

- 3** Introduction et histoire
- 6** La précision du FlightScope
- 12** Réglages et utilisation
- 19** Les données FlightScope
- 28** Comprendre le D Plane
- 37** Le fitting avec FlightScope
- 49** Les courbes et profils d'accélération
- 55** Transferts de masses avec Boditrak®
- 59** FlightScope Skills
- 63** Entraînement mental avec FocusBand®
- 67** Augmenter ses revenus avec FlightScope

appendix

- 72** A: Définitions des paramètres
- 78** B: Références supplémentaires



Introduction et Histoire

A propose de FlightScope

EDH, fabricant du FlightScope, est une société de développement de produits fondée en 1989 par Henri Johnson, inventeur and ingénieur électronique. EDH développe des produits pour la défense militaire et le marché du sport, et a, comme vocation première, le design et le développement de systèmes de radars de suivi 3D.

FlightScope a été dévoilé pour la première fois à Ponte Vedra Beach, Fla., en 2001, puis présenté au PGA Merchandise Show de 2004. En plus de son utilisation dans les académies hi-techs, et par les fitters du monde entier, les joueurs professionnels et les golfeurs dévoués au jeu et avides de performances, utilisent le FlightScope pour leur entrainement personnel. FlightScope utilise une technologie de suivi par balises et balistiques pour enregistrer avec précision la trajectoire des balles et les données de lancement réelles.

Les applications dédiées au sports : une étape logique

Avec près de deux décennies d'expérience dans le domaine du radar Doppler et de la technologie de suivi par déphasage, FlightScope a réalisé le potentiel et l'impact de sa technologie sur l'industrie du sport. En saisissant l'opportunité de diriger lorsque d'autres ont regardé, FlightScope a maintenant des applications dans:



Autour du monde... et dans votre sac de golf

FlightScope est utilisé par les meilleurs instructeurs de golf, les fitters de clubs, les joueurs pros et les plus grands fabricants de matériel dans le monde entier. Nous nous sommes engagés à offrir des produits de classe mondiale avec un service après vente exceptionnel.

La technologie FlightScope

FlightScope a été le premier radar de suivi par déphasage de matrice 3D pour le golf et a le plus d'expérience dans la conception, la fabrication et le support mondial de ce type d'équipement.

FlightScope comprend un radar de suivi Doppler 3D hautes performances à faible consommation, avec une technologie d'antenne à gradation progressive et un logiciel avancé d'analyse de vol balistique pour suivre une balle de golf sur toute sa trajectoire et le club pendant et après l'impact. Il s'agit de la technologie de pointe en matière de mesures de données pour le golf.



1997, EDH defense radar



2001, FlightScope prototype



2001, FlightScope testing

Etapes FlightScope

- 2000** Développement de FlightScope
- 2001** Le premier radar FlightScope est présenté au PGA Tour
- 2003** FlightScope The Game installés à Singapore et practices de Thaïlande
- 2008** Quartier général déplacé d'Afrique du Sud à Orlando, Floride
- 2011** FlightScope X2 révolutionne avec App pour iPad et iPhone fonctionnement sur batterie, plaçant de nouveaux standards pour l'industrie
- 2013** FlightScope Xi lancé sur le marché
- 2014** FlightScope Europe établi
- 2014** FlightScope x2 elite lancé
- 2015** FlightScope Japan établi

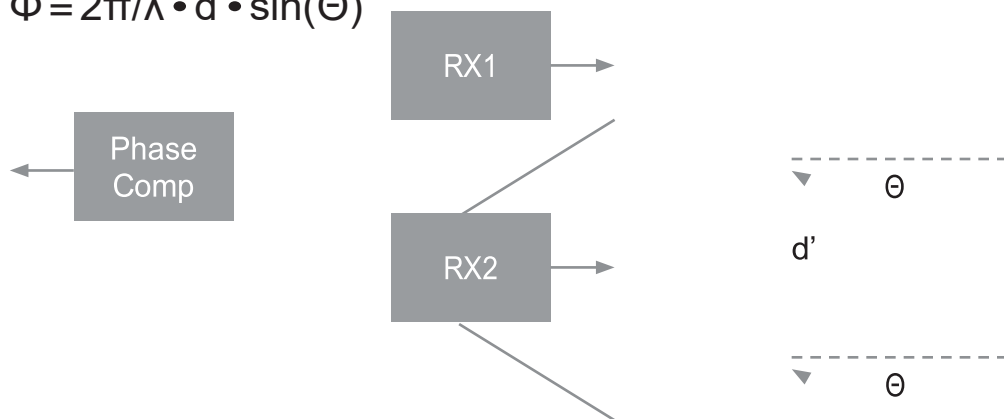
Précision de la technologie FlightScope

Comment FlightScope fonctionne ?

- ▶ Tout objet en mouvement est détecté dans le faisceau Doppler
- ▶ La vitesse est mesurée
- ▶ Les angles horizontaux et verticaux sont mesurés en utilisant le principe de la comparaison de phase

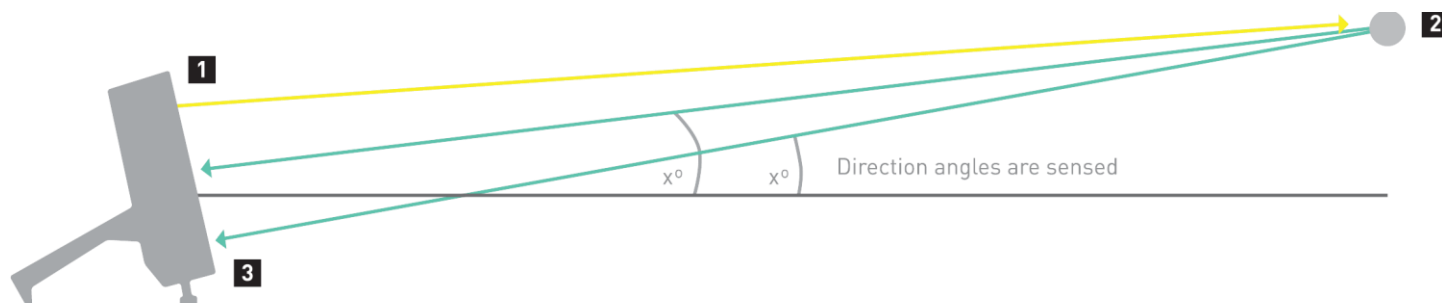
Comparaison de phase :

$$\Phi = 2\pi/\lambda \cdot d' \cdot \sin(\Theta)$$



Comment FlightScope mesure les balles de golf?

L'entière trajectoire est mesurée, du départ jusqu'à l'atterrissage.



1a. Oscillator

Generates the microwave signal

1b. Antenna

Radiates the signal

2. Moving Object

Interferes with signal, reflects energy, movement/Doppler shift

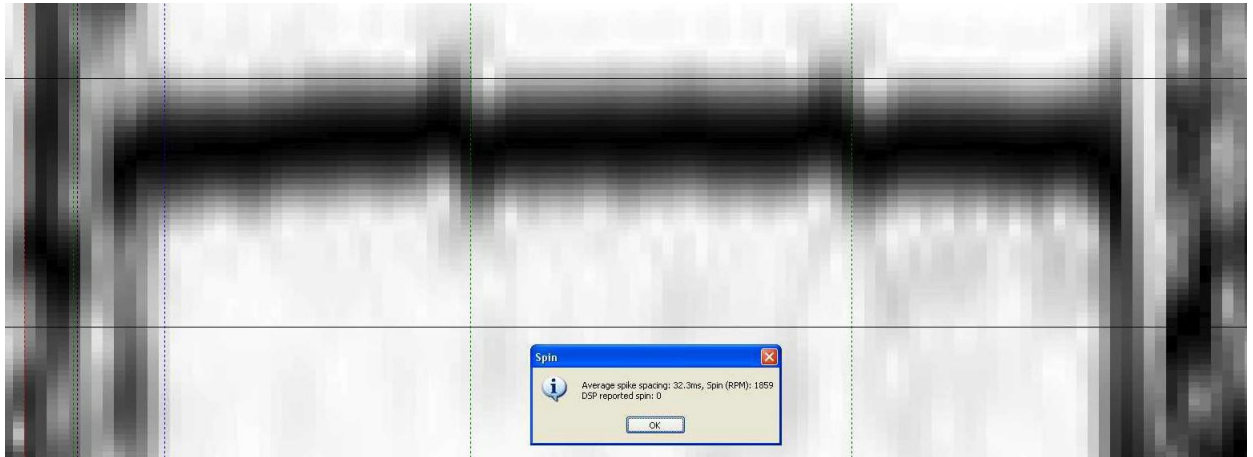
3. Phased Array Antenna

Detects reflected signal, compares phase direction

- ▶ La balle de golf est détectée dès qu'elle bouge
- ▶ FlightScope mesure la vitesse, les angles verticaux et horizontaux tous les quelques millimètres

Le taux de spin est mesuré directement

- ▶ La couture est détectée à travers les matériaux diélectriques (plastiques) des balles
- ▶ La balle de golf agit comme une lentille diélectrique, ce qui augmente la discontinuité de la couture des balles
- ▶ Une perturbation instantanée de la phase est causée par la rotation de la couture des balles et détectée par une méthode de brevet déposé : Phase-Lock-Loop
- ▶ À l'intérieur, un point métallique est utilisé pour améliorer le signal de perturbation de phase en raison de la plus courte distance capturée



Indoor spin using a metallic dot

Quelle est la précision de FlightScope?*

Pour un tableau complet, voir appendice B

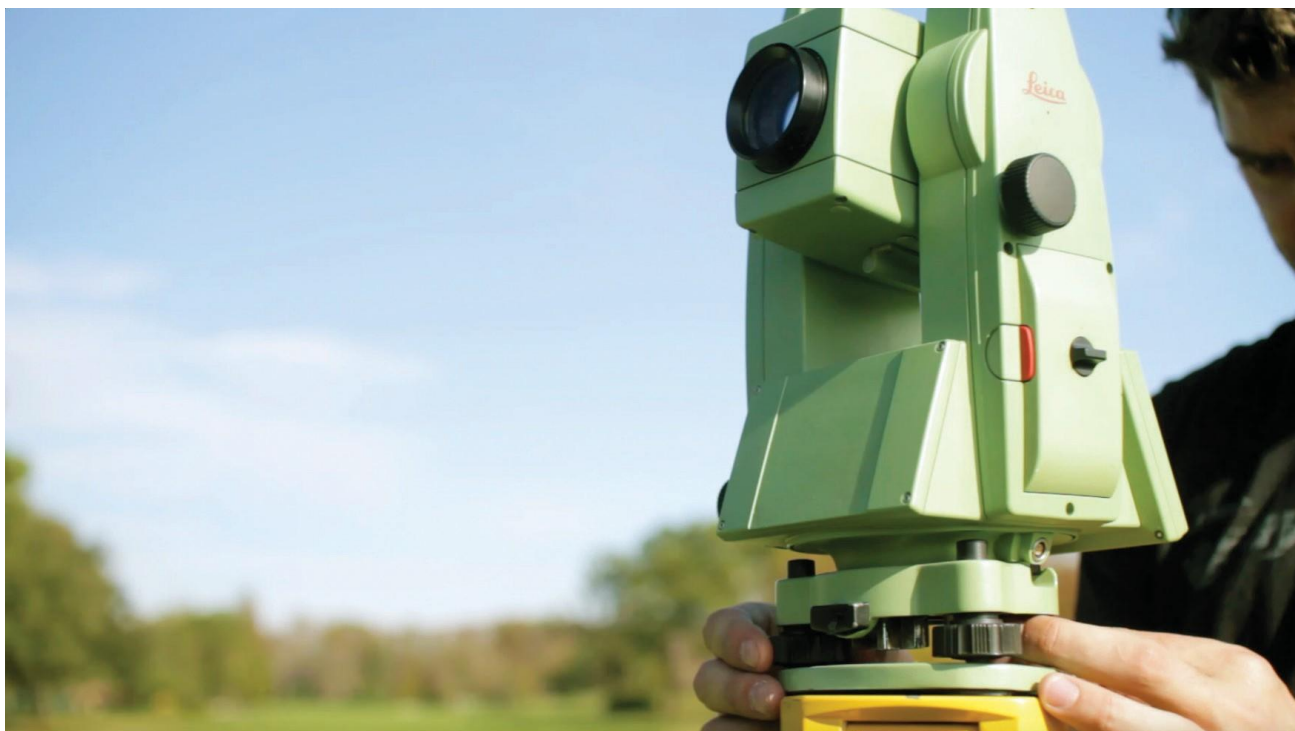
Mesure directe	X2 series tolerance	Xi series tolerance
Carry distance	± 1 yd at 100 yds	± 2 yds at 100 yds
Total Spin	± 15 RPM	± 30 RPM
Spin Axis	± 2 degrees	± 2 degrees
Angle d'attaque	± 0.5 degree	± 0.8 degree
Plan de swing Vertical	± 2 degrees	± 3 degrees
Plan de swing Vertical	± 2 degrees	± 2 degrees
Vertical launch angle	± 0.25 degree	± 0.4 degree
Vitesse de Club	± 1 MPH	± 1 MPH
Vitesse de balle	± 0.5 MPH	± 0.5 MPH

FlightScope reserves the right to update accuracy values at any time. These accuracy values are highly dependent on scientifically correct setup and verification methods, and FlightScope does not warrant these values as absolute under conditions not controlled by FlightScope scientists and engineers.

Mesures FlightScope

- ▶ FlightScope est un système de mesure complet 3D transmettant 10,500,000,000 ondes électromagnétiques par seconde
- ▶ Les ingénieurs FlightScope utilisent des outils de mesures ultra précis afin de vérifier la précision de chaque produit

Station totale



Une station totale intègre un théodolite électronique, qui utilise un télescope mobile pour mesurer avec précision les angles dans les plans horizontaux et verticaux, avec un compteur de distance électronique.

Une ligne de référence est déterminée avec la station totale, en utilisant la position de départ et la position de la cible. Le FlightScope est aligné à la cible, de sorte à ce que la cible soit commune entre les deux appareils.

Avec l'aide d'un observateur, le carry des balles et les distances totales sont marquées. La station totale mesure la position que l'observateur a marqué à la fois les distances au carry et totales pour une vérification précise de la distance.

Phantom camera

Les caméras très haute vitesse Phantom sont utilisées pour filmer le club et la balle afin de procéder à des tests de vérification de précision.



Spécifications Camera

La caméra Phantom est capable d'enregistrer 10 000 images par seconde à la plus haute résolution possible, faisant d'elle un outil essentiel dans les tests de vérifications



Spin et angle d'attaque

La caméra est configurée perpendiculairement au joueur, et la balle est marquée d'une ligne horizontale. La rotation des balles et l'angle d'attaque sont tous deux vérifiés à l'aide de cet angle de caméra de face.



Trajectoire de balle et angle de lancement

La caméra est placée directement derrière le radar FlightScope, en ligne droite avec la balle et la cible. Les trajectoires et les angles de lancement sont extraits et vérifiés.



Réglages radar et utilisation

Connecter votre radar

FlightScope X2, X2E, X3 peuvent se connecter à un PC via la connectique Ethernet ou grâce au réseau wifi intégré.

En utilisant la connexion Wifi les utilisateurs peuvent également connecter les appareils mobiles iOS et Android supportés.

FlightScope Xi series ne disposant pas de connexion Ethernet peuvent seulement être utilisés avec les appareils mobiles iOS et Android supportés.

Wi-Fi au PC

Noter le numéro de série du radar (ex « X2E-00179 »)

Mettre en route le radar sans câble branché

Sur le PC, se connecter au réseau du radar en faisant click droit sur l'icône du wifi
Dans la barre d'outils, faites un scan des réseaux wifi et connectez vous au réseau du radar.

La connexion wifi nécessite un mot de passé

Il s'agit des 9 caractères du numéro de série du radar

Wi-Fi to tablet or smartphone

Noter le numéro de série du radar (ex « X2E-00179 »)

Mettre en route le radar

Aller dans les réglages, puis dans le menu wifi et se connecter au réseau du radar.

La connexion wifi nécessite un mot de passe

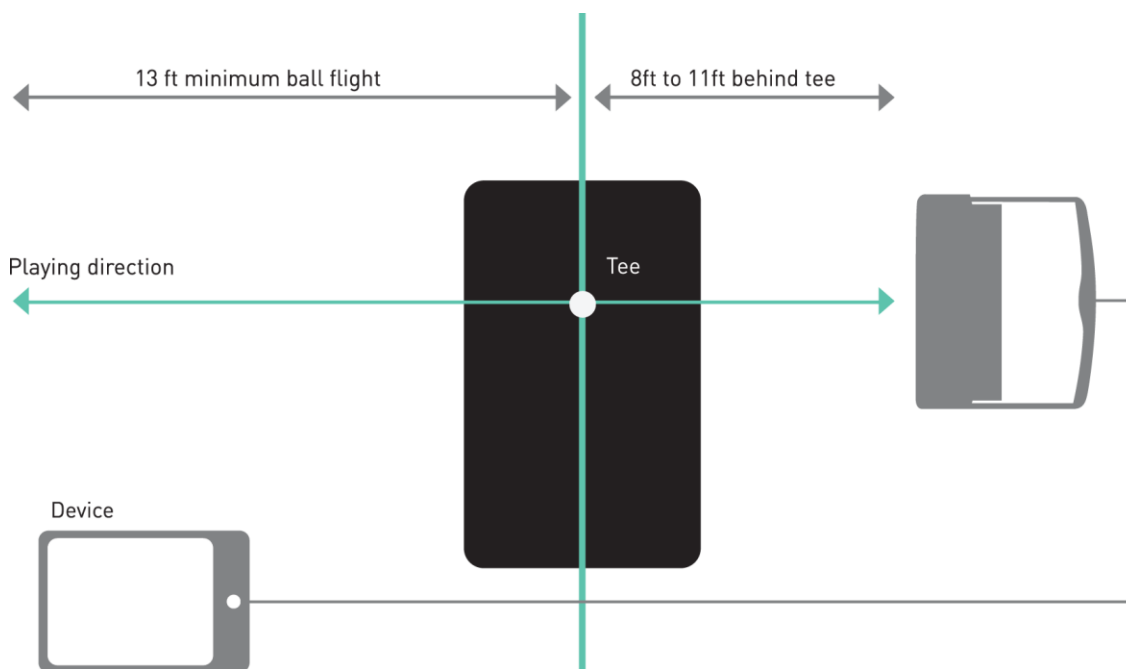
Il s'agit des 9 caractères du numéro de série du radar

Appuyer sur rejoindre pour vous connecter

Une fois connecté au réseau désactivez l'option « demande d'accès aux réseaux »

Position et Alignement

La distance recommandée pour placer le radar derrière le tee est entre 2m40 et 3m60. Au moins 4m de vol de balle sont nécessaires pour une bonne prise en compte des données de spin, en fonction du plus bas taux de rotation et de la plus grande vitesse de balle.



Positionnement

- ▶ Choisissez votre position de tee
- ▶ Choisissez votre ligne de cible
- ▶ Placez votre radar derrière le tee dans l'axe de la cible
- ▶ Tournez votre radar de façon à ce qu'il fasse face à la cible

Les applications d'utilisation disposent d'outils d'aide à l'alignement des radars

Mise à niveau

Les pieds motorisés des radars FlightScope ajusteront automatiquement l'inclinaison (tilt) et le roulis (roll) pour toute surface n'étant raisonnablement pas à niveau, dès la mise en route du radar et pendant son utilisation.

Le roulis autorisé est de $\pm 0,5^\circ$. L'inclinaison autorisée se situe entre $9,5^\circ$ et 11° . Ajustez les pieds si nécessaire.

Utilisation en indoor

En raison de la faible distance de vol de la balle en réglage indoor, nous recommandons fortement d'apposer sur les balles les petits stickers métalliques prévus à cet effet, afin d'obtenir des données de spin plus régulières. Un seul sticker placé sur la balle, orienté vers l'écran et du côté opposé à la face de club.

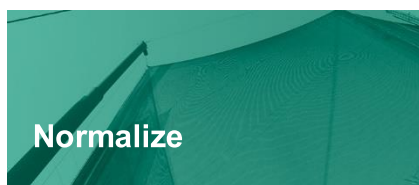
Réglages radar

Les réglages radar vous donnent un complet contrôle de votre FlightScope et de votre environnement d'entraînement. Accédez aux réglages soit dans le menu d'installation, soit dans la barre latérale de menu dans l'application

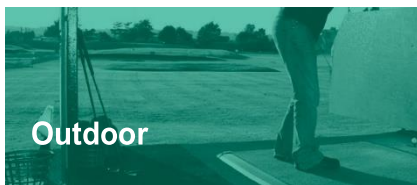
Sensor Mode



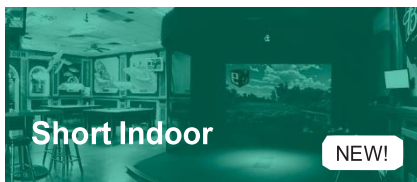
Utilisez le réglage indoor quand vous avez moins de 35m de vol de balle



Utilisez le réglage long indoor (ou normalisé) quand vous avez plus de 35m de vol de balle mais que celle-ci est arrêtée soudainement par exemple par un mur ou un filet ; ou si les conditions extérieures doivent être ignorées (comme l'effet du vent etc...)



Utilisez le réglage outdoor quand le vol de balle ne sera interrompu par aucun mur ou filet.



Utilisez le réglage short indoor quand le vol de balle ne sera qu'au minimum 2m50, idéal pour une utilisation en maison ou dans de petites cages de frappes.

Distance tee / Radar

Il s'agit du réglage de distance entre le tee et le radar.

Même si la zone acceptable entre le radar et le tee est située entre 2m40 et 3m40, les meilleurs résultats sont donnés quand la machine est placée à 3m du tee. Cette distance donne le meilleur espace possible pour le signal radar afin de capter les conditions d'impact ainsi que l'ensemble des données du vol de balle.

Hauteur de la surface du tee

Ce réglage ne fait pas référence à la hauteur du tee mais à la différence de hauteur entre la surface où est placée le radar et celle où est placée la balle.



Mise en veille automatique

Afin de garder les meilleures performances de votre batterie, nous vous conseillons de régler la mise en veille automatique après 5 minutes d'inactivité. Ceci veut dire que la machine sera toujours allumée mais le radar sera désarmé de façon à économiser l'énergie de la batterie.

Réglages Video

L'application enregistrera automatiquement des clips vidéo depuis la capture radar, ou lors de la détection d'un impact entre le club et la balle. Dans le menu, choisissez le nombre de secondes que vous voulez enregistrer avant et après l'impact.

Type de terrain

La surface de terrain choisie influera sur le roulement de balle calculé par le radar. Un terrain mou apportera moins de roulement, alors qu'un terrain dur permettra à la balle de rouler plus.

Mode d'utilisateur

L'utilisateur peut se connecter au radar en tant qu'opérateur ou écouteur. Le wifi intégré du radar permet que 5 écouteurs soient connectés en simultanément à la même machine. Utiliser comme point d'accès pour connecter plus de 5 écouteurs.

Operateur Un seul utilisateur à la fois peut être connecté au radar comme opérateur, et cet opérateur aura tout contrôle sur la machine et ses réglages.

Listener Les écouteurs n'ont pas la possibilité de contrôler le radar mais ils peuvent montrer en temps réel les données sur leurs appareils

Reglages plateau de pression

Si vous utilisez un plateau de pression sans fils, les temps d'enregistrement et de connexion peuvent être ajustés dans l'écran de réglages. Choisissez le temps d'enregistrement en millisecondes, ajuster les réglages et la connexion et gardez les firmware de votre machine à jour.

Affichage angle du club

Ceci contrôle comment la face de club est reportée dans l'application ou le software :



FacetoPath

Angle de la face de club relative au chemin de club, calculé au moment de l'impact ou une fraction de seconde avant.



Face to Target

Angle de la face de club relative à la cible, calculé au moment de l'impact ou une fraction de seconde avant.

Montrer les valeurs mesurées

Dans certains cas, quand le radar ne peut pas voir les position finale de la balle (par exemple quand la balle atterrie de l'autre côté d'une bosse, que le radar est accidentellement réglé sur le mode indoor, ou que le coup se trouve être en dehors de la zone de captage du radar, choisissez « montrer les valeurs mesurées » pour avoir une représentation visuelle d'une trajectoire entre mesure et calcul.

Firmware & Software Version

Visualisez la dernière version du firmware trouvée sur le radar, la version du software ou de l'application pour contact avec le service de support.

Vérifiez ici régulièrement pour être sûr que vous utilisez la version du firmware la plus à jour pour le radar connecté. Si votre firmware est obsolète, vous recevrez une notification dès une connexion wifi détectée, et vous pourrez le mettre à jour depuis cet endroit.

Le firmware commencera automatiquement son installation dès que l'appareil sera connecté au radar.

Boresight Camera-PC

Le radar peut se connecter à un PC via la connectique Ethernet ou grâce au réseau wifi intégré. Une fois le radar connecté, choisissez l'icône camera en haut à droite de l'écran, et entre dans la vue depuis la caméra. Cette vue sera automatiquement détectée comme le début d'une nouvelle session afin d'assurer une parfaite mise en place.

La vue de la caméra vous montrera ce que le radar voit, le long de l'axe. Vérifiez que la balle et la cible sont alignées sur une même ligne verticale visible sur l'écran, afin de vous assurer que le radar est aligné correctement

Test Ball Origine

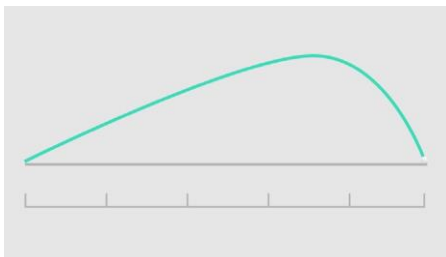
Le radar dispose d'une zone recommandée pour l'emplacement de la balle, afin de garantir une collecte optimale et régulière des données. Utilisez le test de la balle d'origine pour vérifier si l'emplacement de la balle est correct.

Une fois ouvert, l'outil enregistra et montrera tout emplacement de balle détecté à l'usage.

Si votre emplacement de balle tombe dans le cercle matérialisant la zone, vous obtiendrez les meilleures données radar.

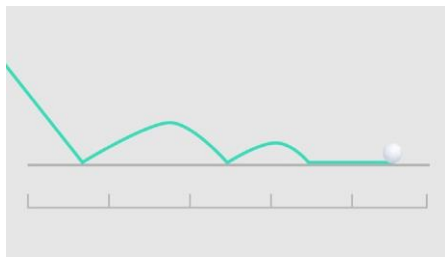
Les Données FlightScope

Distances



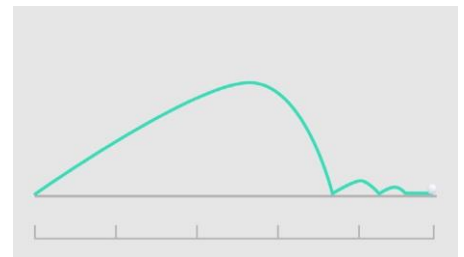
Distance de Carry

Distance d'atterrissage de la balle par rapport au tee (normalisé pour une surface plane) la vitesse de balle, le taux de spin, le spin axis et l'angle de lancement vertical sont tous les facteurs qui vont déterminer la distance de carry.



Distance de roulement

Quantité de roulement depuis la distance de carry jusqu'à la position finale de la balle. Un taux de spin bas et un angle de lancement bas (plus précisément l'angle de descente) vont augmenter la quantité de roulement sur le sol.



Distance totale

Position finale de la balle sur le sol depuis le tee (surface plane).

- ▶ Une distance de carry mesurée à plat ne montre aucun changement d'élévation du départ à l'atterrissage.
- ▶ Pour une élévation de 3m, il y aura 5 yard de différence de distance entre un carry plat et le carry actuel pour un angle de descente de 30°-35°
- ▶ La distance au carry est déterminée par la vitesse de balle, l'angle de lancement, le taux de spin et le spin axis ainsi que les conditions météo.
- ▶ Pour une distance totale mesurée à plat à la même hauteur que le radar, le rebond et le roulement sont calculés en fonction du type de surface, de l'angle de descente, du taux de spin et de la vitesse de la balle à l'atterrissage.

Vitesse



Vitesse de balle

Launch Vitesse de lancement de la balle de golf. La vitesse de la balle a le plus grand effet sur la distance au carry. Le centrage de l'impact et une vitesse de club augmentée, conduiront à une plus grande vitesse de balle



Vitesse de Club

Vitesse de la tête de club mesurée dans le sweet spot au moment de l'impact avec la balle. La vitesse de club a une influence directe sur la vitesse de balle pour un coup centré dans la face de club

- ▶ La vitesse de club est mesurée juste avant l'impact. Les vitesses de la pointe et du talon du club sont visibles, mais la vitesse du sweet spot est mesurée et publiée.
- ▶ La vitesse de balle est mesurée immédiatement après l'impact. Le radar peut mesurer la vitesse de la balle sur toute la trajectoire, même sur le sol.
- ▶ +1 mph de vitesse de balle = +2.5 yards de distance au carry
- ▶ La balle perd 10% de sa vitesse à chaque seconde de vol

Speed records

Highest club	156 mph
PGA Tour driver avg	113 mph
Euro Tour driver avg	113 mph
PGA Tour ball	168 mph
Euro Tour ball	166 mph
Highest ball speed	226 mph

Smash factor



Smash factor

Ratio de transfert d'énergie entre le club et la balle résultant du point d'impact de la balle dans la face de club. Un impact centré améliorera le smash factor pour une vitesse de balle optimale..

- ▶ Optimum smash factor avec le driver = 1.50
- ▶ Plus le club a de loft moins le smash factor sera important en raison de l'énergie perdue pour créer un plus grand angle de lancement et du spin
- ▶ Moins de loft = plus de friction pendant le contact causant une plus grande vitesse de balle, moins de spin et donc un smash factor plus élevé.
- ▶ Le smash factor optimal dépend de la masse club/balle et du spin loft
- ▶ 5 grammes de réduction de poids de la balle peut ajouter 0,03 au smash
- ▶ Un Smash > 1.50 indique un impact au niveau de la pointe

Smash factor =

Ball speed

Club speed

En raison de la rotation de la tête de club avant l'impact, différentes vitesses seront enregistrées sur la face. Le radar publiera toujours la vitesse au centre de la face.

Moyenne de différence de vitesse entre la pointe et le talon du club : 12-14 mph

Smash factor guide

Note: These numbers are changing with new golf clubs on the market

Club	Smash	Club	Smash
Driver	1.50	7-iron	1.38
3-wood	1.49 (could be higher)	8-iron	1.36
5-wood	1.48	9-iron	1.32
3-iron	1.46	PW	1.28
4-iron	1.43	SW	1.15
5-iron	1.43	LW	1.05
6-iron	1.40		

Spin and spinaxis



Spin rate

Nombre de rotations par minutes de la balle au lancement. Un spin loft plus élevé et une plus grande friction augmenteront le taux de spin de la balle

► Mesurée au lancement après l'impact

La soudure de la balle produit des reflets qui permettent une mesure précise du taux de spin.

► La différence entre le loft dynamique, l'angle d'attaque et la friction causera la compression de la balle, ainsi que le TILT de la face à l'impact

► L'impact décentré a un effet énorme sur spin rate en raison du gear effect (forces de couple impliquées pendant l'impact)

Jusqu'à 1 200 tr/min par inch (2,5 cm) décentré

Avg Driver Spin

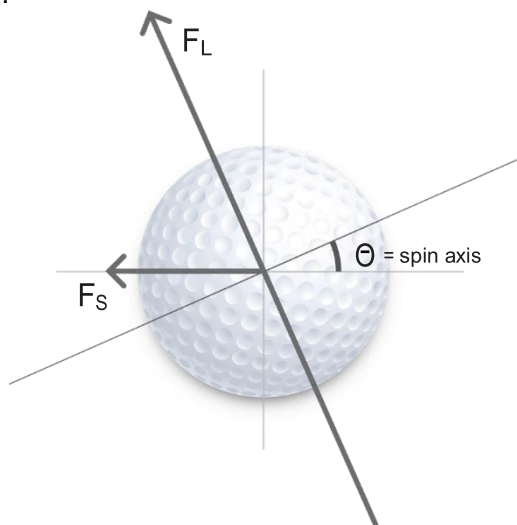
PGA Tour	2692 rpm
Euro Tour	2728 rpm



Spin axis

C'est l'inclinaison de l'axe de rotation de la balle, cela va déterminer le sens de courbure du vol (vers la droite ou la gauche). Il est créé par le différentiel entre la face de club et le chemin du club.

La quantité de courbure est dominée par la (vitesse de balle)², et le CL (coefficient de l'ascenseur de spin)¹, ainsi que [sin(spinaxe)]¹.



$$F_S \text{ (side lift-force)} = F_L \sin(\text{spin axis})$$

$$F_L = (1/2) \cdot \sigma \cdot A_S \cdot V^2 \cdot C_L$$

A_S = cross section area of ball

σ = air density

V = ball speed

C_L = coefficient of lift from spin

- ▶ Spin axis dévie le vol de la balle
- ▶ Le différentiel face/chemin inclinera le spin axis
- ▶ Spin axis augmente sur des frappes décentrées

Fade

spin axis à droite

Draw

spin axis à gauche

Balle droite

spin axis moins de 2°

Influence des Frappes décentrées sur le spin axis

- ▶ Spin axis augmente lors des frappes décentrées due au gear effect horizontal.
 - Driver:** 5.5° tous les 3,5 mm par rapport au CDG
 - Iron:** 2 tous les 3,5 mm / cdg
- ▶ un impact en pointe augmentera l'effet de draw
- ▶ un impact au talon augmentera l'effet de fade
- ▶ le Roll de la face de club minimise le gear effect horizontal , eg:
 - le spin axis sera moins influencé par le gear effect horizontal sur des clubs avec des dyn loft élevés
 - sur une face fortement orienté à droite l'impact en pointe aura moins d'effet .
- ▶ un drive de 225 m décentré de 3,5 mm ratera sa cible de 10 mètres
 - pour un fer de 135 m la cible sera raté de 2 m tous les 3,5mm décentrés

Pour chaque degré d'écart entre la face et le chemin (différentiel):

Long driver	Spin loft 5°	Spin axis 10°
Driver	Spin loft 10°	Spin axis 6°
Mid iron	Spin loft 20°	Spin axis 3°
Short iron	Spin loft 30°	Spin axis 2°
Wedge	Spin loft 40°	Spin axis 1.5°

Ball angles



Vertical launch angle

Angle auquel la balle de golf est lancée par rapport à l'horizon. L'angle de est surtout déterminé par le loft dynamique et l'angle d'attaque et influencera la hauteur de la trajectoire.

- ▶ La balle partira dans l'angle formé entre le dynamic loft et l'AOA .
- ▶ le gear effect vertical (roll) peut changer le angle de lancement de 6 degrés entre le haut (+2,5°) et le bas(-3,5°) sur la face du driver.

Driver V Launch

PGA Tour Avg	10.8°
Euro Tour Avg	10.4°



Horizontal launch angle

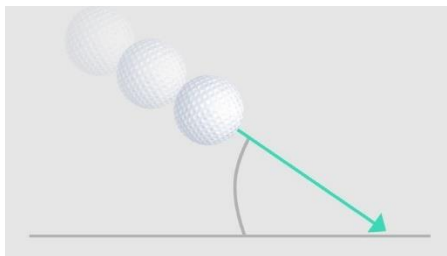
Direction dans laquelle la balle de golf est lancée par rapport à l'axe horizontale déterminé sur la cible . L'angle de face de club aura le plus grand effet sur l'angle de lancement horizontal.

- ▶ La balle partira dans l'angle formé par la face de club et le chemin. Sa valeur sera plus proche de la valeur de face.
- ▶ plus le loft est élevé
 - Moins la face détermine le départ de la balle
 - Plus le chemin influe l'horizontal launch angle
- ▶ DRIVERS :le ratio face/chemin est de 80% - 85% / 20% - 15%
- ▶ FERS, le ratio face /chemin est de: 75% - 80% / 25% - 20%
- ▶ les coups décentrés ont un impact sur le lancement horizontal

Vertical descent angle

Angle auquel la balle s'approche de l'aire d'atterrissage. Un angle de descente faible augmentera la distance totale avec un driver, et un angle de descente plus élevé donnera à un joueur plus de possibilité d'arrêt sur le green avec un fer.

Pour chaque degré perdu dans l'angle d'atterrissage, vous gagnez 2 mètres de roue si le type de surface dure est sélectionné



Height and hang time



Apex height

Hauteur maximum de la trajectoire

Flight time

Temps de vol de l'impact avec le club à l'impact avec le sol, mesuré en seconde.

- ▶ L'Apex est mesuré avec le radar et non calculé
- ▶ les PROS obtiennent le même APEX avec tous leurs clubs (moyenne de 29 m)

Tour Player Averages

	Height	Time
PGA Tour Avg	96'	6.2s
Euro Tour Avg	97'	6.7s

Spin loft

**Spin loft**

Est l'angle formé entre le DYN LOFT et l'AOA au moment de l'impact, il en résulte une quantité de spin.

EX :

$$\begin{aligned} \text{Dynamic Loft} &= 12^\circ \\ \text{AoA} &= -3^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Spin Loft} &= 12^\circ - (-3^\circ) \\ &= 15^\circ \end{aligned}$$

$$\text{SI AoA} = +4^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Spin Loft} &= 12^\circ - 4^\circ \\ &= 8^\circ \end{aligned}$$

spin loft = dynamic loft - angle of attack

Chaque 1 degré de spin loft fait varier le spin de :

Driver club MPH	Spin rate	Iron club MPH	Spin rate
80 mph	184 rpm	70 mph	210 rpm
90 mph	207 rpm	80 mph	240 rpm
100 mph	230 rpm	90 mph	270 rpm

Exemple:

Driver at 100mph Spin Rate $\Delta = 230 \times 7 = 1610 \text{ RPM!}$

Relation Vertical launch et total spin

- ▶ le vertical launch angle est déterminé entre le LOFT DYN et l'AOA
- ▶ la différence entre le LOFT DYN et l'AOA (spin loft) + la friction créera le spin

moins spin

frapper la balle en remontant et réduire le loft

plus spin

frapper la balle en descendant et augmenter le loft

D Plane

Le D plane est la description de l'impact entre la tête de club et la balle sur 3 dimensions

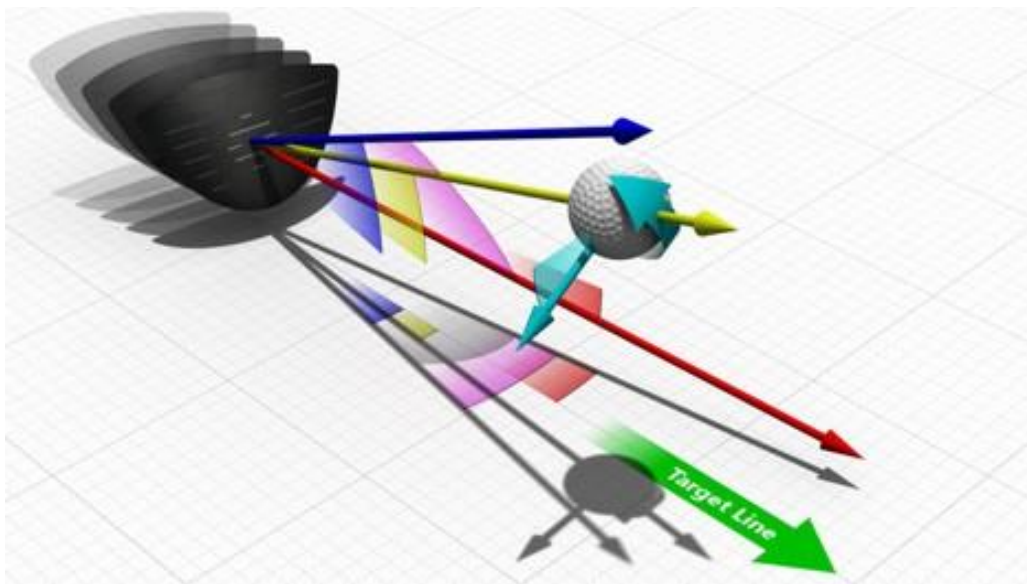
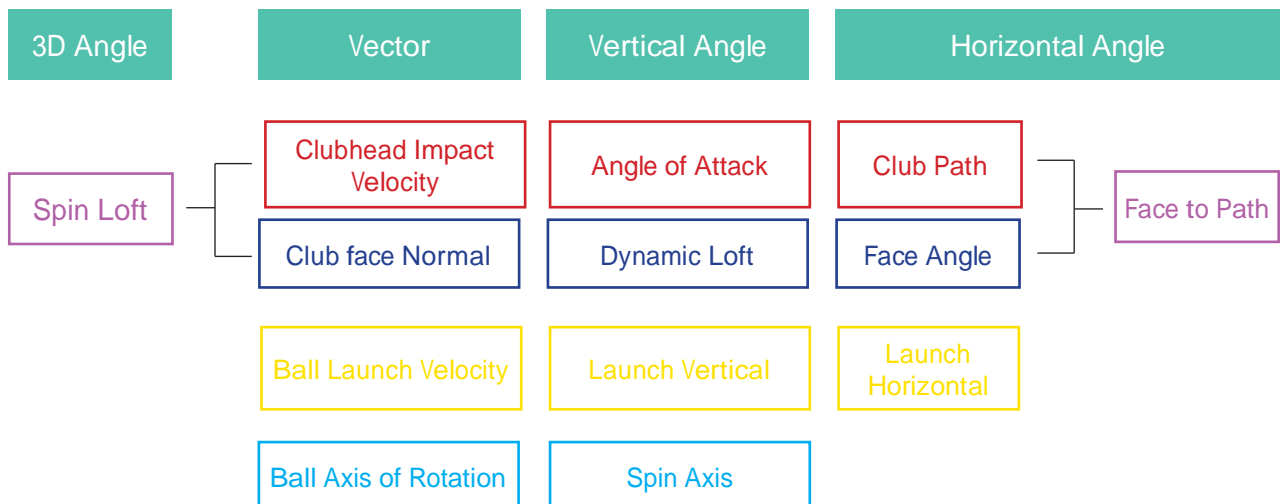
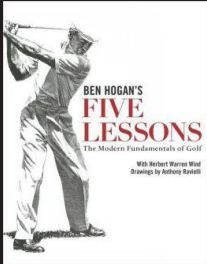


Illustration de tous les vecteurs et angles pertinents à la théorie D Plane. Cet exemple montre driver droitier avec un chemin extérieur et un angle d'attaque légèrement négatif (vers le bas) ainsi qu'une face à droite du au chemin, UN BEAU SLICE.



History of the D Plane

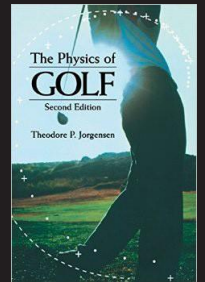


In 1957, Ben Hogan illustrated the D Plane in his book, **Ben Hogan's Five Lessons: The Modern Fundamentals in Golf** ¹.

Dans chaque chapitre, chaque test "fondamental" est expliqué et démontré avec des détails et une clarté incroyables. C'est comme si le maître lui-même était là à vos cotés, vous donnant une leçon personnelle avec sa pensée.

Theodore P. Jorgenson's book, **The Physics of Golf** ² was published in 1994, illustrating how the D Plane affects ball flight.

Écrit par un physicien après une vingtaine d'années de recherche, Physique du Golf est le seul livre consacré exclusivement à expliquer la science derrière un jeu de golf réussi.



Causes du vol de la balle

- ▶ vitesse tête de club
- ▶ Smash factor, ou point d'impact sur la face
- ▶ Club face angle et dynamic loft, ou orientation de la tête de club
- ▶ résultante du chemin et de l'AOA, ou la direction de la tête de club

1. Hogan, Ben, Herbert Warren Wind. *Ben Hogan's Five Lessons: The Modern Fundamentals in Golf*. New York: Pocket Books, 1990. Print.

2. Jorgensen, Theodore P. *The Physics of Golf, Second Edition*. New York: Springer-Verlag, 1994. Print.

Horizontal launch



- ▶ départ entre la face et le chemin
- ▶ décrit par:

Irons

Approximativement 75% face et 25% chemin

Drivers

Approximativement 85% face et 15% chemin

- ▶ moins il y a de spin loft, plus l'angle de la face détermine le départ de la balle.

Vertical launch



- ▶ départ entre DYN LOFT et AOA
- ▶ décrit par:

Irons

approximativement 75% dynamic loft et 25% attack angle

Drivers

Approximativement 85% dynamic loft et 15% attack angle

- ▶ moins il y a de SPIN LOFT, plus le DYN LOFT détermine le VERTICAL LAUNCH.

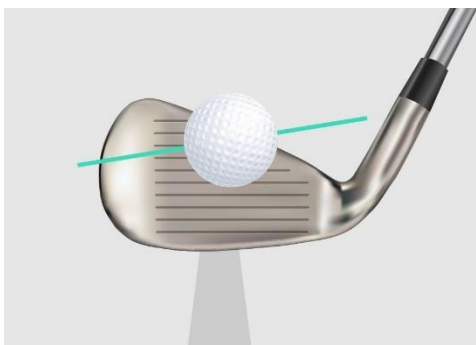
Total spin



Spin (rotation de la balle mesuré en RPM) est créée par spin loft + friction.

- ▶ Spin Loft est la différence entre DYN LOFT et AOA
- ▶ A toutes choses égales, SPIN LOFT élevé, SPIN élevé
- ▶ frapper en remontant avec un DYN LOFT faible réduit le spin
- ▶ frapper en descendant avec DYN LOFT élevé augmente le spin

Spin axis



Le SPIN AXIS est créé par la différence entre FACE ANGLE et CLUB PATH

- ▶ **Fade:** face orienté à droite du chemin
- ▶ **Draw:** face orienté à gauche du chemin
- ▶ SPIN LOFT affecte la quantité de SPIN AXIS

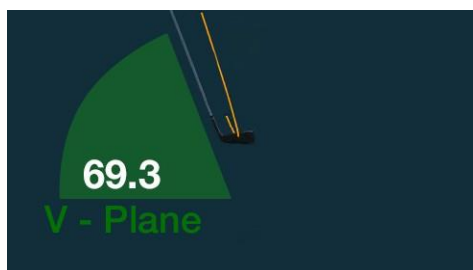
La quantité d'effet en draw ou en fade est plus impacté par $(ball\ speed)^2$ que par le SPIN AXIS

Resultant club path



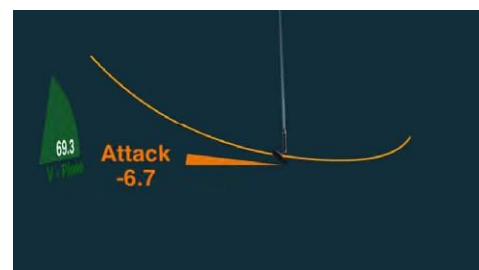
Horizontal Swing Plane

Direction du point bas de l'arc



Vertical Swing Plane

Angle de la tête de club par rapport au sol pendant le down swing mesuré au point bas de l'arc.



Angle of Attack

Mesure du sweet spot descendant ou remontant au moment de l'impact.

Zero club path

- ▶ plus le vertical swing plane est horizontal, plus l'angle d'attaque a d'influence sur le chemin
- ▶ plus le vertical swing plane est vertical, moins l'angle d'attaque a d'influence sur le chemin

quand: **Vertical Swing Plane = 90**

[chemin path = Horizontal swing plane]

quand: **Vertical Swing Plane = 60**

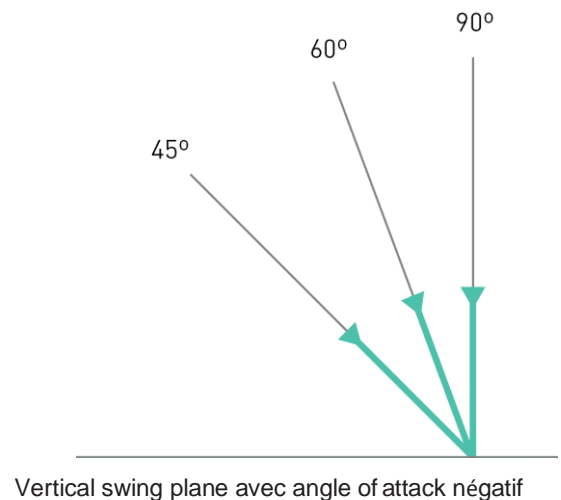
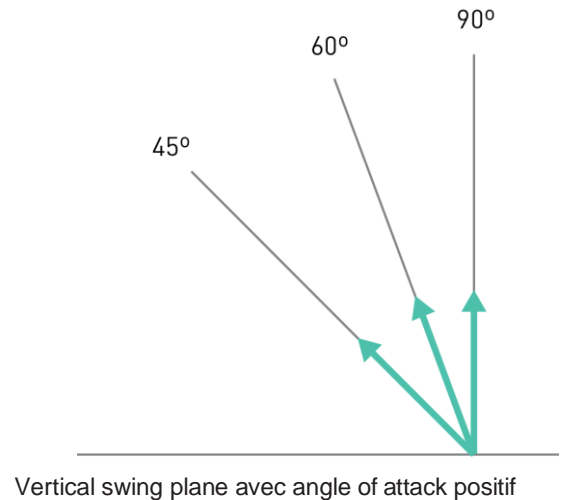
Horizontal swing plane est la moitié de AOA

- Si L'angle of attack est de -5, l'horizontal swing plane va être de 2.5° left
- Si l'angle of attack est de +5, l'horizontal swing plane va être de 2.5° right

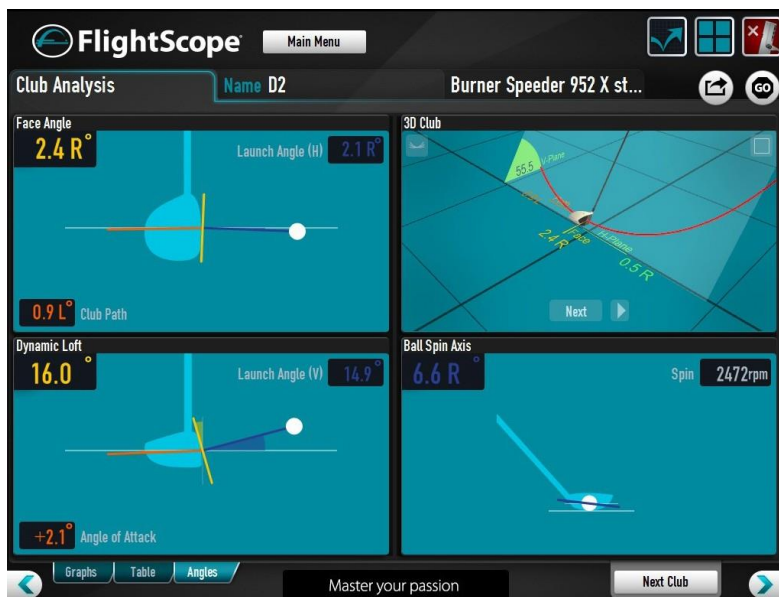
quand: **Vertical Swing Plane = 45**

Horizontal swing plane va être égale à the angle of attack

- Si l'angle of attack est de -5, alors l'horizontal swing plane va être de 5° left
- Si l'angle of attack est de +5, alors l'horizontal swing plane va être de 5° right

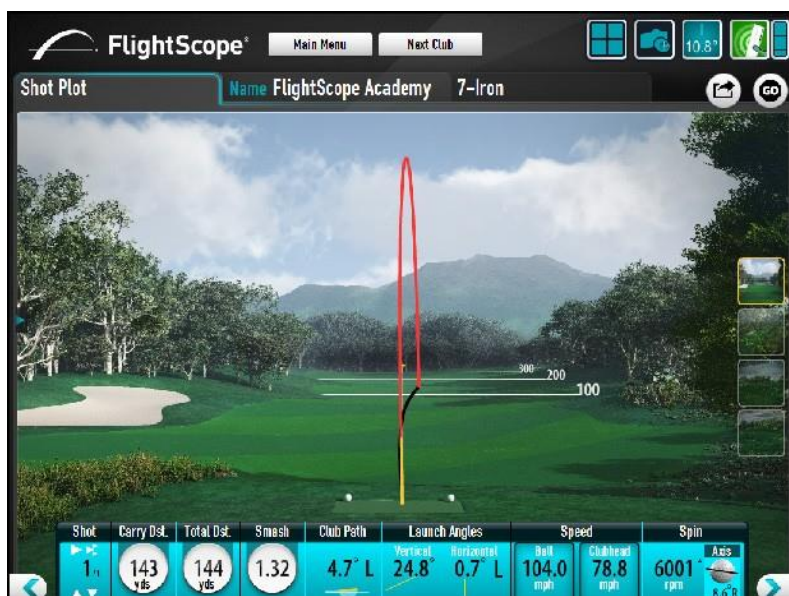


Exemples



Path	0.9 L
Face	2.4 R
H Launch	2.1 R
VSP	55.5
HSP	0.5 R
V Launch	14.9
D Loft	16
AoA	+2.1
Spin Axis	6.6 R
Spin	2472

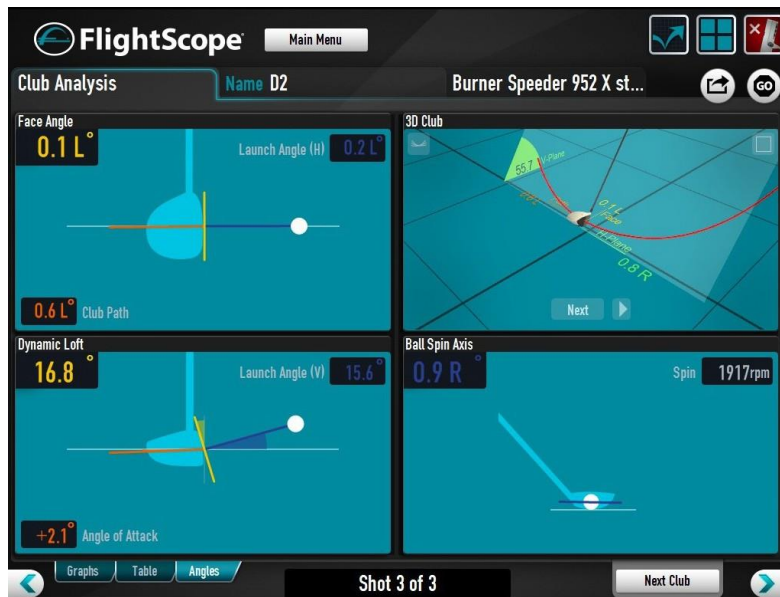
Analyse d'un fade avec a "start-right" fade with PGA Tour level speed and smash. The path is slightly to the left with the face open to the target. This causes a D Plane that is tilted to the right, causing a spin axis that is tilted to the right. The face being open to the target and path only slightly left of target cause the ball to start right of the target (2.1) producing a "start-right" fade.



Carry	291
Total	314
Smash	1.49
H Launch	2.1 R
Ball	171.6
Club	114.8

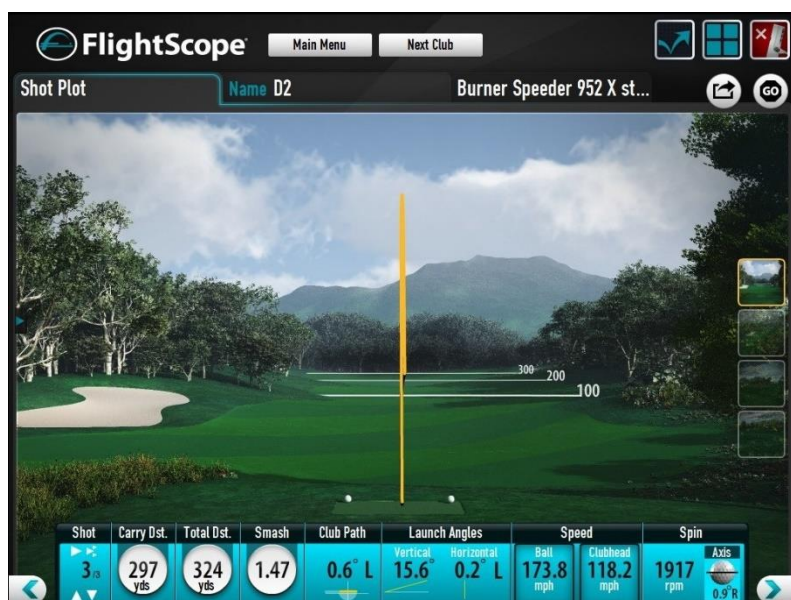
The club head speed and the smash give you an indication of the amount of force that is put into the ball. The ball launched to the right of the target and the tilted spin axis (6.6 R) curves the ball farther right.

Exemples



Path	0.6 L
Face	1.1 L
H Launch	1.2 L
VSP	55.7
HSP	1.8 R
V Launch	15.6
D Loft	16.8
AoA	+2.1
Spin Axis	1.9 R
Spin	1917

The HSP vient légèrement à droite (0.8 R), mais comme l' AoA st de +2.1, the chemin est légèrement à gauche (0.6 L). Le spin axis est proche de zéro car la face et le chemin sont de valeur égale. La combinaison LOFT DYN (16.8) et AoA (+2.1) crée un décollage de balle élevé et optimal pour la distance max (297 yds).



Carry	297
Total	324
Smash	1.47
H Launch	0.2 L
Ball	173.8
Club	118.2

Avec cette vitesse (118.2 mph), un chemin proche de zéro (0.6 L) et un face de club square (0.1), le vol de la balle est droit (0.9 R spin axis), en assumant que la balle est frappée au centre. Avec un smash factor de 1,47, cette balle a été frappée très proche du centre.

Lined area for notes with horizontal ruling lines.

Fitting with FlightScope

Remboursez votre FlightScope avec le fitting



80% veulent des clubs fittés

- ▶ 36% ont fait un fitting
- ▶ 19% avec un radar

Custom fitting facts

- ▶ Environ 36 % des golfeurs qui ont acheté de l'équipement neuf au cours des 12 derniers mois étaient « adaptés sur mesure ».
- ▶ De ce nombre, seulement 19 % ont utilisé un moniteur de lancement pour mesurer le lancement, la rotation, la vitesse et la trajectoire, et ont effectivement utilisé une corrélation de ces facteurs.

Résultat net : 64 % des nouveaux achats de clubs n'étaient PAS adaptés - OPPORTUNITY

Comment augmenter le pourcentage de fitting?

- ▶ **Prejugés** - “custom fitting” est seulement pour les bons joueurs.
- ▶ **Communiquer**
- ▶ **Eduquer** vos élèves
- ▶ **Réputation** - follow best practices
- ▶ **Promotion** - advertise your capabilities

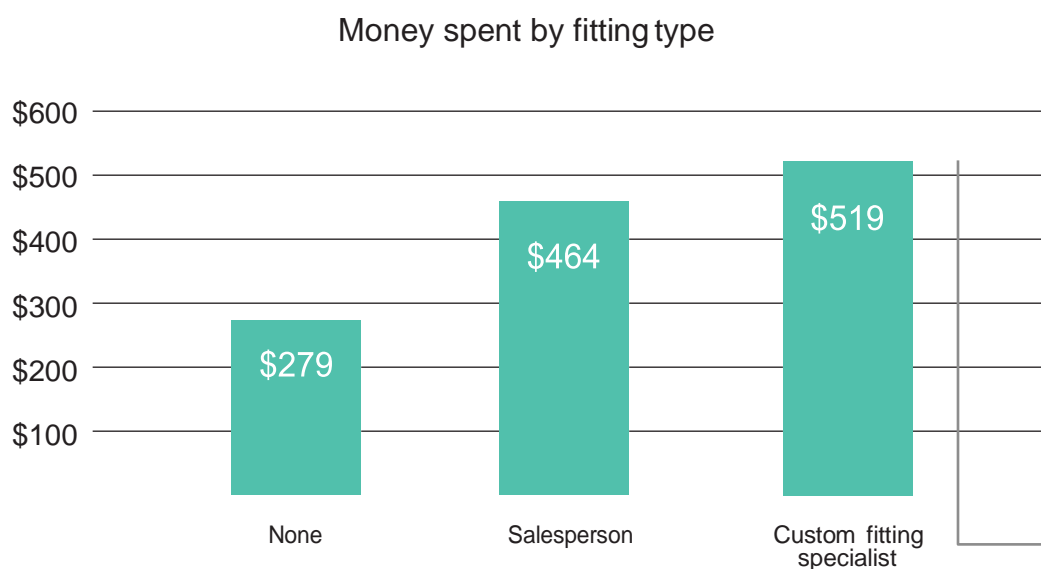
GUIDER les élèves et les membres vers un fitting

- ▶ les 3 gros influenceurs pour préconiser un fitting sont :
 1. Démonstration de marque sur les practices
 2. Parler avec le pro
 3. Media
- ▶ moins de 50% ont déjà fait un fitting
- ▶ 35% sont conscient des bénéfices d'un fitting
- ▶ 56% améliorent leurs scores de 2 points ou mieux par tour, 25% par ou mieux
- ▶ 12-25 l'index ou les joueurs ont le plus de bénéfice
- ▶ le fitting améliore plusieurs criteres(distance, dispersion,score,plaisir de jouer)
- ▶ 70% des joueurs observent directement le bénéfice du fitting après avoir jouer leurs nouveaux clubs.
- ▶ Le fitting avec un radar donne une impression de fitting premium

Quel est l'avantage de votre business?

- ▶ Près de 85 % achètent à nouveau de l'équipement équipé où ils ont fait le fitting
- ▶ satisfaction client
- ▶ Bouche à oreille

Laissez l'ensemble de fonctionnalités de FlightScope vous aider à vendre !



Les clients d'un spécialiste de l'ajustement personnalisé ont dépensé 11 % de plus que ceux d'un vendeur, et 46 % de plus que ceux acheter sans conseils.

- ▶ être designer comme speciliste /expert fitting ”
- ▶ Eduquer le staff du golf
- ▶ suivre une démarche standart

ECOURAGER LES FITTING

- ▶ Independent de ce que le client veut acheter, demander aux élèves d'apporter leur sac complet
- ▶ Booker un RDV
- ▶ Envoyer un sms ou mail professionnel pour confirmer le rdv
- ▶ Preparer environment et les clubs avant le rdv

Club fitting ABCs

1. Le loft ajuste le vol de balle plus vite que le shaft
2. progressif dans les changements de poids de shaft
3. Attention aux shafts trop longs
4. Wedges sont plus flat que les fers
5. Ne pas tomber dans des extrêmes
6. Fitting ou enseignement ?

Optimal ball flight chart

PGA Tour	3Iron	4Iron	5Iron	6Iron	7Iron	8Iron	9Iron	PW	22HB	19HB	15F	13F	Driver
Club MPH	96.2	94	91.9	90	87.6	85.5	83.3	82.2	98.5	101.2	104.8	106.1	109
Ball MPH	142.2	137.2	132.2	127.2	121.6	115.5	109.7	105.4	145.3	147	155.4	157.1	168
Launch Angle	9.8	11.3	12.8	14.6	16.6	18.6	20.5	22.5	10.6	8.9	9.8	8.2	11.5
Backspin	4053	4659	5265	5972	6820	7765	8396	9024	4225	3925	3750	3350	2430
AoD	43-45								44-46	41-43	42-43	39-40	38-42

* AoD 43 > max c / min roll

Club MPH	90.2	88.1	86	84	81.7	79.5	77.4	76.3					102
Ball MPH	134.6	129.8	124.8	119.7	113.8	108.1	102.4	98					157
Launch Angle	10.5	12	13.5	15.2	17.2	19.2	21.2	23.2					11.8
Backspin	3773	4379	4985	5692	6500	7308	8116	8924					2620
Club MPH	82.3	80.2	78.1	76	73.8	71.6	69.5	68.4					90
Ball MPH	124.9	119.8	115	109.7	103.9	98.2	92.5	88.1					139
Launch Angle	11.3	12.8	14.3	16.1	18.1	20.3	22.1	24.3					11.2
Backspin	3399	4005	4611	5318	6126	6934	7742	8550					2560
Club MPH	71.5	69.3	67.2	65	62.9	60.8	58.6	57.6					78
Ball MPH	111.3	106.4	101.4	96	90.4	84.6	78.9	74.5					128
Launch Angle	12.5	14	15.5	17.2	19.2	21.2	23.2	25.2					12.5
Backspin	2886	3492	4098	4805	5613	6412	7229	8037					2990

La réponse est dans les chiffres

- ▶ Utiliser les chiffres pour savoir dans quelle direction partir
- ▶ Il y a un vol de balle optimal pour chaque swing
- ▶ Savoir interpréter les chiffres

Remember!

Balles de practice augmente le spin de 500 RPM

Jouer sur tapis augmente le spin de 500 RPM

Les stries sales réduisent le spin de 1000 RPM

Procédure standard de fitting

Pre-fitting:

- ▶ Discuter pour connaître les objectifs d'amélioration dans le jeu et donc le but du fitting
- ▶ Si le joueur est membre d'un parcours ? et comment les conditions de son terrain peuvent influencer des choix
- ▶ S'échauffer – observer les tendances de vol

Pendant fitting:

- ▶ Si le client est nerveux, mettez-le à l'aise
- ▶ Le client joue ses clubs pour créer une base
- ▶ Demandez si les coups sont cohérents
- ▶ Laissez le client prendre des décisions
- ▶ Jouer 3-5 coups corrects par clubs pour établir des moyennes
- ▶ Evaluer les datas, choisir des options
- ▶ Expliquer les bénéfices d'un changement en utilisant les informations et datas quantifiables des divers écrans du FlightScope

Fitting Irons/Hybrids

- ▶ Ne pas juger l'ensemble par défaut
- ▶ le lie, la longueur, la trajectoire et le grip
- ▶ feedback sur les écrans
- ▶ Soyez aussi détaillé que vous devez l'être
- ▶ Laisser le choix au client

Fitting Wedges

- ▶ utiliser dispersion et club data comparaison
- ▶ ajuster les gaps entre les clubs

Post-fitting:

- ▶ garder les datas de bases des élèves
- ▶ envoyer un compte rendu
- ▶ proposer un ajustement des lofts /lies
- ▶ proposer des leçons

Fitting basics

Réduire le différentiel face chemin

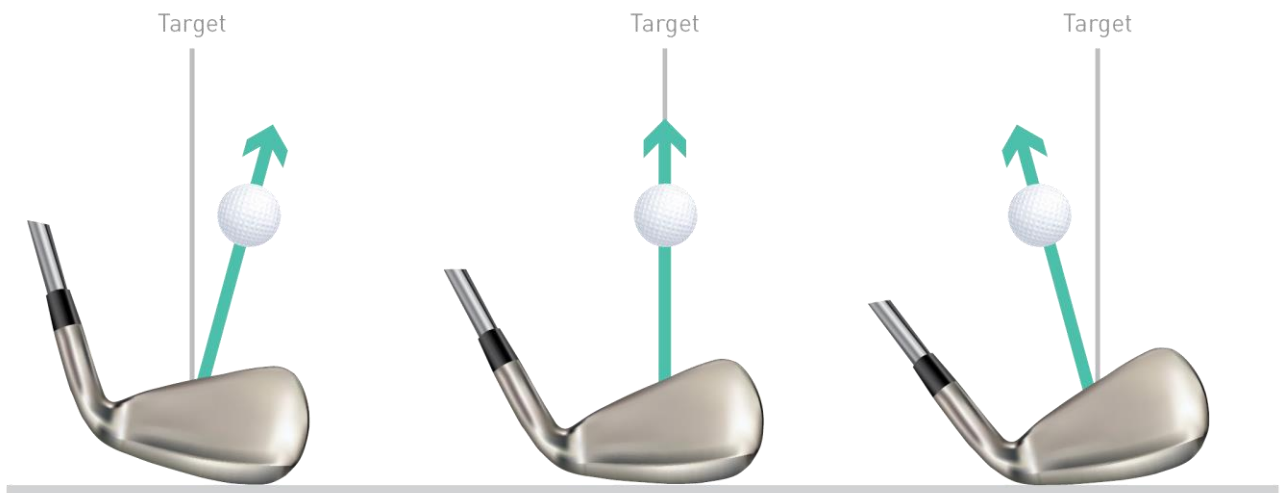
- ▶ Les meilleurs joueurs ont en moyenne un très petit différentiel face/chemin.
- ▶ Si le différentiel est supérieur à 7 ou 8 °, le joueur a besoin plus de leçons que de fitting
- ▶ **ATTENTION !** prendre le D plane en considération!
- ▶ Vous devez obtenir des écarts très faibles sur le D plane ainsi qu'un smash factor élevé pour obtenir des conditions de vol optimal.

D Plane précaution

- ▶ L'arrête ou le hosel peuvent être le point de contact sur la valeur FACE ANGLE
- ▶ FlightScope mesure la FACE ANGLE au centre de la tête de club. Lorsque l'arrête du club est square, si le club est trop UPRIGHT la face de club se retrouve orientée à gauche. L'opposé est également vrai.
- ▶ Si le différentiel face :chemin est très faible, il y a de grande chance que le swing est bon mais que le club est trop UPRIGHT ; .



Utiliser une plaque de lie pour observer le lie dynamique.



Face to path et le D Plane sont à interpréter avec précaution avant que le bon lie soit déterminé.

Gear Effect

- ▶ Le FlightScope mesure le centre de la face, vous devez considérer les coups décentrer
- ▶ Pour confirmer les nombres il faut vérifier SPIN AXIS ET SMACH FACTOR
- ▶ Utiliser un spray sur la face pour observer le point d'impact
- ▶ Attention:
 - C'est ce qui peut expliquer un slice ou un SPIN AXIS vers la droite malgré une face orienté a gauche. L'opposé est également vrai.
 - Prendre en compte le gear effect lorsque l'on enseigne ou que l'on fit .
 - Smash et spin axis sont les datas à vérifier pour le gear effect
 - Drivers ont plus de gear effect que les fers

Club head

- ▶ Utiliser FlightScope vous aide à déterminer la meilleur tête pour votre élève.
- ▶ Ajuster les paramètres de la tête change plus le vol de la balle que les autres parties d'un club
- ▶ Connaitre visuellement le point de contact, vous aide à déterminer quoi modifier en dynamique. Utiliser un spray est la meilleure option sans affecter le spin et data d'envol.
- ▶ Le spray vous permet le choix de la longueur et du lie
- ▶ La plupart des marques ont deux catégories de produits:
 - High spin, neutral to draw bias
 - Low spin, neutral to fade bias

Shaft

- ▶ Le shaft ne modifie pas les chiffres plus vite que le changement de tete
- ▶ Le shaft est un excellent moyen d'affiner les données de balle
- ▶ L'utilisation du profil d'accélération avec FlightScope peut vous aider à savoir avec quel shaft le jouer est le plus performant

TII y a généralement 2 types de swings:

- | | |
|-----------------|---|
| frappeur | <ul style="list-style-type: none"> ▶ Crée plus de déflexion sur le shaft, moins de mouvement de corps et rotation ▶ Produit plus de force avec les poignets avant-bras et bras, le shaft a plus de kick ▶ Besoin d' un manche rigide pour la consistance ▶ Profil d'accélération courbe |
| Swinger | <ul style="list-style-type: none"> ▶ moins de déflexion de shaft ,plus de droop ▶ Vitesse de shaft plus rapide,moins de kick généralement plus precis ▶ Courbe d'accélération lisse, qui est le modèle le plus typique pour les joueurs du tour |



My 5 favorite club fitting tips

Michael Neff, Master Club Fitter

1. La tête ajuste le vol de balle plus vite que le shaft
2. Plus le swing est rapide, plus le shaft est important
3. Progressif dans le choix des poids de club
4. Attention aux manches trop longs
5. Wedges sont généralement plus flat que les fers

Best fitting practices

Driver fitting

- ▶ Utilisez les informations de comparaison du driver pour déterminer le prochain club
- ▶ Utilisez vos connaissances sur le matériel pour déterminer les options
- ▶ Répondre d'abord aux préoccupations des joueurs, à partir de l'entrevue
- ▶ Processus d'utilisation de l'élimination - laissez le joueur décider
- ▶ Quantifier les résultats avec les écrans de comparaison et de dispersion du club

fers and hybrid fitting

- ▶ Gardez l'entrevue à l'esprit comme base ce
- ▶ Déterminer le lie optimal
- ▶ Déterminer les choix de shafts
- ▶ Club droop
- ▶ Déterminer la longueur
- ▶ Type de tête?
- ▶ Déterminer le poids si insert
- ▶ procéder d'élimination

Wedge fitting

- ▶ Utiliser dispersion et comparaison de club
- ▶ gap régulier
- ▶ Quels facteurs pour choisir ses wedges?
 - Conditions du terrain
 - compétence
- ▶ Comment savoir si besoin de clubs falt
- ▶ Utiliser le point d'impact

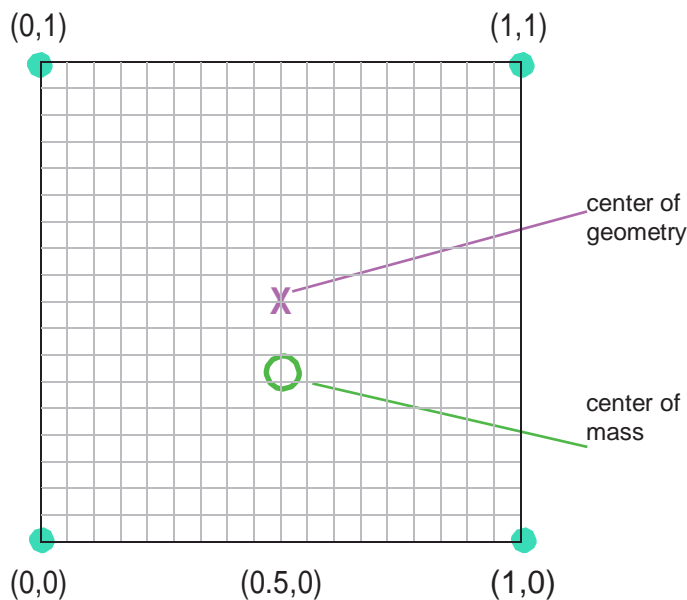
Golf ball fitting

- ▶ Pour déterminer la bonne balle, considérez:
 - condition de terrain
 - vitesse des greens
 - spin généré par l'ensemble des clubs
 - trajectoire type
 - angle of descent

Speed & Acceleration Profiles

Avec les profils d'accélération et de vitesse, nous sommes en mesure de voir quel est l'effet de l'accélération sur le shaft. Ces informations peuvent être utilisées pour trouver des solutions à tous les problèmes, et mieux équiper le golfeur.

Mesurer le club



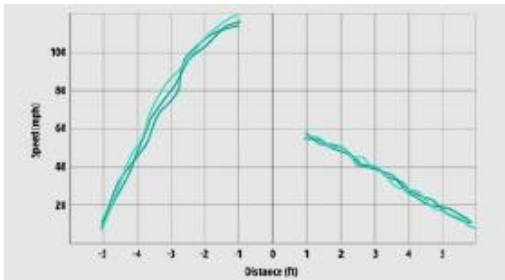
La tête de club est mesurée comme une masse réfléchissante unique où le centre géométrique est suivi.

Où est mesuré le club?

Le profil de vitesse est une mesure continue à travers la zone de frappe.



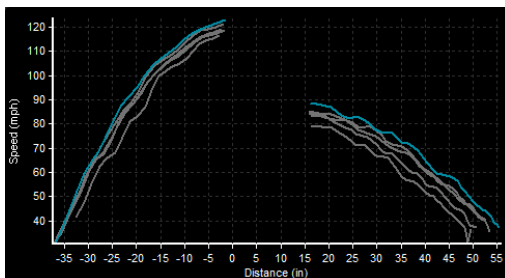
Speed profile



► Affiche la vitesse apparente

Affiche l'accumulation de la vitesse du club avant et après l'impact

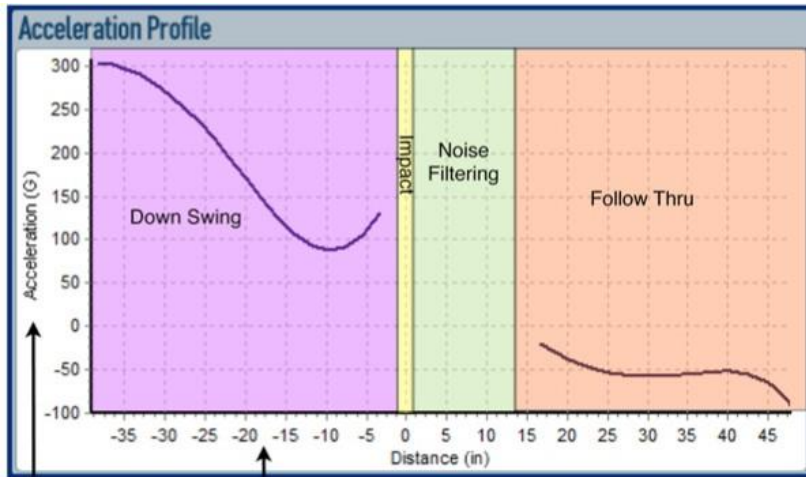
Smooth curve / courbe lisse



- Pour un ajustement parfait, le profil de vitesse avant l'impact doit être aussi lisse que possible avec le moins de plis
- les courbes décrivent l'augmentation de la vitesse de la tête lors du downswing

Acceleration profile

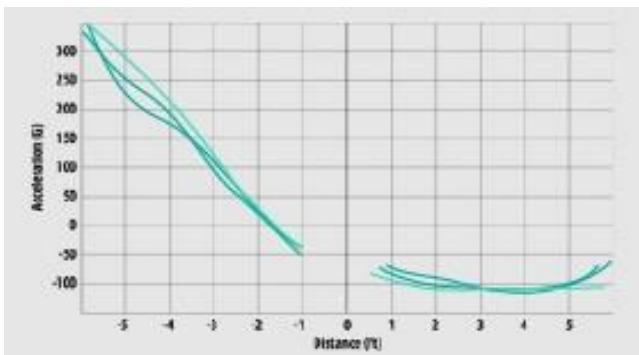
Le graphique de profil d'accélération montre les forces G pendant le downswing. La force G est une force agissant sur un corps résultant d'une accélération ou de la gravité, décrite officieusement dans des unités d'accélération égales à 1 G.



1

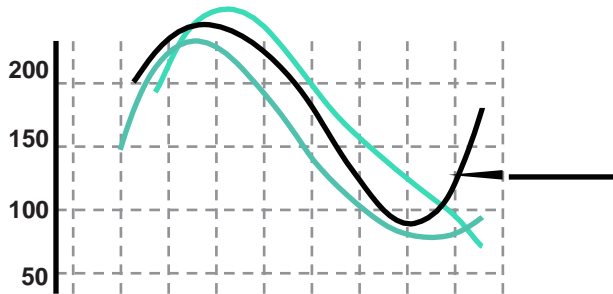
2

1. Accélération du club en G-forces
2. Distance (en inches) montre où est prise la mesure.
3. La mesure débute 35 inch avant l'impact. Il y a une rupture de la courbe due à la perturbation de l'impact.



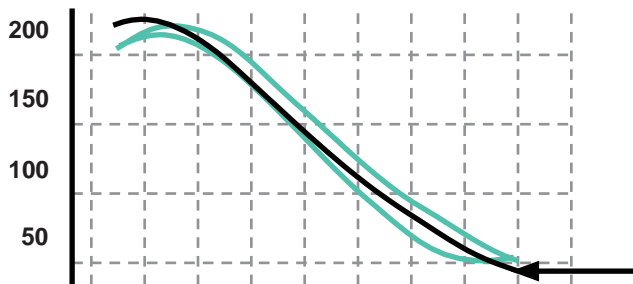
- ▶ Affiche la courbe à laquelle la tête du club change de vitesse (loin du radar)
- Affiche la courbe à laquelle le club gagne de la vitesse avant et après l'impact
- ▶ recul du profil d'accélération < 0
Post impact le club accélère mais avec une valeur plus faible
- ▶ Zéro accélération signifie que la vitesse reste constante
- ▶ L'accélération positive signifie que le club gagne encore de la vitesse
- ▶ L'accélération négative signifie que le club perd de la vitesse

Shaft fitting



Cette image représente les données du downswing d'un joueur avec une vitesse de club élevée en utilisant un shaft incorrect. Nous pouvons supposer que le shaft n'est pas correct en raison de la force g élevée et le "fishhook" à la fin du profil. Cela peut causer une déviation excessive de la tête.

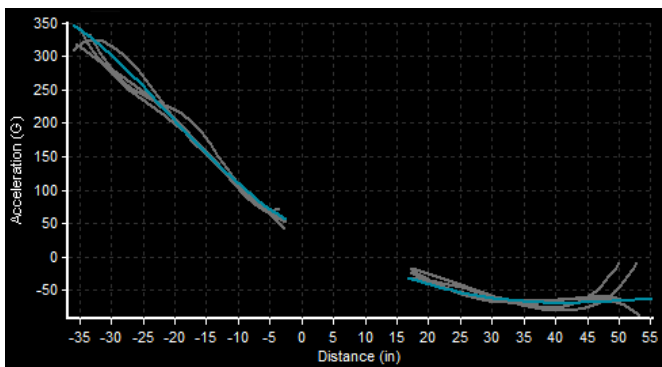
Ce type de profil n'est pas idéal pour des vitesses de tête de club plus élevées. Cependant, cela peut être bénéfique pour les joueurs avec une faible vitesse de tête du club.



Cette image représente les données de downswing du profil d'accélération créé par un shaft qui est très stable et permettrait une tête de club stable à l'impact.

Généralement, les courbes des les joueurs du tour et joueurs rapides. Il n'y a pas de fishhook à la fin du profil.

Ce type de profil est le meilleur pour les vitesses de club élevées. Une vitesse de club plus faible avec ce profil peut avoir du mal à générer une vitesse de balle élevée.



► Montre le le comportement du shaft et meme les plus petits changement de vitesse de la tête du club, parametre impossible de déduire avec le vol de balle seulement

► Est une empreinte digitale du comportement du shaft dans les mains du joueur

- - La technique a une influence certaine sur le comportement du shaft

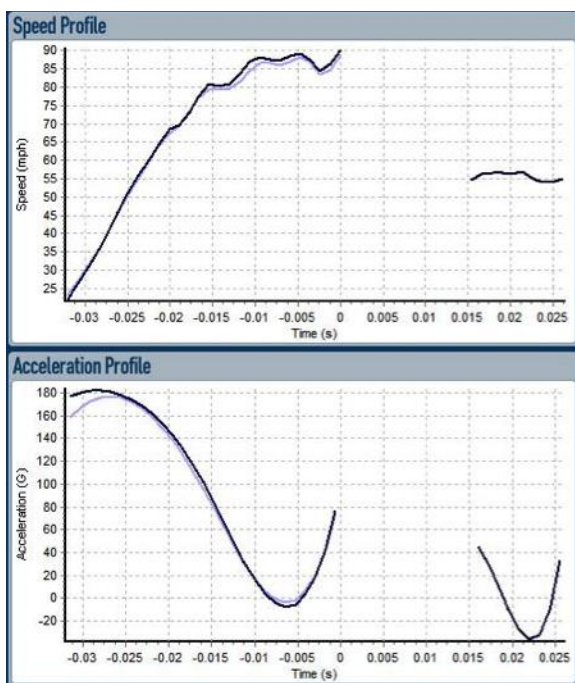
- Les profils de vitesse et d'accélération permet d'étudier l'ensemble de la séquence du swing pour des choix optimaux.

Pour démontrer, deux clubs ont été sélectionnés et fournis à un joueur avec une vitesse de swing plus lente.

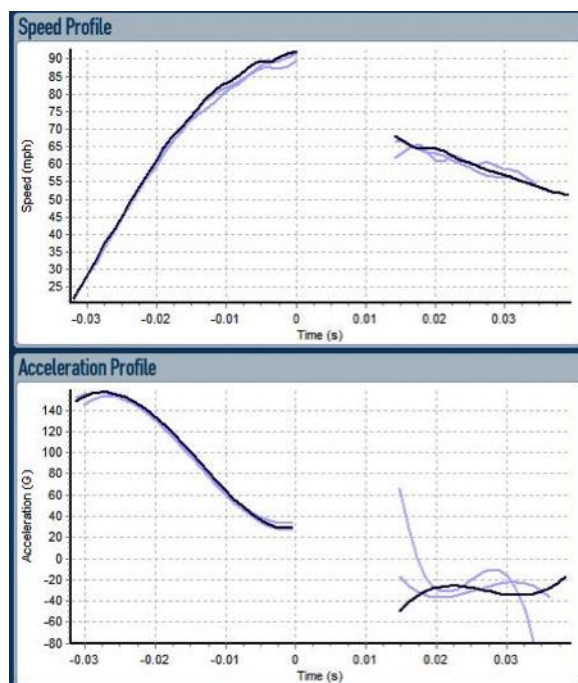
Club	Distance (m)			Speed		Smash	Spin (rpm)		Ball Angles (°)			Height (m)	Time Flight (s)	Classification
	Carry	Total	Lateral	Club (mph)	Ball (km/h)		Back	Side	Launch Vert.	Horz.	Descent Vert.			
taylormade burne...	173	277	9.5 L	89.9	202.6	1.40	2792	-148	13.3	2.5 L	26.7	17	4.9	straight
srixon	143	241	4.4 L	91.3	193.6	1.32	3170	318	8.8	3.2 L	18.4	9.6	4.0	fade

Le bon choix semble être le shaft stiff, mais le tableau de résultats indique que le shaft regular est le meilleur.

Regular Flex Shaft



Stiff Flex Shaft



Dans les résultats, nous pouvons voir ce qui suit:

1. Même si les vitesses du club sont très similaires, la vitesse de balle avec le shaft regular est plus grande.
2. Le shaft regular a permis au joueur de lancer la balle plus haut et donc avoir une meilleure portée de balle CARRY.
3. Le shaft permet au joueur de frapper la balle plus droite.



Le tapis de pression BodiTrak sans fil capture le modèle d'équilibre d'un golfeur et affiche la trace COP (centre of pression) sur tous types de surface (intérieur, extérieur, montée, descente, sur un putting green, et même dans un bunker).

BodiTrak mesure la quantité de pression exercée sur le talon et oreilles des deux pieds, pendant tout le swing. Les données sont synchronisées avec les mesures FlightScope à l'impact et donne donc une lecture précise de la pression tout au long du swing.

Data disponible



Les données Boditrak sont intégrées dans le logiciel FlightScope PC et l'application mobile VX2 donnant aux golfeurs un aperçu d'une autre dimension de leur swing.

Disponible dans VX2:

- Carte thermique de distribution de pression
- Centre de position de masse
- Répartition du poids sur les pieds gauche et droit
- Répartition du poids sur le talon et oreilles pour les deux pieds
- Largeur Stance

Les 7 traces des appuis au golf

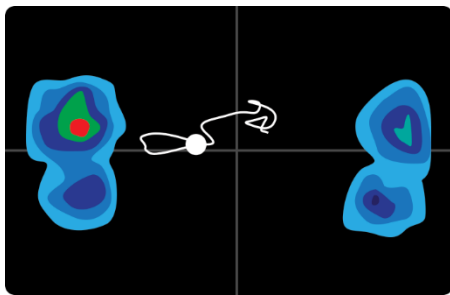
La mécanique au sol d'un golfeur est essentielle pour maintenir l'équilibre et produire de la puissance dans le swing.

Center of Pressure (COP) est le point moyen de force verticale exercé par les pieds sur le sol au-dessus d'une zone, représentée par le point blanc dans les cartes de pression ci-dessous. La trace de la COP est le mouvement de la COP au cours du swing.

La recherche montre des traces prévisibles sur chaque coup particulier et aident les golfeurs à quantifier la sensation. Chaque type de club aura son propre modèle optimal de trace COP.

La cartographie de la pression est la démonstration en temps réel de la quantité de force vers le bas (verticale) appliqué sur une surface à un moment donné.

Scattered Trace



Summary

Les forces verticales se déplacent dans toutes les directions pendant l'oscillation du golfeur. Transfert non cohérent ni efficace à l'impact.

Swing Balance

Faible

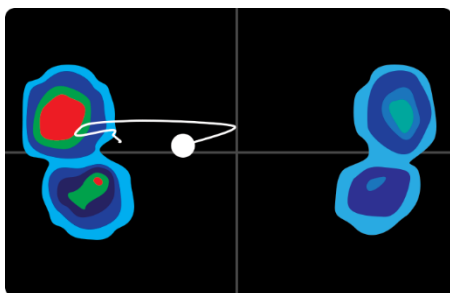
Power Rating

Can cover the entire range

Recommended Use

aucune

Abbreviated Trace



Summary

Très peu de mouvement du COP au pied arrière, suivi d'un mouvement direct vers le milieu du pied avant.

Swing Balance

Excellent

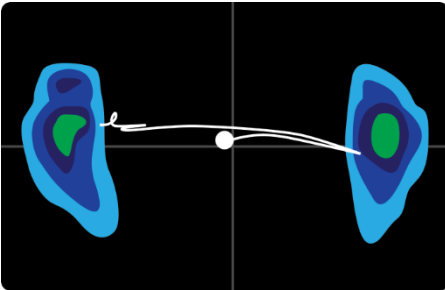
Power Rating

NA

Recommended Use

Petit jeu, knock down, coup sans vitesse – ceux qui demande un haut niveau de contrôle

Lateral Trace



Summary

COP se déplace sur un chemin médian vers le pied arrière du pied, puis directement en ligne droite au milieu du pied avant

Swing Balance

Excellent

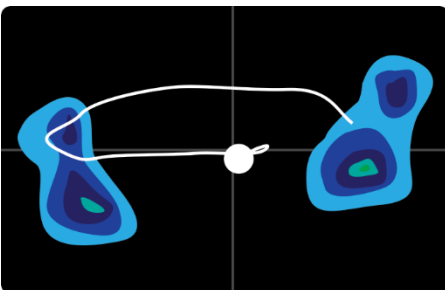
Power Rating

Excellent

Recommended Use

Tous les clubs

Fish Hook Trace



Summary

COP se déplace vers l'au-bas du pied de tête, terminant avec un mouvement rapide COP au talon / milieu du pied de plomb à l'achèvement de swing

Swing Balance

Bon à excellent

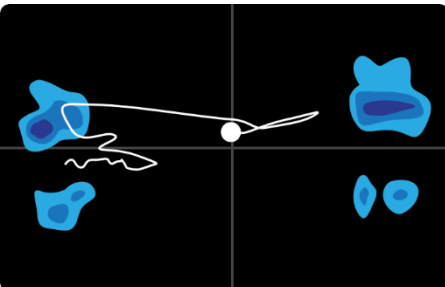
Power Rating

élevé

Recommended Use

Tous les clubs

Power Trace



Summary

COP se déplace à mi-pied de piste, puis vers le pied de plomb. La COP retourne au pied du sentier, puis s'avance rapidement vers le pied de tête juste avant l'impact.

Swing Balance

Elevé à excellent

Power Rating

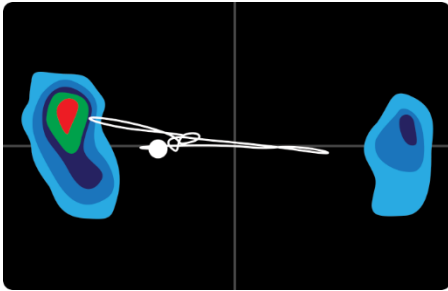
élevé à extrême

Recommende

driver

d Use

Power Z Trace



Summary

COP se déplace directement à l'avant-pied du pied de tête, puis rapidement à mi/talon du pied de piste, terminant avec le mouvement final vers le pied de tête avant l'impact

Swing Balance

Elevé à excellent

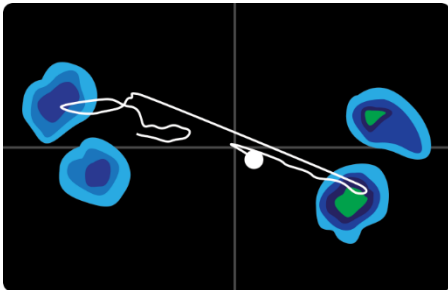
Power Rating

extrêmement élevé

Recommended Use

Pas pour tous les golfeurs, vus surtout avec de longs frappeurs de balle

Heel Toe Trace



Summary

COP se déplace en diagonale du pied talon-trail au pied de tête d'aux pieds

Swing Balance

élevé à excellent

Power Rating

élevé

Recommended Use

Vu principalement chez les gros frappeurs de driver. Une trace difficile, alors que l'équilibre du golfeur est jeté vers l'au pied du pied de tête vers l'impact. Cela nécessite une compensation par l'action des main pour garder la face de club square à l'impact



FlightScope Skills

Skills for player benchmarking

- ▶ Data parameters are displayed for every swing
- ▶ Scoring is based on the proximity from the target center
- ▶ PGA Tour Shotlink stats are used as a baseline to benchmark player performance
 - Average distance to hole for the various distance brackets

The Combines

- ▶ Creates the opportunity to validate a fitting by having a player hit shots under pressure
- ▶ Allows the teacher to collect data while the player mimics playing conditions
- ▶ Creates an environment where a player can achieve repetition in an environment that resembles actual game pressure to maximize the effectiveness of a practice session.

FlightScope Complete Combine

Consists of 28 virtual targets ranging from 20 yards to 240 yards, with a 30 minute time limit to complete.

FlightScope Quick Combine

With only three targets at 100, 165, and 220 yards, use the quick combine for benchmarking when time is limited.



College scholarship opportunities

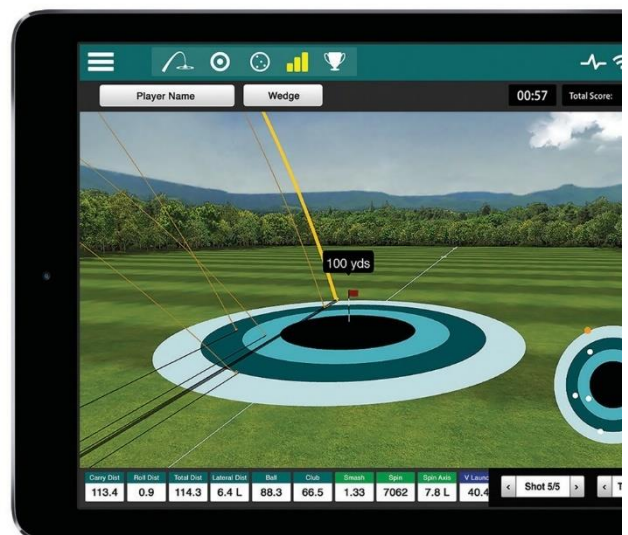
In just 6 years, College Golf Combine participants have received more than \$7.5 million in athletic and academic scholarships as a direct result of nation and regional exposure to college golf coaches.

The coaches that have consistently attended combines to recruit have seen their program's ranking improve, won conference championships, and qualified for post season, some for the first time ever!

Parents and recruits now realize the combines play a more important part in the recruitment process, and will invest to prepare for it - creating a huge market for Xi radars.

Skills for golf instructors

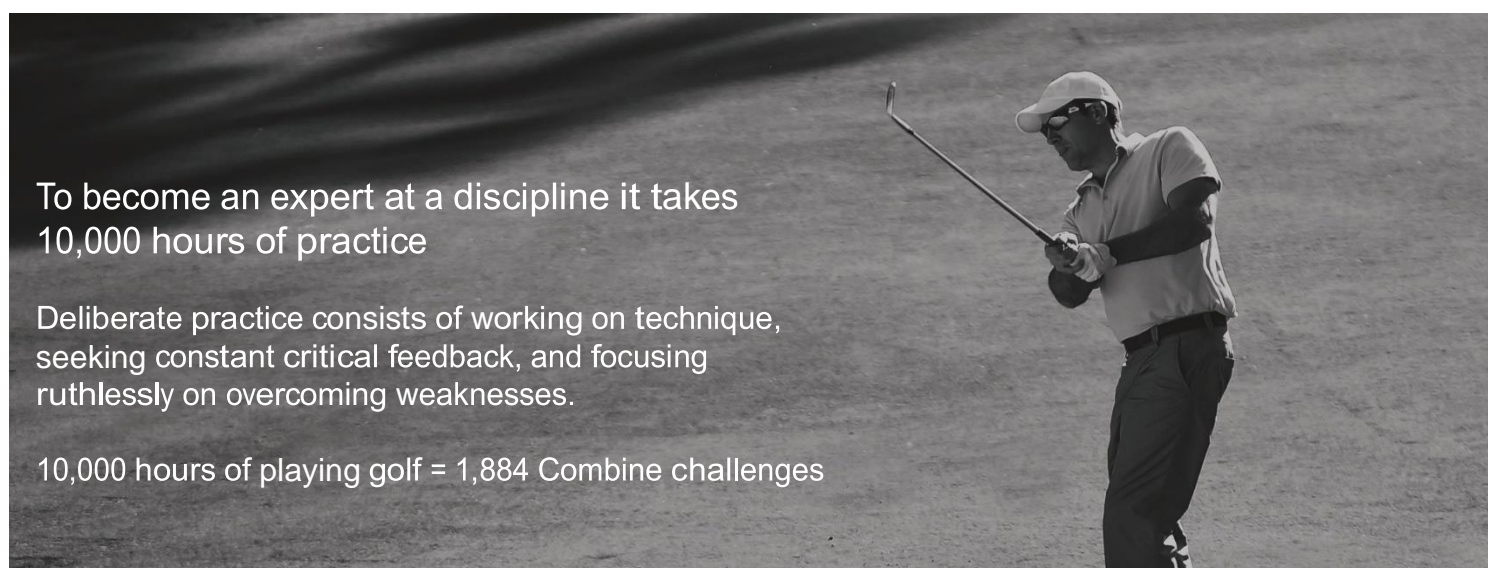
- ▶ Create college prep programs
- ▶ Analyze strengths and weaknesses to improve course management
- ▶ Mimic playing lessons on the range
- ▶ Create custom daily practice routines
- ▶ Monitor practice sessions from anywhere in the world
- ▶ Create pressure to validate swing changes
- ▶ Create competitions and leaderboards to promote facility programs
- ▶ Make money while your students practice!



Skills for club fitters

- ▶ Analyze equipment while mimicking real playing conditions
- ▶ Validate fittings with real pressure
- ▶ Promote new product with challenges for prizes

Skills for the consumer golfer



- ▶ Create custom challenges or combines using FlightScope Skills to focus on problem areas
- ▶ Compete against golfers worldwide
- ▶ Skills is a fun way to practice and compete at the same time

Mental Training

with FocusBand®



FOCUSBAND
Process. Result. Belief™

What is it?

- ▶ The three woven sensors on the headset detect and measure the various frequencies emitted by the brain.

FocusBand's patented design enables it to measure these frequencies while in motion, so it's practical and effective.



How it works

- ▶ The brain emits frequencies as you perform various tasks. The FocusBand's sensors pick up these frequencies and transmits them back to a mobile device where this info is displayed on an Avatar in real-time.



Train your brain

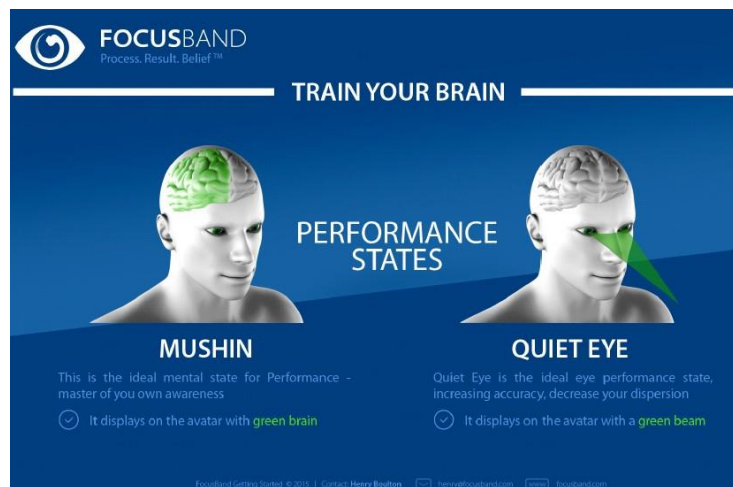
► Mushin:

Mushin is the ideal mental state for performance - master your own awareness. Focusband uses the word Mushin to depict a calm state, yet a state working at a very high speed. This is displayed on the FocusBand Avatar as the green brain (see picture).

Mushin is achieved when your brain is emitting a certain band of frequencies and is attained by using Biofeedback or Neurofeedback to train the brain to move from the left side of the brain to the right side.

► QuietEye:

Quiet eye is the ideal performance state that increases accuracy and diminishes distractions. Quiet eye is achieved when your eyes are focused and do not move more than 3 degrees.



YOUR VIRTUAL COACH

HEAR IT, SEE IT, FEEL IT



SENSE IT

Trains your Brain using
Audio, visual and Kinaesthetic Feedback during the Motion where it counts

THE USER FOCUSBAND CAN:

- ✔ See the real time avatar
- ✔ Hear the soothing music
- ✔ Link a physical sensation to it



Sense it

► Hear it, see it, feel it, sense it.

FocusBand uses audio, visual and kinesthetic feedback during the motion where it counts.

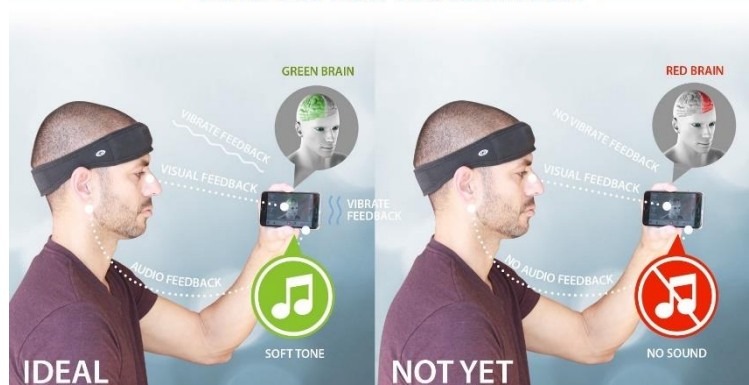
The virtual coach allows the user to see the real-time avatar, hear the soothing music, and link a physical sensation to it.

Neurofeedback

► Neurofeedback is the best known process to train the brain.

Neurofeedback is a reward/penalty system. When you attain Mushin or Quiet Eye, FocusBand rewards you with audible (music) or visual (color change) feedback.

WORK OUT HOW YOU LEARN BEST





- ▶ With a calm, validated mental process you improve the chances of a better result. The FocusBand and FlightScope's unique combination provides this evidence.

This continual evidence during practice rewires the brain and changes your belief system so you can perform to your potential.

Quick Start Guide

- ▶ Get up and running with the quick start guide.
- Browse through information and useful tips.



Master your mind

- ▶ FocusBand measures and trains your shot routine using real time audio-visual neuro-feedback. Get detailed analysis of your mental state from setup through impact side-by-side with your swing and ball flight data in the FlightScope VX2 app.
- ▶ Focus your mind. FocusBand measures and trains your shot routine using real time audio-visual neuro-feedback. Train the mental process before and during every shot.
- ▶ Track your performance. Track 27 swing and ball flight parameters with FlightScope, the most accurate 3D Doppler tracking radar.
- ▶ Analyze the results. View your neuro-feedback side-by-side with the radar data in the FlightScope

VX2 app. Compare your state of mind with the data results for enhanced training.



How to generate revenue with FlightScope

FlightScope is a high performance solution for accurate ball flight and club tracking, and swing analysis. Used optimally, it is a powerful income generating asset.

FlightScope works for:

The club fitter who demands accuracy and repeatability of ball flight measurements

The golf pro who can offer unrivaled training and teaching

The pro shops for club fitting and club calibration

The golf club to attract more players, members, and investors, and rent out to golf days, functions, product launches, etc.

Income generating model

► Members and customers pay for the usage of FlightScope

► It is imperative that the FlightScope is used as often as possible by:

Club fitters: to maximize their value contribution

Pros: teaching, player benchmarking, training, club fitting and club calibration, ball fitting, and yardage gapping

Pro shops: club fitting and recommendations, ball fitting, yardage gapping, and demo days

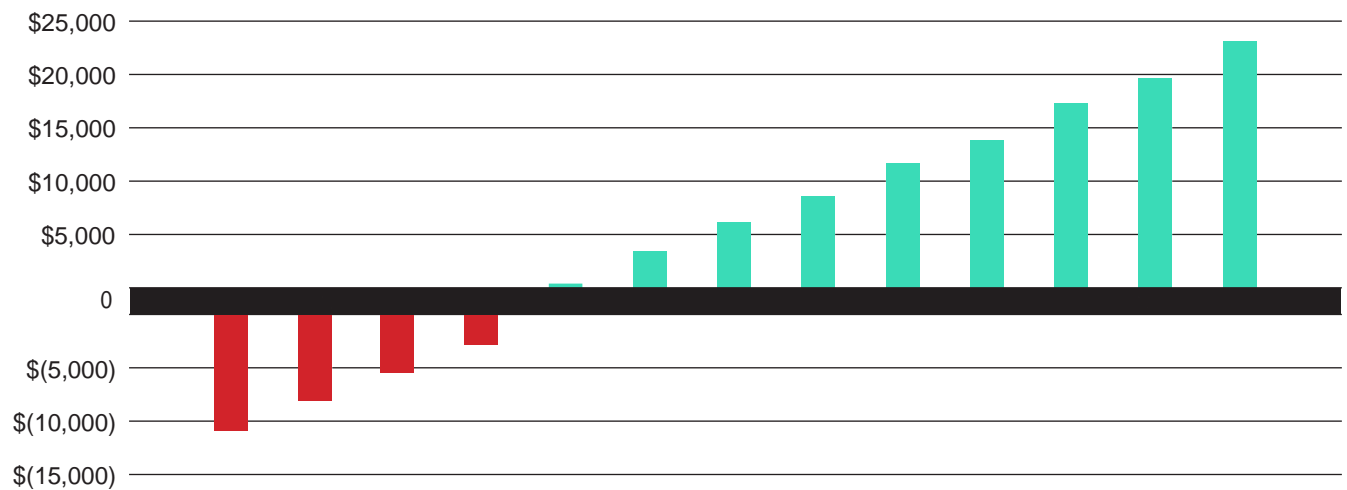
Corporate function and golf days: hire

Cash flow benefits

The really attractive part is the cash flow benefit that accrues when the price of the unit is paid off.

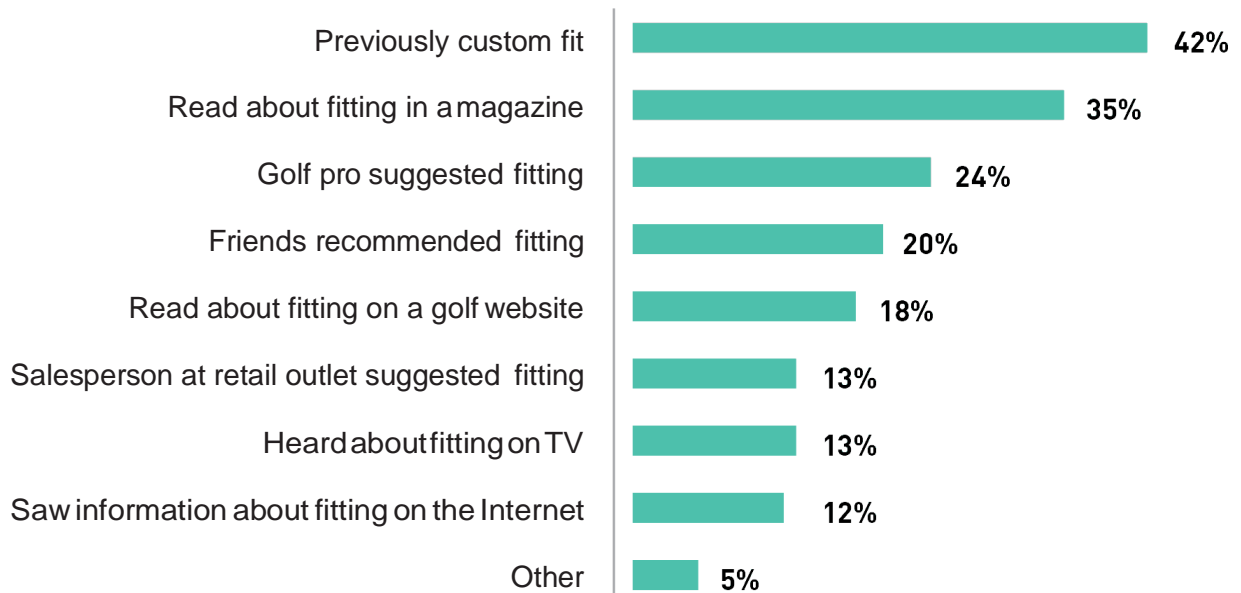
Uses per day	Price per session	Income per day	Quarterly income	Annual income
1	\$50	\$50	\$4,563	\$18,250
2	\$50	\$100	\$9,125	\$36,496
3	\$50	\$150	\$13,688	\$54,744
5	\$50	\$250	\$22,813	\$91,240
6	\$50	\$300	\$27,375	\$109,488

In a 12 month period, not only does the system pay for itself in nearly 4 months (if used twice a day for instruction, club fitting, or training), but it generates \$23K of positive income!



Consider adding custom fitting

“Why do you choose to be custom fit?”



“Getting custom fit helped me decide which equipment to buy, faster.”

- Custom fit golfers make equipment purchase decisions more quickly
- It increases as quality of fitting increases
- Equipment sales will materialize as long as fittings are scheduled

Generate revenue with FlightScope

Teaching

- ▶ Increase lesson revenue
- ▶ Increase lesson fees
- ▶ Marketing facility - point of differentiation
- ▶ Extend your season with E6 simulation software

Fitting

- ▶ Increase golf equipment sales
- ▶ Club fitting
- ▶ Equipment consultation
- ▶ Ball fitting as a service to members
- ▶ On course fitting
- ▶ Gapping

FlightScope Data Parameters

PARAMETRE DU VOL DE BALLE

Ball speed



Vitesse de lancement de la balle de golf. La vitesse de balle a le plus grand effet sur la distance. Le centrage et une vitesse de club élevée assureront une vitesse de balle plus élevée.

Vertical launch angle

Angle auquel la balle de golf est lancée par rapport à l'horizon du radar. L'angle de lancement influencera la hauteur du vol. Il est surtout déterminé par le loft dynamique et l'angle d'attaque.



Horizontal launch angle

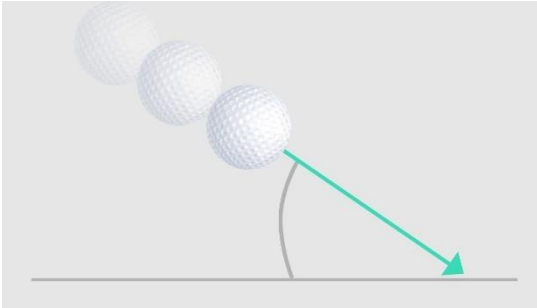
Direction dans laquelle la balle de golf est lancée par rapport à la ligne cible du radar. L'angle de la face aura le plus grand effet sur l'angle de lancement horizontal de la balle.



Vertical descent angle

Angle auquel la balle s'approche de l'aire d'atterrissage.

Un angle de descente inférieur augmentera la distance totale, et un angle de descente plus raide donnera à un joueur plus de puissance d'arrêt sur le green avec un fer



Smash factor

Ball Speed/Club Speed

Coefficient multiplicateur de la vitesse du club à la vitesse de la balle l'impact. L'impact centré améliorera le facteur de smash pour des vitesses optimales de balle.



Spin rate

Nombre de rotations par minute de la balle au lancement.



Spin axis

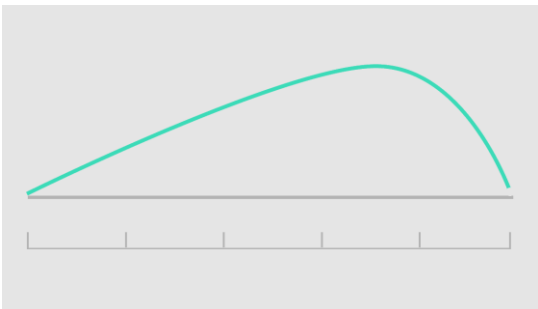
Désaxage de la balle, détermine l'effet de coudre du vol de la balle.

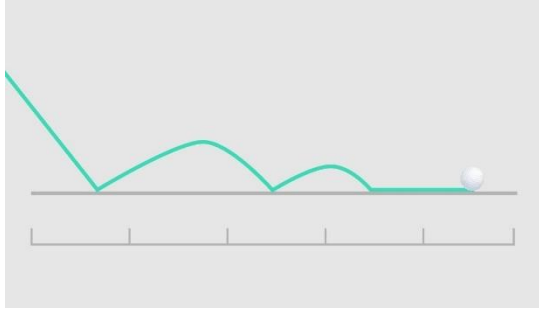
La quantité de courbure dans le vol de balle est régie par $(\text{vitesse de balle})^2$ en raison des forces aérodynamiques.



Carry distance

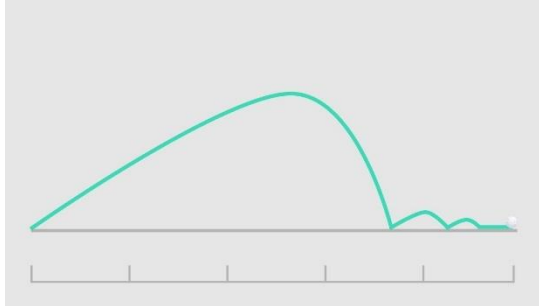
Porté de balle. Ball speed, spin rate, spin axis, and vertical launch angle sont les datas qui déterminent la portée maximale.





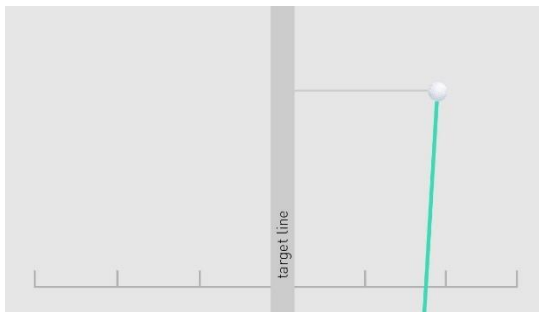
Roll distance

Quantité de roue entre la portée et la distance total. Un spin rate faible et un angle de descente faible augmenteront la quantité de roue.



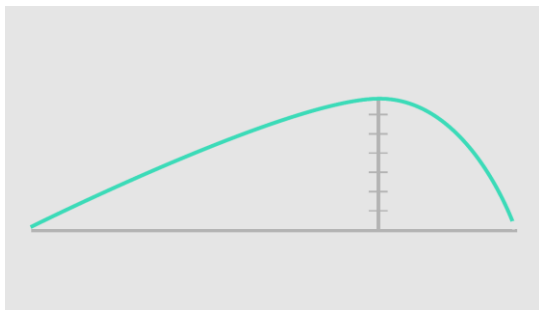
Total distance

Distance totale de la balle.



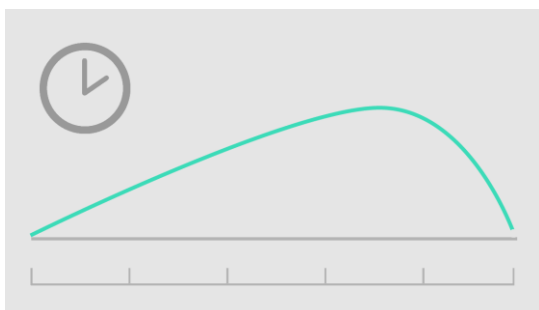
Lateral landing

Distance du point d'impact de la balle mesurée perpendiculaire à l'axe du jeu.



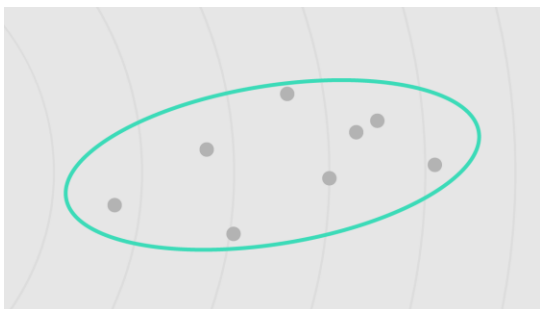
Apex height

Hauteur maximale du vol.



Flight time

Temps de vol en seconde.



Shot dispersion

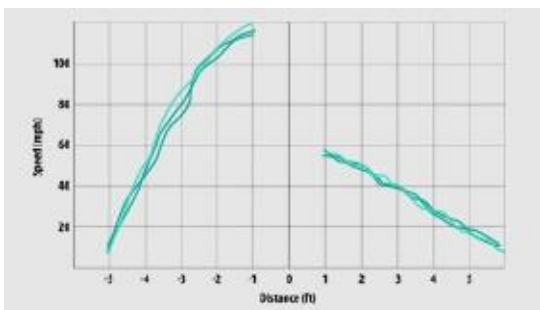
Regroupement des points d'impact avec le club sélectionné.

Club and swing parameters



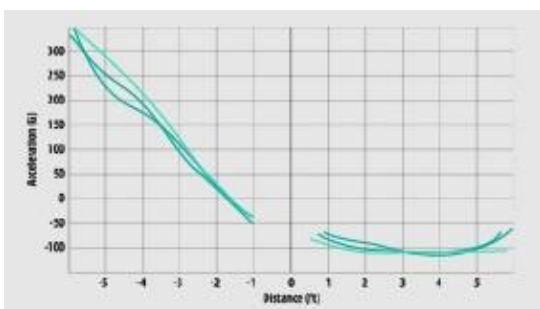
Club speed

Vitesse de tête de club mesurée à l'impact au niveau du CDG. La vitesse du club a une influence directe sur la vitesse de balle, d'autant plus si elle est frappée au centre.



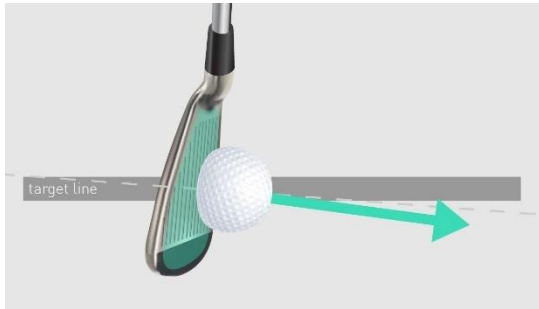
Club speed profile

Vitesse de la tête du club loin du radar, mesuré post et après l'impact. À partir du profil de vitesse, un joueur peut déterminer la consistance de la vitesse du swing, l'efficacité du transfert d'énergie.



Club acceleration profile

Accélération de la tête du club loin du radar, mesuré post et après l'impact avec la balle. Le profil d'accélération indiquera la cohérence du shaft par rapport type de swing.



Face angle

Angle de la face de club par rapport à la ligne de visée, calculée à l'impact. La face de club influencera la direction de départ de la balle.



Face to path

Différentiel entre la face et le chemin, mesuré au moment de l'impact. Ce différentiel inclinera l'axe de rotation (spin axis)



Dynamic loft

Loft du club à l'impact. Il influe sur l'angle d'envol. Il est le résultat du loft statique, de l'angle d'attaque, de la flexion du shaft et de la position avancée des mains à l'impact.



Angle of attack

L'angle auquel la tête du club s'approche de la balle, mesuré à l'impact. L'angle d'attaque aura une influence sur l'angle de lancement de la balle, et spin loft.



Club path

La direction du CDG de la tête du club par rapport à la ligne de visée, mesurée à l'impact. Le chemin est influencé par l'angle d'attaque, le plan swing horizontal et vertical. Il est la partie du plan de swing au moment de l'impact.

Spin loft



Angle formé entre le DYN LOFT et l'angle d'attaque. Cet angle plus le temps de friction correspond à une quantité de spin.

Horizontal swing plane



Direction du CDG de la tête du club par rapport à la ligne de visée, mesurée au point le plus bas du swing.

Vertical swing plane



Angle du plan de swing par rapport au sol sur l'axe vertical.

Additional references

Launch conditions*

	Driver	13F	15F	19HB	22HB	3i	4i	5i	6i	7i	8i	9i	PW
PGA Tour													
Club MPH	109	106.1	104.8	101.2	98.5	96.2	94	91.9	90	87.6	85.5	83.3	82.2
Ball MPH	168	157	155.4	147	145.3	142.2	137.2	132.2	127.2	121.6	115.5	109.7	105.4
V. Launch Angle	12.8	10.1	9.8	8.9	10.6	9.8	11.3	12.8	14.6	16.6	18.6	20.5	22.5
Spin RPM	2430	3350	3750	3925	4225	4053	4659	5265	5972	6820	7765	8396	9024
Carry YDS	290	258	252.7	231.3	229.5	222	210.2	198.2	186.2	173.2	159.9	149.1	141.2
0-10 Handicap													
Club MPH	102					90.2	88.1	86	84	81.7	79.5	77.4	76.3
Ball MPH	157					134.6	129.8	124.8	119.7	113.8	108.1	102.4	98
V. Launch Angle	13.9					10.8	12	13.5	15.2	17.2	19.2	21.2	23.2
Spin RPM	2620					3773	4379	4985	5692	6500	7308	8116	8924
Carry YDS	267.1					206.7	195.8	184.4	172.4	159.8	148.1	137.5	129.6
11-20 Handicap													
Club MPH	90					82.3	80.2	78.1	76	73.8	71.6	69.5	68.4
Ball MPH	139					124.9	119.8	115	109.7	103.9	98.2	92.5	88.1
V. Launch Angle	16.8					11.3	12.8	14.3	16.1	18.1	20.3	22.1	24.3
Spin RPM	2560					3399	4005	4611	5318	6126	6934	7742	8550
Carry YDS	228.8					183.2	174.7	164.2	152.7	140.9	130.3	120.7	113.8
Junior/Senior													
Club MPH	78						69.3	67.2	65	62.9	60.8	58.6	57.6
Ball MPH	128						106.4	101.4	96	90.4	84.6	78.9	74.5
V. Launch Angle	18.9						14	15.5	17.2	19.2	21.2	23.2	25.2
Spin RPM	2990						3492	4098	4805	5613	6412	7229	8037
Carry YDS	203.8						143.3	133.5	123.5	114.3	105.2	97.2	91.4

* Conditions are based on 0 degree horizontal launch angle and spin axis with altitude at sea level.

Tour averages*



	Club Speed (mph)	Attack Angle (degrees)	Ball Speed (mph)	Smash Factor	Launch Angle (degrees)	Spin Rate (rpm)	Apex Height (meters)	Descent Angle (degrees)	Carry Distance (metres)
Driver	113	-1.3°	167	1.48	10.9°	2686	29	38°	251
3-wood	107	-2.9°	158	1.48	9.2°	3655	27	43°	222
5-wood	103	-3.3°	152	1.47	9.4°	4350	28	47°	210
15-18° HB	100	-3.5°	146	1.46	10.2°	4437	27	47°	205
3-iron	98	-3.1°	142	1.45	10.4°	4630	25	46°	193
4-iron	96	-3.4°	137	1.43	11°	4836	26	48°	185
5-iron	94	-3.7°	132	1.41	12.1°	5361	28	49°	177
6-iron	92	-4.1°	127	1.38	14.1°	6231	27	50°	167
7-iron	90	-4.5°	120	1.33	16.3°	7097	29	50°	157
8-iron	87	-4.5°	115	1.32	18.1°	7998	28	50°	146
9-iron	85	-4.7°	109	1.28	20.4°	8647	27	51°	135
PW	83	-5.0°	102	1.23	24.2°	9304	27	52°	124



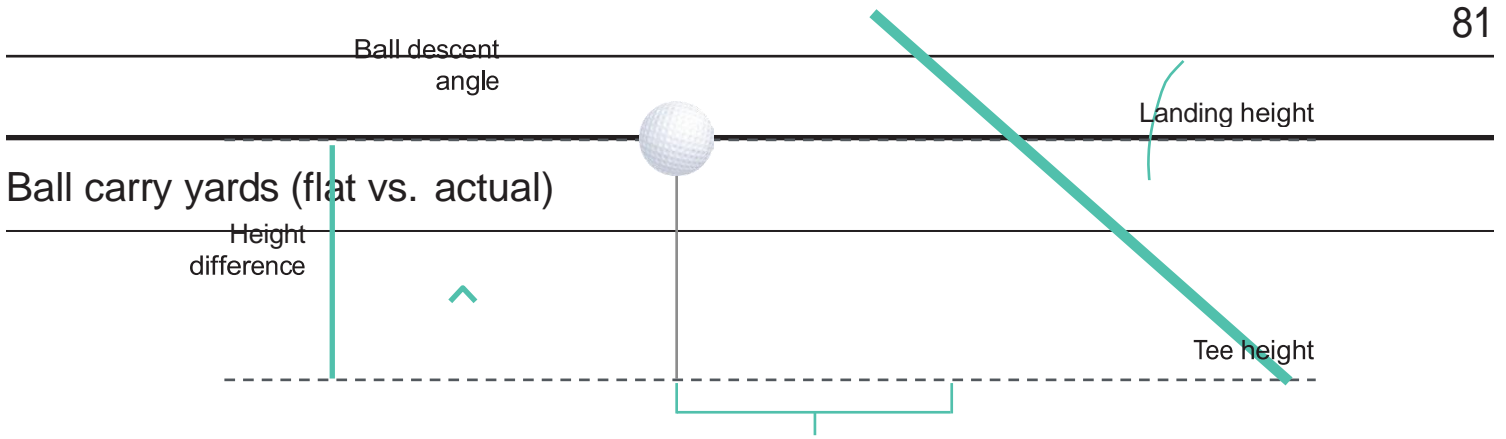
	Club Speed (mph)	Attack Angle (degrees)	Ball Speed (mph)	Smash Factor	Launch Angle (degrees)	Spin Rate (rpm)	Apex Height (meters)	Descent Angle (degrees)	Carry Distance (metres)
Driver	94	3.0°	140	1.48	13.2°	2611	23	37°	199
3-wood	90	-0.9°	132	1.47	11.2°	2704	21	39°	178
5-wood	88	-1.8°	128	1.47	12.1°	4501	24	43°	169
3-iron	85	-3.0°	123	1.45	12.7°	4693	23	46°	159
4-iron	80	-1.7°	116	1.45	14.3°	4801	22	43°	154
5-iron	79	-1.9°	112	1.42	14.8°	5081	21	45°	147
6-iron	78	-2.3°	109	1.39	17.1°	5943	23	46°	138
7-iron	76	-2.3°	104	1.37	19°	6699	24	47°	128
8-iron	74	-3.1°	100	1.35	20.8°	7494	23	47°	118
9-iron	72	-3.1°	93	1.28	23.9°	7589	24	47°	108
PW	70	-2.8°	86	1.23	25.6°	8403	21	48°	97

Smash Factor Guideline

Smash factor est le coefficient multiplicateur de la vitesse du club à la vitesse de balle. C'est l'Energie transférée, chaque club a un smash factor optimal lorsqu'il est frappé en son centre. Pour aller plus loin chaque loft dynamique à un smash optimal.

Correspond à la qualité du centrage de balle.

Club type	Smash factor
Driver	1.50
3-wood	1.49
5-wood	1.48
3-iron	1.46
4-iron	1.43
5-iron	1.43
6-iron	1.40
7-iron	1.38
8-iron	1.36
9-iron	1.32
PW	1.28
SW	1.15
LW	1.05



		Ball Descent Angle (°)			
		15°	30°	45°	60°
Height Difference (ft)	0	0	0	0	0
	5 ft	6.2 yds	2.9 yds	1.7 yds	1.7 yds
	10 ft	12.4 yds	5.8 yds	3.3 yds	3.3 yds
	15 ft	18.7 yds	8.7 yds	5.0 yds	5.0 yds
	20 ft	24.9 yds	11.5 yds	6.7 yds	6.7 yds

Mouvement latéral de la balle en raison de l'inclinaison de l'axe de rotation

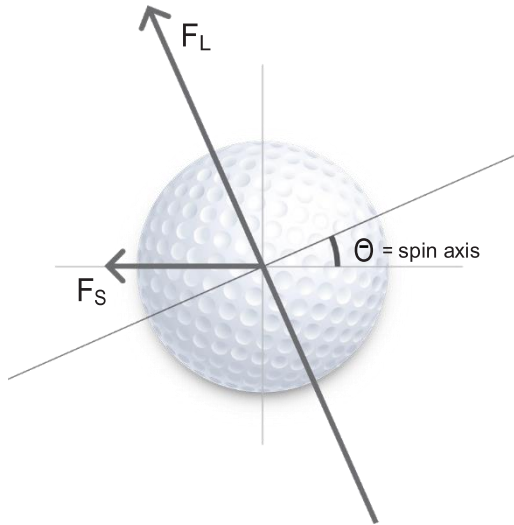
(assuming a ball speed to produce the distances below)

		Spin Axis (°)			
		5°	10°	15°	20°
Distance (yards)	100 yds	3.6 yds	7.2 yds	10.9 yds	14.3 yds
	200 yds	7.3 yds	14.3 yds	21.8 yds	28.7 yds
	300 yds	10.9 yds	21.5 yds	32.7 yds	43.0 yds

Accuracy of FlightScope systems

Measurement	X2 Tolerance	Xi Tour Tolerance	Measured or inferred
Club speed	± 1 mph	± 1 mph	Directly measured
Ball speed	± 0.5 mph	± 0.5 mph	Directly measured
Smash factor	± 1%	± 1%	Directly measured
Total spin	± 15 rpm	± 30 rpm	Directly measured
Spin axis	± 2 degrees	± 2 degrees	Directly measured
Vertical launch angle	± 0.25 degree	± 0.4 degree	Directly measured
Horizontal launch angle	± 0.2 degree	± 0.3 degree	Directly measured
Carry distance	± 1 yd @ 100 yds	± 2 yds @ 100 yds	Directly measured
Roll distance	± 5 yds	± 8 yds	Physics / Math model
Total distance	± 5 yds	± 8 yds	Direct + Math model
Lateral landing	± 1 yd @ 100 yds	± 2 yd @ 100 yds	Directly measured
Angle of descent	± 3 degrees	± 4 degrees	Directly measured
Apex height	± 3 yds	± 5 yds	Directly measured
Dispersion	± 1 yd @ 100 yds	± 2 yd @ 100 yds	Directly measured
Flight time	± 0.3 seconds	± 0.4 seconds	Directly measured
Angle of attack	± 0.5 degree	± 0.8 degree	Directly measured
Horizontal swing plane	± 1 degree	± 2 degrees	Directly measured
Vertical swing plane	± 2 degrees	± 3 degrees	Directly measured
Face angle	± 1.5 degrees	± 3 degrees	Physics / Math model
Dynamic loft	± 3 degrees	± 4 degrees	Physics / Math model
Club path	± 0.2 degree	± 0.3 degree	Directly measured
Spin loft	± 3 degrees	± 4 degrees	Physics / Math model
Driver optimizer	N/A	N/A	Physics / Math model
Club speed profile	± 1 mph	± 1 mph	Directly measured
Club acceleration profile	± 2%	± 2%	Directly measured

Lift forces acting upon a golf ball during flight



$$F_S \text{ (side lift-force)} = F_L \sin(\text{spin axis})$$

$$F_L = (1/2) \cdot \sigma \cdot A_S \cdot V^2 \cdot C_L$$

A_S = cross surface area of ball

σ = the density of the air, which depends amongst other things on:

- height above sea level

- humidity

- air temperature

V = speed at which the ball travels

C_L = coefficient of lift from spin

- ▶ Possibly the most important aspect of the lift force, F_L , is the fact that it is directly proportional to the square of the ball speed.
- ▶ The lift force is, on the other hand, directly related to the lift coefficient, as well as the air density, which is merely a linear relationship compared to a quadratic relationship to ball speed.
- ▶ The lift coefficient typically varies between 0.23 @ 5,000 RPM to 0.26 @ 8,000 RPM. That is merely a range of 0.03, or proportionally an increase of 13% in the resultant Lift Force.
- ▶ On the other hand, if the ball speed doubles, then the lift force will increase by 400% in the resultant Lift Force.

