la phase d'accélération (la voile est en avant, le vent relatif est encore faible sur le visage).

"Top ! Virage !"

Le pilote réalise le virage avec le regard, la sellette et la commande de frein: environ 30 à 40 cm de frein.

Le virage doit apparaître avec un mouvement de roulis intérieur et une mise en rotation assez fluide.

Le pilote doit sentir que le vent relatif augmente.

De la "force centrifuge" peut apparaître.

Après 1/4 de tour, il faut relâcher le freinage rapidement "bras hauts" et revenir au neutre dans la sellette.

Puis observer la séquence pendulaire induite lors de cette sortie de rotation:

Le virage peut se poursuivre par inertie sur 1/4 de tour en plus.

Ressource avec roulis vers l'extérieur.

Abattée avec roulis vers l'intérieur.

### Attention !

Si le mouvement de tangage était ample et que le pilote réalise une mise en virage trop brutale, il peut très facilement se retrouver dans un 360 engagé. La rotation peut se poursuivre même si le pilote est bras haut et au neutre sellette (neutralité spirale).

Le pilote doit être prêt à réaliser un geste pour provoquer la sortie d'une telle rotation.

Coup de frein extérieur au virage: freinage rapide et ample: au moins 40 cm mais assez bref. Puis bras hauts.

Un freinage symétrique, ample (au moins 40 cm) et maintenu peut provoquer une sortie de neutralité spirale.

Tirer son parachute de secours peut être l'ultime solution.

## CRITÈRES DE RÉUSSITE

Qualité de la préparation (amplitude et symétrie du tangage).

Précision du timing de mise en virage.

Le virage doit se produire dans la phase d'accélération.

Le virage doit être accélérant pendant 1/4 de tour.

Rapidité du relâché et du retour au neutre dans la sellette.

La voile doit amorcer la sortie de virage dès le 1/4 de tour (redressement).

Les mouvements pendulaires de sortie doivent être visibles.



## ERREURS CLASSIQUES

Mise en virage trop tardive ou trop timide: le virage apparaît dans la ressource, on obtient une remise à plat.

Mise en virage trop tôt (dans l'abattée) on obtient une abattée asymétrique et un roulis extérieur avant la mise en virage.

## RISQUES

360 plus fort que prévu, neutralité spirale et viscosité mentale.

Collision...

Le pilote reste concentré sur son exercice et oublie de surveiller sa hauteur / sol pour rentrer au terrain.

## EXERCICE

### Utiliser le roulis

### Pour rentrer dans un virage dynamique

#### Description de l'exercice

L'exercice consiste à réaliser un virage dynamique sur 180° en utilisant un mouvement de balancement en roulis à l'extérieur puis à l'intérieur du virage souhaité.

C'est une autre technique pour rentrer en 360.

On devrait obtenir un virage maniable, avec une voile qui s'incline facilement et qui a tendance à prendre de la vitesse.

De la "force centrifuge" peut apparaître.

Après 1/4 de tour, il faut relâcher le freinage et revenir au neutre dans la sellette.

Puis observer la séquence pendulaire induite par cette mise en virage :

Ressource avec vers l'extérieur.

Abattée avec roulis vers l'intérieur.

#### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Connaître la mécanique des virages déclenchés sous l'influence d'un mouvement pendulaire de roulis.

Connaître une autre technique de mise en virage accélérant.

Découvrir les sensations d'un « virage accélérant » et ses conséquences (prise de vitesse, dégradation du taux de chute, ressource et abattée asymétriques...).

Connaitre la séquence pendulaire induite lors d'une sortie de rotation (initiation aux 360).

Objectif lointain : les 360 engagés et la sortie en chandelle.

Niveau de DIFFICULTE : 4/5 Niveau d'ENGAGEMENT : 4/5.

#### CADRE DE PRATIQUE

AU SOL : sous portique, ou simplement en mimant, afin de travailler la gestuelle.

EN VOL : En stage pour la phase de découverte, durant une longue perte d'altitude.

Ne pas travailler avec une trop grande distance entre le moniteur et le pilote. Pas trop loin et pas trop haut (maximum 500m / sol). Le moniteur doit parfaitement distinguer si le pilote freine ou pas.

#### DÉROULEMENT DE L'EXERCICE

La consigne pour débuter la mise en virage sera : "Top ! Virage !"

La consigne pour sortir du virage sera : "Bras hauts et neutre sellette !"

## CONSIGNES

Exemple de consigne pour un 180° à droite.

Depuis le vol droit et stabilisé, sur le cap de départ.

Le moniteur peut rappeler le but de l'exercice: réaliser un 180° accélérant d'un côté et rappeler le cap de sortie.

Avant de partir en virage à droite, il faut réaliser un roulis vers la gauche avec de la sellette et de la commande de frein. Le geste doit être assez autoritaire, mais de courte durée.

Le but est d'obtenir du roulis à gauche, mais pas une mise en virage à gauche. Ne pas dépasser 45° de changement de cap.

Si le roulis gauche est correct: il faut rapidement faire "Bras hauts ! Sellette à droite, regard à droite" pour amplifier à la sellette uniquement le roulis vers la droite.

Ne pas commencer à freiner trop tôt. Il faut attendre que la voile soit au moins revenue à la verticale du pilote. On peut même attendre que la voile ait 25° de roulis à droite.

"Top ! Virage !"

Le pilote réalise le virage avec le regard, la sellette et la commande de frein : environ 30 à 40 cm de frein.

Le virage doit apparaître avec un mouvement de roulis intérieur et une mise en rotation assez fluide.

Le pilote doit sentir que le vent relatif augmente.

De la "force centrifuge" peut apparaître.

Après 1/4 de tour, il faut relâcher le freinage rapidement "bras hauts" et revenir au neutre dans la sellette.

Puis observer la séquence pendulaire induite lors de cette sortie de rotation :

Le virage peut se poursuivre par inertie sur 1/4 de tour en plus.

Ressource avec roulis vers l'extérieur.

Abattée avec roulis vers l'intérieur.

### Attention !

A la rentrée, si la voile amorce un virage à gauche > 45°, il faut arrêter l'exercice. Car le roulis risque fort de provoquer une remise à plat qu'il faut respecter (relâcher la commande de frein) pour éviter le décrochage asymétrique.

Si le mouvement de roulis est ample et que le pilote réalise une mise en virage trop brutale, il peut très facilement se retrouver dans un 360 engagé. La rotation peut se poursuivre même si le pilote est bras haut et au neutre sellette (neutralité spirale).

Le pilote doit être prêt à réaliser un geste pour provoquer la sortie d'une telle rotation.

Coup de frein extérieur au virage : freinage rapide et ample: au moins 40 cm mais assez bref. Puis bras hauts.

Un freinage symétrique, ample (au moins 40 cm) et maintenu peut provoquer une sortie de neutralité spirale.

Tirer son parachute de secours peut être l'ultime solution.



## CRITÈRES DE RÉUSSITE

Qualité de la préparation (amplitude et symétrie du tangage).

Précision du timing de mise en virage.

Le virage doit se produire dans la phase d'accélération.

Le virage doit être accélérant pendant 1/4 de tour.

Rapidité du relâché et du retour au neutre dans la sellette.

La voile doit amorcer la sortie de virage dès le 1/4 de tour (redressement).

Les mouvements pendulaires de sortie doivent être visibles.

## ERREURS CLASSIQUES

Mise en virage trop tardive ou trop timide : le virage apparaît dans la ressource, on obtient une remise à plat.

Mise en virage trop tôt (dans l'abattée) on obtient une abattée asymétrique et un roulis extérieur avant la mise en virage.

## RISQUES

360 plus fort que prévu, neutralité spirale et viscosité mentale.

Collision...

Le pilote reste concentré sur son exercice et oublie de surveiller sa hauteur / sol pour rentrer au terrain.

## EXERCICE

### Virer en fin d'accélération

Observer le virage dynamique et la remise à plat.

#### Description de l'exercice

L'exercice consiste à réaliser un vol dauphin, puis à déclencher une mise en virage à la fin de la phase d'accélération. Lorsque le pilote arrive à la verticale de la voile. Le vent relatif est maximum.

On devrait obtenir un virage maniable, mais remontant, avec une voile qui s'incline facilement en roulis mais avec un ralentissement puis une remise à plat.

#### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Connaître la mécanique des virages déclenchés sous l'influence d'un mouvement pendulaire de tangage.

Etre capable de déclencher une action de mise en virage à un « timing pendulaire » précis.

Objectif lointain : les wing-overs / Apprendre à déclencher un virage au bon moment pour le thermique.

Niveau de DIFFICULTE : 4/5 Niveau d'ENGAGEMENT : 3/5.

#### CADRE DE PRATIQUE

AU SOL : sous portique, ou simplement en mimant, afin de travailler la gestuelle.

EN VOL : En stage pour la phase de découverte, durant une longue perte d'altitude.

Ne pas travailler avec une trop grande distance entre le moniteur et le pilote. Pas trop loin et pas trop haut (maximum 500m / sol). Le moniteur doit parfaitement distinguer si le pilote freine ou pas.

#### DÉROULEMENT DE L'EXERCICE

Il faut tout d'abord réaliser un vol dauphin, jusqu'à obtenir une amplitude 30° en fin d'abattée.

Pour créer le mouvement et atteindre la bonne amplitude : voir fiche le vol dauphin.

La consigne pour débuter la mise en virage sera : "Top ! Virage !"

La consigne pour sortir du virage sera : "Bras hauts et neutre sellette !"

#### CONSIGNES

Le moniteur doit prévenir le pilote que l'on passe à l'exercice de mise en virage le plus tôt possible (par exemple au début la phase d'accélération). "prêt pour le virage..."

Rester bras hauts dans toute la phase d'accélération.

Lorsque le pilote arrive à la verticale de la voile : "Top ! Virage !"

Le pilote réalise le virage avec le regard, la sellette et la commande de frein : environ 30 à 40 cm de frein.

Maintenir le virage durant toute la ressource.

En fin de ressource, relâcher le freinage en restant penché pour remettre à plat.



## CRITÈRES DE RÉUSSITE

Qualité de la préparation (amplitude et symétrie du tangage).

Précision du timing de mise en virage.

Le virage doit se produire dans la ressource.

Le virage doit être remontant pendant 1/4 de tour.

Respect de la remise à plat.

## ERREURS CLASSIQUES

Mise en virage trop tardive ou trop timide : le virage apparaît dans l'abattée...

Mise en virage trop tôt on obtient un virage accélérant.

## RISQUES

360 plus fort que prévu, neutralité spirale et viscosité mentale.

Décrochage asymétrique.

Collision...

Le pilote reste concentré sur son exercice et oublie de surveiller sa hauteur / sol pour rentrer au terrain.

## EXERCICE

### Série de virages pendulaires La « valse à 3 temps »

#### Description de l'exercice

L'exercice consiste à réaliser l'enchaînement d'une série de virages pendulaires sur 180°. Depuis un mouvement de tangage, réaliser un demi-tour (en déclenchant le virage en tout début d'accélération), puis réaliser une sortie avec compensation du roulis dans la ressource, puis laisser la voile plonger en abattée. En début d'abattée, réaliser un nouveau virage sur 180°.

On obtient une série de virage avec à chaque fois la séquence suivante :

Le virage peut être réalisé à chaque fois du même côté. Il est possible d'inverser le sens du virage à chaque fois.

#### OBJECTIFS À ATTEINDRE

Etre capable d'entretenir une séquence de mouvements complexes.

Se confronter à un exercice difficile.

Niveau de DIFFICULTE : 5/5 Niveau d'ENGAGEMENT : 3/5.

#### CADRE DE PRATIQUE

AU SOL : sous portique, ou simplement en mimant, afin de travailler la gestuelle.

EN VOL : En stage pour la phase de découverte, durant une longue perte d'altitude.

Ne pas travailler avec une trop grande distance entre le moniteur et le pilote. Pas trop loin et pas trop haut (maximum 500m / sol). Le moniteur doit parfaitement distinguer si le pilote freine ou pas.

#### DÉROULEMENT DE L'EXERCICE

Il faut tout d'abord réaliser un vol dauphin, jusqu'à obtenir une amplitude 30° en fin d'abattée.

Pour créer le mouvement et atteindre la bonne amplitude : voir fiche le vol dauphin.

Puis il faut réaliser le premier virage accélérant : voir fiche 180° accélérant.

Puis compenser le roulis dans la ressource.

Mais il ne faut pas amortir l'abattée. Rester bras hauts ! Sauf si la ressource était trop forte (> 40°).

Pendant l'abattée, placer le regard à 45° au-dessus de l'horizon pour voir la frontière.

En début d'accélération, déclencher un nouveau virage sur 180°.

L'exercice peut être entretenu à volonté.

Si le mouvement d'abattée est trop faible, ou trop asymétrique, il est possible de réaliser tout un cycle en tangage (comme un vol dauphin) avant de reprendre les virages.



## CRITÈRES DE RÉUSSITE

Respect des timings.

Respect des axes.

Symétrie des abattées.

Régularité et fluidité de l'enchaînement.

## ERREURS CLASSIQUES

Le mouvement est de plus en plus faible (reprendre de l'amplitude en tangage).

## RISQUES

360 plus fort que prévu, neutralité spirale et viscosité mentale.

Collision...

Le pilote reste concentré sur son exercice et oublie de surveiller sa hauteur / sol pour rentrer au terrain.