

## Mesure de l'aérodynamique d'une Yamaha RDX 125

Mars 2025, c'est l'heure de mon pot de départ de Renault. Il est d'usage de faire un petit discours, j'expose comment occuper mon futur temps libre et forcément je parle de ma passion pour les petites motos et les transformations « piste ». Jean Pierre, patron de la soufflerie « S2A » qui se trouve à cet instant en sous activité, me propose de passer une moto, pour occuper utilement les équipes en découvrant la mesure d'un 2 roues et pourquoi pas ouvrir de nouveaux débouchés. Je dis 3 fois oui !

### Résistance aérodynamique

En approchant de la vitesse maximale, c'est la principale source de résistance l'avancement d'un objet roulant. Les 2/3. Le reste étant les pneus, roulements, transmission, etc. L'effort aérodynamique augmente avec le carré de la vitesse, la puissance consommée avec le cube, formant donc presque un mur : pour gagner 3 % de vitesse il faut 9 % de puissance en plus. Pour passer de 100 à 130 km/h il faut doubler la puissance, et à 160 il faut la quadrupler. On comprends tout l'intérêt d'améliorer l'aérodynamique, pour la performance, pour la consommation, et pour se contenter de plus petits moteurs.

L'effort aérodynamique est de la forme :  $1/2 * \rho * V^2 * S * C_x$

- $1/2 * \rho * V^2$  est l'énergie cinétique de l'air que vient « percuter » la moto. Toute cette énergie va être perdue en tourbillons. C'est une image, je simplifie.
- $S * C_x$  est la surface de la moto qui percute cet air
  - **S** est la surface frontale géométrique. Pour la mesurer on peut par exemple prendre une photo de la moto par l'avant, tracer une grille de petits carreaux et les compter.
  - **C<sub>x</sub>** est le coefficient de forme, qui en général réduit l'effet de la surface frontale. En effet l'air n'est pas totalement percuté par la moto, une partie est déviée sur les cotés et reprend sa place derrière la moto sans être brassée. Comme une chaussette que l'on enfle et qui se resserre sur la cheville. Contrairement à l'idée répandue, le plus important en terme de forme aérodynamique c'est l'arrière de l'objet, il faut que l'air reprenne sa place doucement sans créer un « vide » qui le tire en arrière (d'où par exemple la bosse derrière le casque sur les combinaisons modernes). Ce  $C_x$  peut réduire considérablement l'effet de la surface frontale. Il approche 0,25 pour les meilleurs voitures, il est encore plus bas pour un fuselage d'avion qui se termine par une forme effilée idéale. On note au passage, juste en regardant leur formes, que les véhicules type SUV ou 4\*4 sont les pires en ce domaine, le « exactement ce qu'il ne faut pas faire » du bulletin des cancrés.  
Une moto n'est malheureusement pas meilleure.  $C_x \sim 0,6$  pour la RDX.

### Le soufflerie « S2A »

C'est une installation de dernière génération, développée en 2003 pour Renault, Stellantis et le CNAM pour leur propres besoins et ouverte à tous clients.

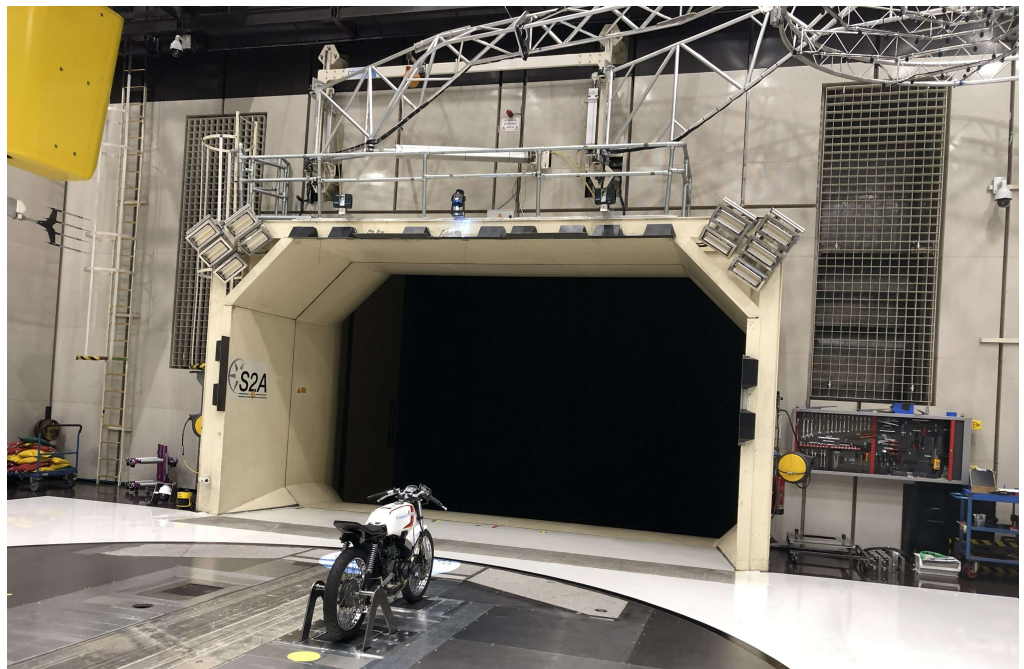
- L'objet à mesurer est fixé sur un plateau affleurant le sol
- Ce plateau est « porté » par des capteurs qui mesurent tous les efforts. La force de l'air sur l'objet dans la direction de l'avancement mais aussi la portance qui « appui » la moto au sol à haute vitesse.

- Les roues peuvent être entraînées et le sol - un tapis roulant - peut défiler sous l'objet pour être au plus proche des conditions réelles.
- Un ensemble de caméras scannent l'objet pour mesurer sa surface frontale géométrique.
- L'air est projeté sur l'objet à une vitesse réglable, jusqu'à 240 km/h. Pour cela un gigantesque ventilateur de 8 m de diamètre est utilisé. L'ensemble est filtré, stabilisé en température par un échangeur géant. L'installation est tout aussi impressionnante par ses dimensions que par la maîtrise des conditions et précisions de mesures. Une véritable performance technologique. Il n'y a que quelques souffleries de cette qualité dans le monde.

### Mesure de la RDX piste

La moto est présentée en dernière page pour ceux qui veulent en savoir plus. En 2 lignes c'est une moto « vintage », Yamaha de 125 cm<sup>3</sup> commercialisée en 1976 et transformée pour rouler sur circuit à moindre coût. Une dizaine de ces exemplaires « piste » ont été construits.

La moto est fixée par l'axe de roue arrière.



Les mesures ont été faites à 2 vitesses, 120 et 140 km/h (mais le SCx ne change pas ou peu selon la vitesse). Sans pilote par curiosité, puis avec pilote dans différentes positions.

Après la mesure de l'effort aérodynamique, un produit « matifiant » est pulvérisé sur tout ce qui brille, la moto et ses chrome mais aussi la visière du pilote, pour permettre de scanner l'ensemble sans reflets.

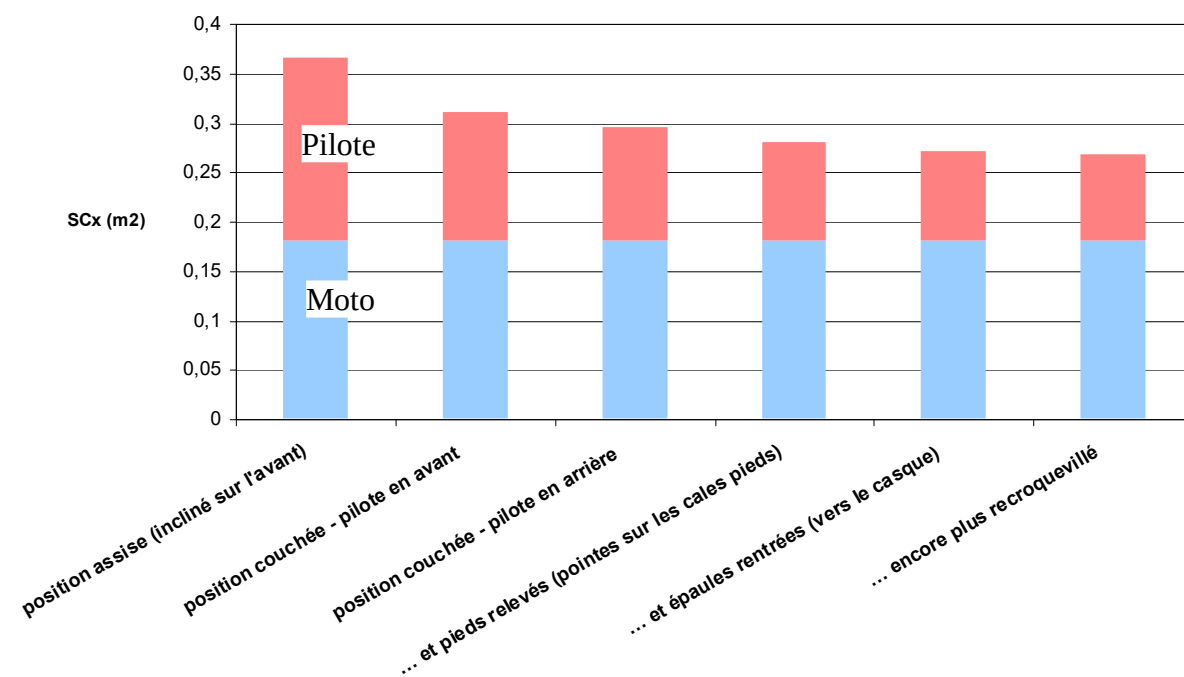


## Résultats

En position normale, « de virage », légèrement inclinée sur l'avant puisque le guidon est bas et avancé, la moto et le pilote ont environ la même contribution :  $\sim 0,18 \text{ m}^2$  de  $SC_x$  chacun. Total  $0,37 \text{ m}^2$ . La puissance pour vaincre l'effort aérodynamique à  $120 \text{ km/h}$  serait de  $8 \text{ kW}$  ou  $11 \text{ cv}$ .

Tableau et graphique montrent les positions permettant d'améliorer la pénétration dans l'air. L'augmentation de vitesse correspondante est calculée en prenant en référence une puissance « route » disponible de  $6,9 \text{ kW}$ . Cette puissance est celle de la position « couchée - pilote en avant », la RDX ayant été mesurée à  $120 \text{ km/h}$  dans ces conditions.

Configuration essayée	$SC_x \text{ (m}^2\text{)}$	dont impact pilote	Puissance à $120 \text{ km/h}$ (kW)	Vitesse pour $6,9 \text{ kW}$ (km/h)
moto seule avec ou sans roue arrière tournante	0,182	0	4,0	143,6
position assise (inclinée sur l'avant)	0,367	0,185	8,2	113,6
position couchée - pilote en avant	0,312	0,130	6,9	120,0
position couchée - pilote en arrière	0,296	0,114	6,6	122,1
... et pieds relevés (pointes sur les cales pieds)	0,281	0,099	6,2	124,2
... et épaules rentrées (vers le casque)	0,272	0,090	6,0	125,6
... encore plus recroquevillé	0,269	0,087	6,0	126,0



Cette position couchée - pilote en avant n'est pas la meilleure en surface frontale puisque coudes et genoux forment 2 couches sur le coté du réservoir. Pour que les genoux s'effacent derrière les coudes, le pilote doit se reculer sur l'arrière de la moto. Les configurations suivantes ont toutes pour effet de contracter la surface frontale : remonter les pieds, resserrer les épaules. Pour améliorer sa pénétration dans l'air la ligne directrice pour le pilote est d'abord de se faire tout petit ! À commencer par une seule couche de tentacules sur le coté du réservoir. Le gain est significatif : le SCx global passe de 0,31 à 0,27 et la vitesse maxi possible de 120 à 126 km/h. *Attention pour réaliser ce gain en vitesse il faut adapter la transmission pour décaler le pic de puissance moteur vers cette nouvelle condition de vitesse.* La position optimisée permet de diviser par 2 l'impact du pilote : SCx ~0,18 à ~0,09. Fini le saucisson, place à la soupe au légumes !

La surface frontale a été scannée pour la position la plus optimisée et pour séparer S de Cx. Verdict : S 0,46 m<sup>2</sup>, Cx 0,58, SCx 0,27 (arrondi à 2 décimales). Donc Cx 0,6 en première approche



### Les impressions du pilote

1- La force de l'air sur le corps est réellement importante, même à 120 km/h qui est la vitesse maximale atteinte sur un circuit de ~2km avec cette petite moto. Sur circuit on ne s'en rend pas compte, la concentration, la proximité des autres motos, l'inclinaison en virage, la conduite sur le fil du rasoir font tout oublier. Je comprends mieux la légère fatigue après 20' de roulage.  
2- La combinaison cuir et les multiples protections - obligatoires sur circuit - augmentent cette fatigue. Je pensais que ma combinaison s'était « faite ». Mais non, en position couchée, tenir pendant les 20s de la mesure demande un effort difficile. Une combinaison ample ou taillée sur mesure est certainement une source de moindre fatigue... et de meilleure vitesse de pointe !  
3- Le bruit de l'air est aussi très élevé, malgré un casque neuf et bien ajusté. La encore sur circuit on ne le perçoit pas. Il faut dire que couché, la tête à 50 cm au dessus des culasses et des carburateurs (sans les silencieux d'admission qui font perdre quelques % de puissance), on n'entend que le bruit magique du bicylindre 2 temps à 10.000 tr/mn. La première pré-occupation, à fond de 5 dans la ligne droite, est de gagner encore 100 tr/mn pour se rapprocher du copain devant.

### Conclusions

Les expériences nouvelles sont toujours enrichissantes, et celle-ci l'a été particulièrement.

Un très grand merci à toute l'équipe S2A !!!

A Jean Pierre pour avoir proposé cet essai. Aux équipes de S2A pour leur accueil, leur curiosité et leur bonne humeur. A Christophe pour l'étude et toute la supervision. A Eric et Fabien et à toute l'équipe pour l'installation de la moto et les mesures.

Ce qu'on intuit en conduisant (relever les pieds, etc) devient une réalité chiffrée.

RV sur le circuit de Carole, pour ceux qui sont intéressé par voir ces RDX piste en action, voir faire quelques tours à leurs guidons - tranquillement et en toute sécurité. Je vous fais signe.

Si vous souhaitez contacter S2A : [contact@gies2a.fr](mailto:contact@gies2a.fr)

# Yamaha RDX 125 modifiée pour circuit

Information pour l'équipe S2A

## Point de départ du projet

- Club des veilles Yamaha 125cm<sup>3</sup> bicylindre 2 temps **Forum : AS3-RDX-CIUB**
- Développer une moto pas chère et fiable pour découvrir le circuit

## Caractéristiques

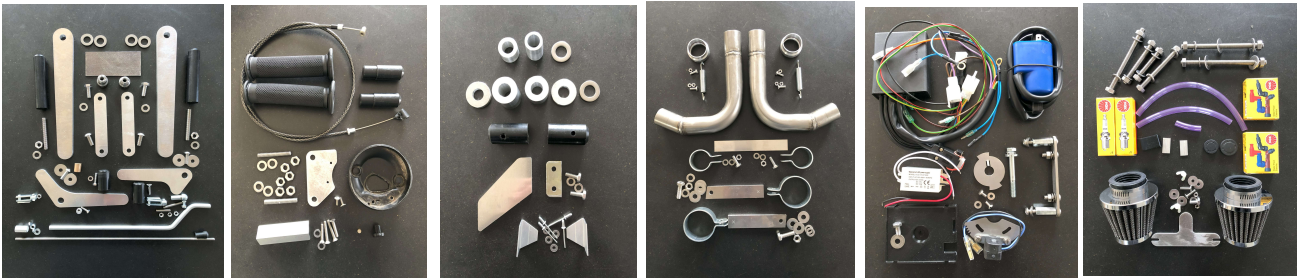
- Le premier modèle Yamaha 125 cm<sup>3</sup> bicylindre est commercialisé en 1968, début de l'invasion des motos japonaises. Couleurs candy, chromes, fiabilité, graissage séparé, 15 cv, 8500 tr/mn
- Versions utilisées pour la transformation piste : 1E7 ou 2R6 de 1976 à 1982, frein à disque et réservoir « carré »
- Version piste
  - 85 kg
  - 18 cv à 9500tr/mn
  - Allumage CDI sans batterie, mélange 4 %
  - Pneus piste



## Projet « RDX piste »

**Détails sur le site « [2tmoteur.fr](http://2tmoteur.fr) »**

- Pour les membres du club qui veulent découvrir la piste, chacun avec « sa moto » à partir du kit
- Développement fin 2021
- Les 4 premières machines tournent sur circuit au printemps 2022
- 11 kits ont été réalisés, 9 machines tournent, 2 sont à finir



## Les 23h60 du mans

**Reportage sur le site « [2tmoteur.fr](http://2tmoteur.fr) »**

- Endurance de 24h00, catégorie « 25power », circuit de kart du mans
- 2 classes pour la course : 15 cv ou 25 cv (à la roue)
- La moto mesurée en aéro à fait la compétition
- 6 pilotes, 24h00, 890 tours, 1230 km
- L'équipe a reçu la coupe du jury : une moto de 50 ans, des pilotes de 60 ans parmi les machines modernes !



## Micro entreprise « 2Tmoteur »

**Site « [2tmoteur.fr](http://2tmoteur.fr) » (pour trouver, il faut taper le .fr)**

- Naissance le 27.09.2025
- Objectif : commercialisation des « 125 RDX piste » et autres services moto / moteur 2 temps.
- Un livre va paraître fin 2025 sur la puissance du 2 temps (principe / analyse physique / gonflage)

**Vous voulez acheter ? ou juste essayer une moto sur circuit ? : [contact@2tmoteur.fr](mailto:contact@2tmoteur.fr)**