



EXperts-Yachts

Jean SANS
Expert honoraire près la cour d'Appel de Rennes
 26 rue du Couédic, 56100 LORIENT - France
 +33 (0)6 07 10 24 03 www.experts-yachts.fr jean.sans@wanadoo.fr
Expertises Maritimes (Privées ou Judiciaires) - Consultant technique
Arbitrage - Relevés de carènes (Photogrammétrie)
Mesures et calculs de stabilité - Jauge IRC

8/10/2025.

En 2011, David Raison propose une carène de Mini 650 à « nez rond » et surprend en gagnant le Mini 2011.

Le bateau confirme sa suprématie les années suivantes. A cet instant les crayons s'énervent.

Sans vouloir minimiser le trait de génie de David, ces formes avant arrondies de la carène sont apparues sur des dinghies à la toute fin des années 1900 aux USA, sous le nom de Scow. Ce type d'architecture se caractérise par des volumes avant généreux associés à des volumes arrière qui fournissent l'appui hydrostatique nécessaire lorsque le bateau se cabre. Cela se traduit par un « effet spatule » qui réduit drastiquement la longueur à la flottaison dynamique ainsi que la surface mouillée. Cette évolution dynamique de la carène autorise de très importants gains de vitesse.

Sur le comportement hydrodynamique de cette architecture Scow.

L'architecture Scow se matérialise par des lignes d'eau à forte tendance elliptique. C'est particulièrement visible lorsqu'on superpose une carène Scow avec une carène « classique ». On constate que la carène Scow est pratiquement symétrique aussi bien en longitudinal qu'en transversal. Cet effet elliptique est conservé dès que le modèle Scow gîte.

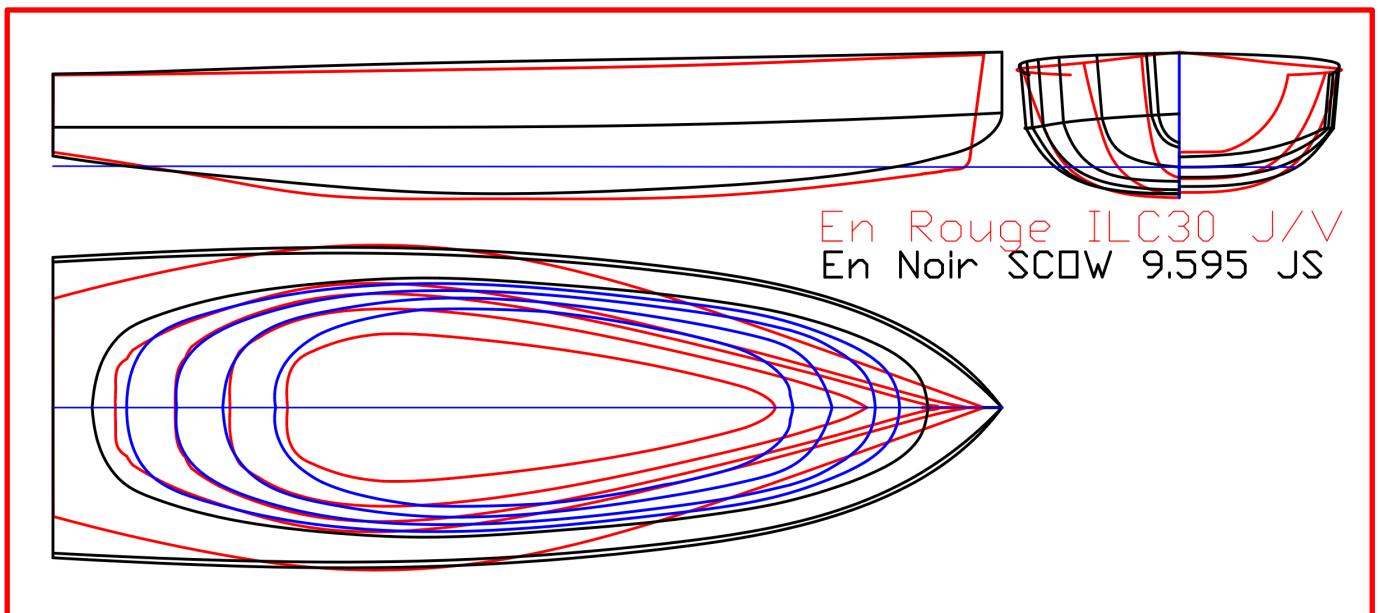
- ✓ **Sur une carène « Scow »,** dès que le bateau gîte, les lignes d'eau pivotent très légèrement, puis au fur et à mesure que la gîte augmente (jusqu'à 20°/25°). L'ensemble des lignes d'eau se translate sous le vent avec peu de déformations et reste parallèle à l'axe longitudinal du bateau.



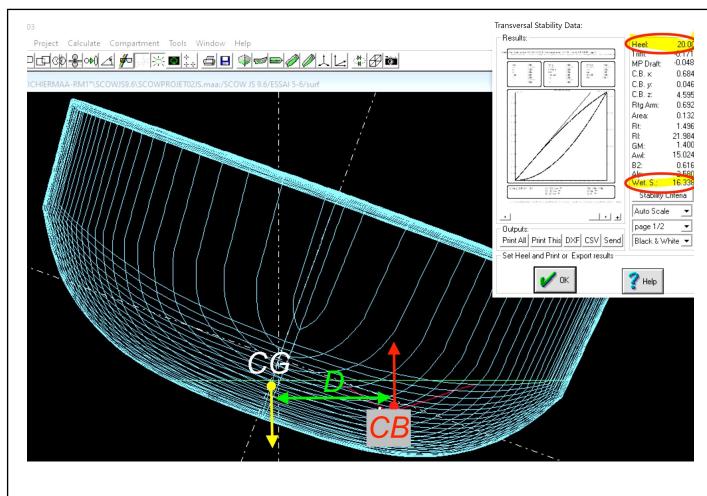
E-SCOW (moderne)



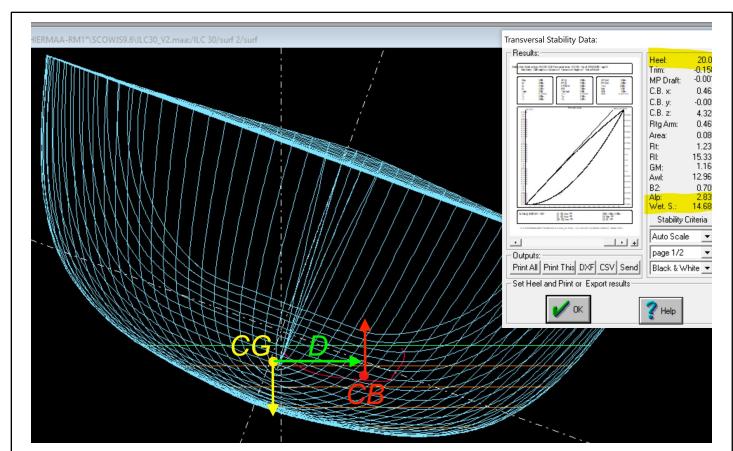
Ce glissement sous le vent augmente la distance horizontale (D) entre le centre de carène (CB) et le centre de gravité du bateau (CG). Cela améliore le moment de redressement RM (Poids du bateau*D) et l'aptitude à porter une surface de voiles plus importante. Autre conséquence, sous l'effet du cabrage le centre de carène recule, ce qui favorise l'aptitude à planer.



- ✓ **Sur la carène classique**, durant la gîte, les lignes pivotent franchement autour du brion de l'étrave (10 à 14°). Le volume hydrostatique se retrouve donc nettement angulé par rapport au plan longitudinal du bateau et de son plan de voilure.
- A 20° de gîte, le décalage sous le vent du centre de carène est moins important que pour une carène de Scow.



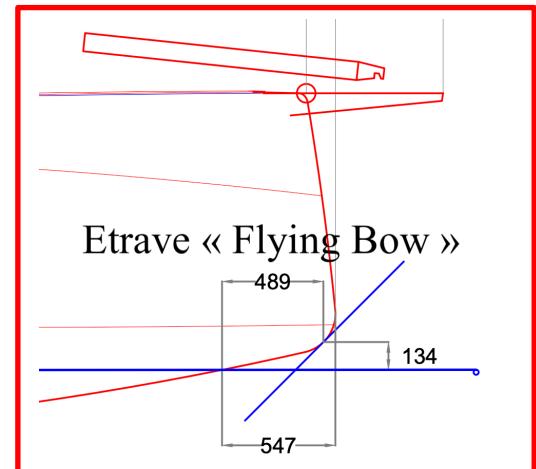
Modèle « Scow » à la gîte



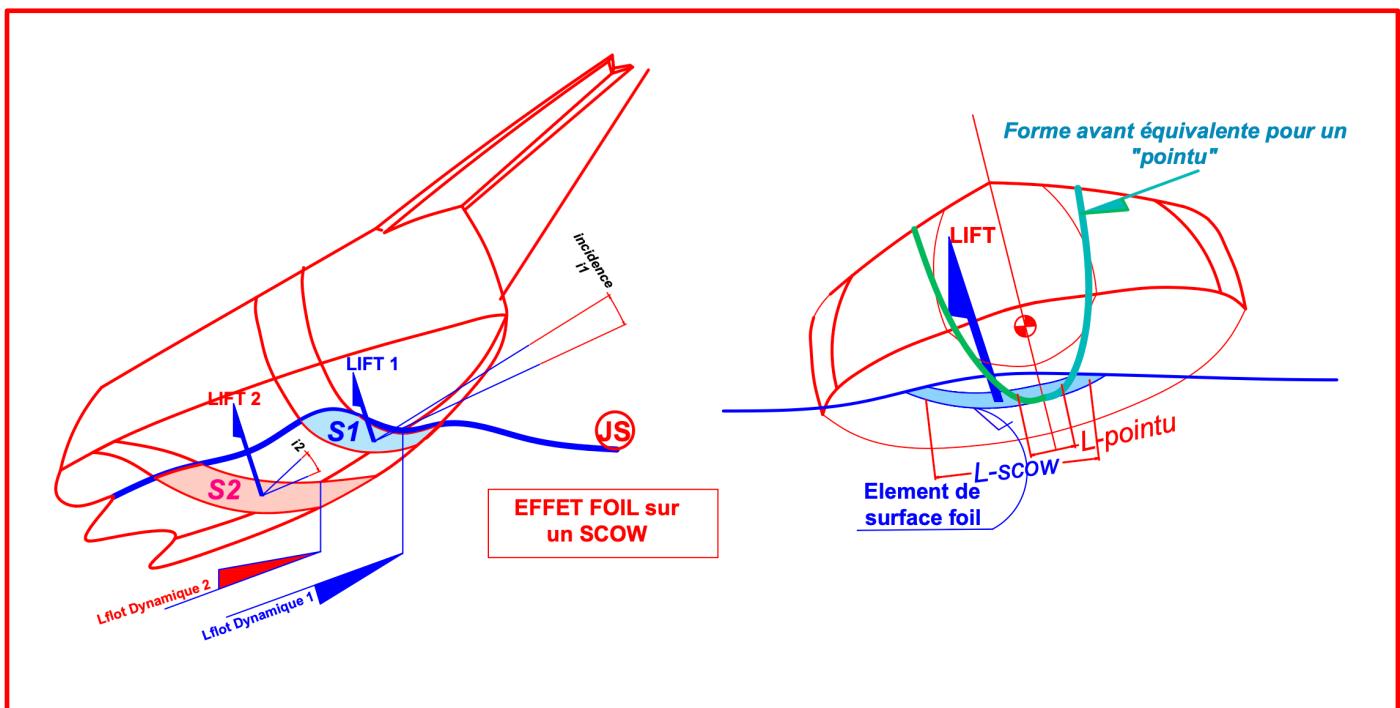
Modèle « classique pointu » à la gîte

Influence des volumes avant très évasés sur le comportement hydrostatique des Scow.

Sur une architecture Scow, le profil longitudinal de la zone proche de l'étrave apparait peu différent de celle de bateaux pointus dessinés avec un brion d'étrave implanté largement au-dessus du plan de flottaison. Cette architecture dénommée Flying Bow diminue la longueur à la flottaison statique (LWP), mesurée par la jauge, et n'interdit pas de retrouver, dès que la bateau gîte, une longueur à la flottaison dynamique (LFLOT) supérieure à LWP.



Par contre, dans la zone où l'étrave tangente la surface de flottaison, le profil transversal, très évasé, de la coque d'un Scow, se comporte comme un foil courbe dont la coque est l'intrados et produit une portance hydrodynamique (Lift).



La poussée archimédienne associée à ce volume généreux de la carène s'ajoute à cette portance. L'ensemble de ces deux actions cabre le bateau.

Sur un Scow de 10m de LH, à 60/65° du vent vrai (12 noeuds), l'évaluation de la portance hydrodynamique créée par un foil fictif de cette surface serait de l'ordre de :

$$\text{LIFT (Newtons)} = 0.5 * 1025 * C_z * S_{foil} * V^2(\text{m/s})$$

1025 = Masse volumique de l'eau (kg/m^3)

C_z = Coefficient unitaire de portance (0.8) (avec 10° comme angle d'incidence soit la pente du profil de l'étrave au dessus du plan flottaison).

Sfoil = Surface projetée du foil évaluée à $0.9 * 0.5 = 0.45 \text{ m}^2$

V = Vitesse du bateau le m/s

$$V = 6 \text{ noeuds} = 3 \text{ m/s} \quad \text{LIFT} = 1669 \text{ N (167 daN)} (1 \text{ daN} \sim 1 \text{ kgf})$$

$$V = 7 \text{ noeuds} = 3.6 \text{ m/s} \quad \text{LIFT} = 2391 \text{ N}$$

$$V = 8 \text{ noeuds} = 4.1 \text{ m/s} \quad \text{LIFT} = 3101 \text{ N}$$

La répartition de la portance d'une forme profilée (foil) circulant dans un fluide est de 25% pour l'intrados et de 75% pour l'extrados.

La forme locale très évasée de la carène du Scow s'apparente à l'intrados d'un foil qui serait perpendiculaire au déplacement du bateau.

Même en prenant que 25% d'effet pour cet intrados formé par la carène, la portance d'une forme Scow oscille entre 42 et 77 daN.

Un calcul similaire appliqué à une forme d'étrave type Flying Bow (tracé en vert ci-dessus) à l'endroit où la surface de la coque tangente le plan d'eau (surface de l'ordre de $0.2 * 0.5 = 0.1 \text{ m}^2$) donne une portance de 9.2 daN à 17 daN. Le ratio des portances hydrodynamiques (lift vertical) entre ces deux types d'architectures est d'un facteur 5.

Du fait du déplacement du bateau (vitesse V), cette portance amplifie l'effet archimédien du volume immergé et produit un cabrage du bateau autour de son centre de carène. Cela se traduit par :

- A. Une diminution du volume immergé, un recul du centre de carène et du point avant de la surface de flottaison, une réduction de la surface mouillée.
- B. Une augmentation de l'angle d'incidence de la forme avant de la carène, qui se traduit par une augmentation du **C_z**, donc de la portance.
- C. Un gain de vitesse qui agit « au carré » sur le calcul de la portance.
- D. Ce cycle A, B, C ... A, B, C paraît sans limite... En fait, à partir d'un certain angle d'incidence (cabrage), la courbe de progression de la portance décroît et croise celle de la trainée de la carène dans l'eau. L'assiette longitudinale et la vitesse se stabilisent alors. Un passage de 6 à 8 noeuds double la portance.

Avant d'atteindre cette limite, un Scow dépasse très largement sa vitesse archimédienne ($2.44 * \sqrt{\text{LWL}}$ exprimée en mètre) avec une longueur à la flottaison dynamique inférieure de 25 à 30% du LWP statique.

Cette forte portance hydrodynamique (Lift + volume immergé) des formes avant rend inappropriée l'analyse actuelle basée sur l'influence des élancements avant appliquée sur les Flying Bow. L'architecture type Flying Bow recherche un accroissement de la longueur à la flottaison dynamique (Lfloat) afin d'améliorer V (en noeuds) = $2.44 \cdot Lfloat^{0.5}$.

Sur le comportement en navigation d'une architecture Scow.

Lors de l'apparition de ce nouveau type de forme de carènes, on a pensé que leurs gains de performance se limiteraient à des conditions de navigation assez étroites : c'est-à-dire au portant, à des angles de vent très étroits (120° à 150°) associés à une vitesse de vent réel au minimum de 15 noeuds.

Cette analyse découlait de l'importante surface mouillée du volume immergé (effet des formes elliptiques des lignes d'eau). Sur les deux modèles étudiés ILC 30 et SCOW 9.595JS (LHT 9.6, BMAX et Déplacement identiques) l'écart de surface mouillée à 20° de gîte est de 2m², soit 15% de plus pour le Scow. Le passage des formes avant aussi volumineuses dans un clapot prononcé apparaît impossible aux skippers habitués à la finesse des étraves pointues



Dans un premier temps, ce type d'architecture semble donc peu adapté à la flotte des bateaux de jauge, très attachée à la polyvalence des carènes confrontées à la variété des parcours et des conditions de vents souvent instables en force et direction.

Il faut se méfier de ces jugements, souvent péremptoires, basés sur des comparaisons exclusivement visuelles.

L'expérience montre que les formes en Scow, s'affranchissent relativement bien des conditions de mer en navigation au près, à condition d'adapter l'assiette transversale (gîte) à la forme évasée des volumes avant.

Une assiette de navigation très gitée (25°) transforme le volume « très évasé » en gîte 0° en un volume immergé dont les sections s'approchent d'un « V ». Cette forme acceptant un passage, certes très inconfortable, dans du clapot ou dans une mer formée.

Comment identifier et quantifier les formes Scow

Visuellement, l'observateur n'a pas de doute lors de l'identification d'un Scow.

On parle ici de volume, c'est à dire une forme en 3 dimensions.

Un plan de forme d'une coque, permet d'analyser, à la fois les sections longitudinales et transversales d'une carène et des œuvres mortes.

La jauge IRC n'utilise pas les plans de forme. Elle se base uniquement sur les paramètres généraux qui identifient une carène : paramètres que l'on trouve principalement dans le plan de profil de la coque. Elle laisse ainsi aux architectes une totale liberté de conception dans l'espace transversal (au BMAX et déplacement près, qui sont pris en compte) autour des paramètres longitudinaux de base (LH, LWP, élancements, tirant d'eau, poids à vide.... Etc.).



Dans un premier temps, peut-on différencier les formes avant de type Scow des dessins de Flying Bow ? Ensuite voyons si une caractérisation transversale est possible et matériellement réalisable dans le but d'évaluer l'importance du volume de ces formes avant. La hiérarchisation des formes Scow représentant l'objectif final.

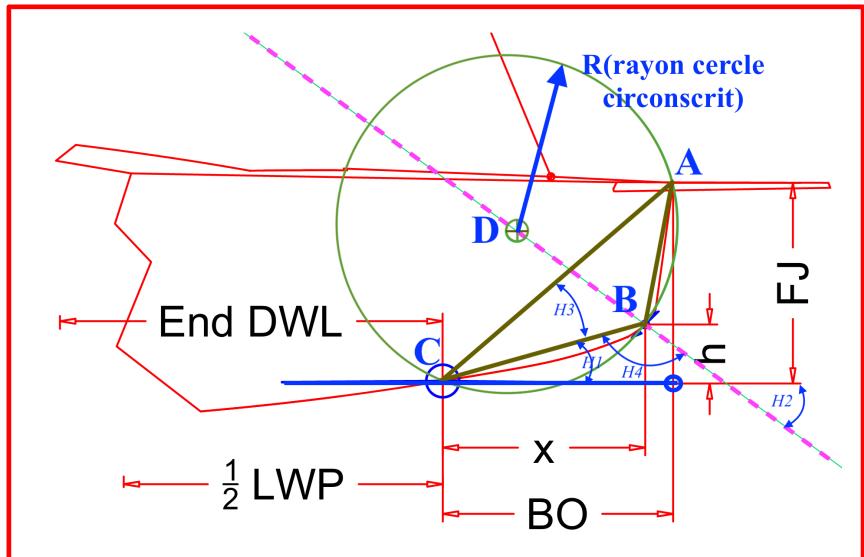
Datas longitudinaux de base pour la Jauge IRC :

- Le point de la fin avant de la DWL (C)
- Le point de mesure à 45° (B)
- Le point d'intersection du pont et de l'étrave (A) soit le franc-bord FJ.
Ce franc-bord FJ à l'étrave peut très bien être ajouté dans les mesures IRC. Il est disponible sur le site de l'ORC.

A partir de ces points identifiés sur le bateau et des mesures de jauge, on construit certains tracés afin d'établir des ratios entre ces mesures.

Ce qui nous conduit possiblement aux calculs suivants :

- Les longueurs des côtés du triangle ABC, soit AB, CB, AC
- Le demi-périmètre de de triangle ABC
- La surface du triangle ABC (ÉTRAVE / 45° / DWL)
- Le rayon (R) du cercle circonscrit au triangle ABC.
- La surface de ce cercle circonscrit au triangle ABC
- Ratio entre la surface ABC et celle de la surface du cercle circonscrit.
- Ratio BO/(0.5*LWP) Ratio (BO-x) / BO Ratio h / (0.5*LWP)
- L'angle H1 (entre CB et DWL)
- L'angle H3 entre BD et BC (D étant le centre du cercle circonscrit)
- L'angle H4 entre (complément à 180° de H3)



A partir des calculs des angles H1, H3, H4, on peut déduire la pente de la droite passant par le point à 45° (B) et le centre du cercle circonscrit (Angle H2 par rapport à l'horizontale).

Détails analytiques

Calculs des angles

- $H1 = \text{ArcTang} (h/x)$
- $H3 = \text{Arc Cos} ((BC/2)/R)$
- $H4 = 180^\circ - H3$
- $H2 = 180^\circ - (H1 + H4)$

Calcul des côtés du triangle ABC

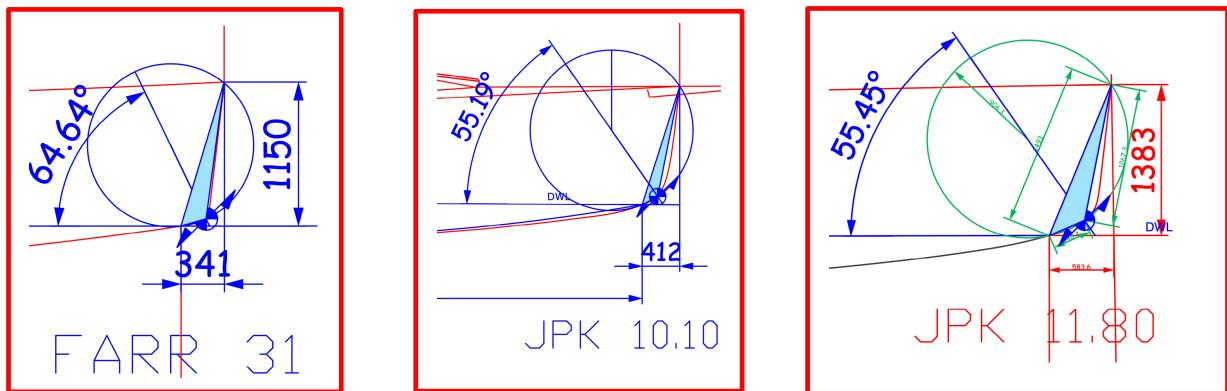
- $AB = ((FJ-h)^2 + (BO-x)^2)^{0.5}$
- $BC = (x^2 + h^2)^{0.5}$
- $CA = (FJ^2 + BO^2)^{0.5}$

Calcul rayon du cercle circonscrit

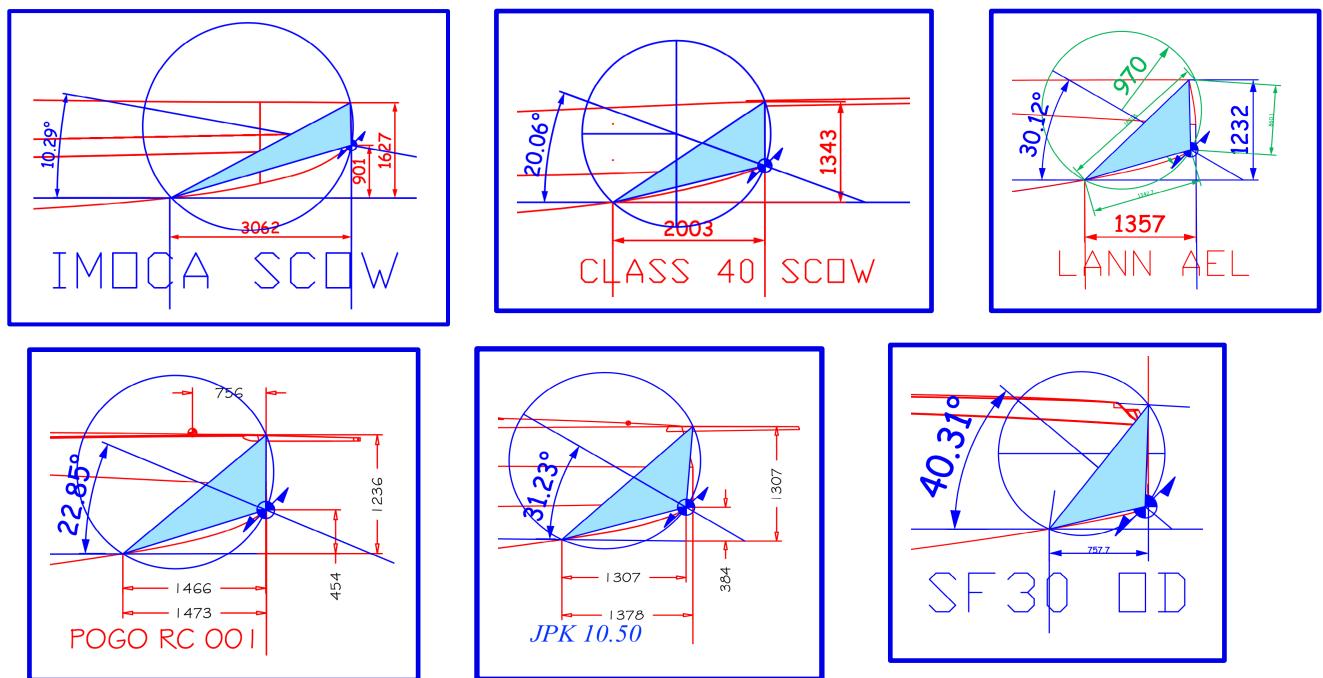
- Demi-Périmètre triangle ABC : $dp = 0.5 * (AB + BC + CA)$
- Surface triangle ABC = $(dp * (dp-AB) * (dp-BC) * (dp-CA))^{0.5}$
- Rayon Cercle Circonscrit = $(AB * BC * AC) / (4 * \text{surface tri ABC})$

Comparaisons visuelles des étraves

✓ Étraves « pointues »



✓ Étraves tendances « Scow »



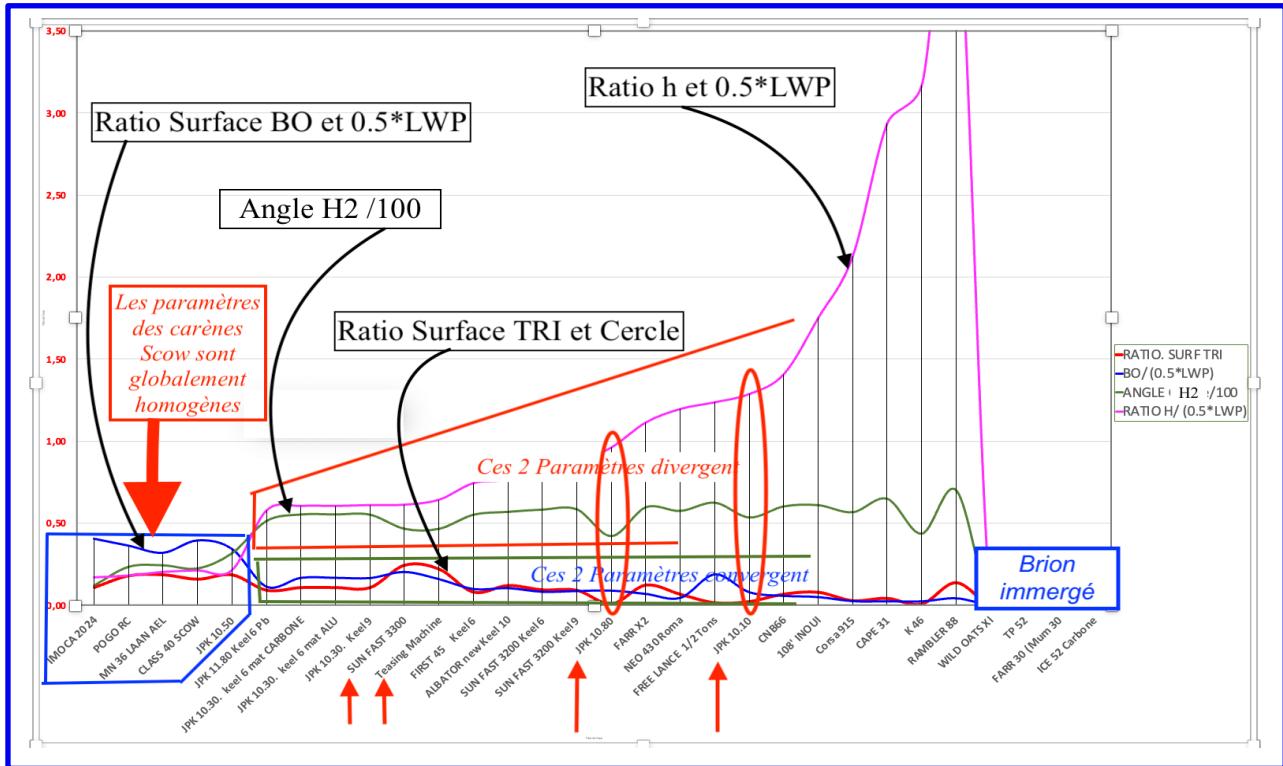
Un premier visuel géométrique montre les évolutions de la forme du triangle ABC et d'apprécier son rapport avec la surface de son cercle circonscrit. La 2^{ème} observation porte sur l'angle de la droite passant par le centre du cercle circonscrit et le point 45° (brion d'étrave) :

⇒ Scow : fourchette entre 10°29 et 40°31

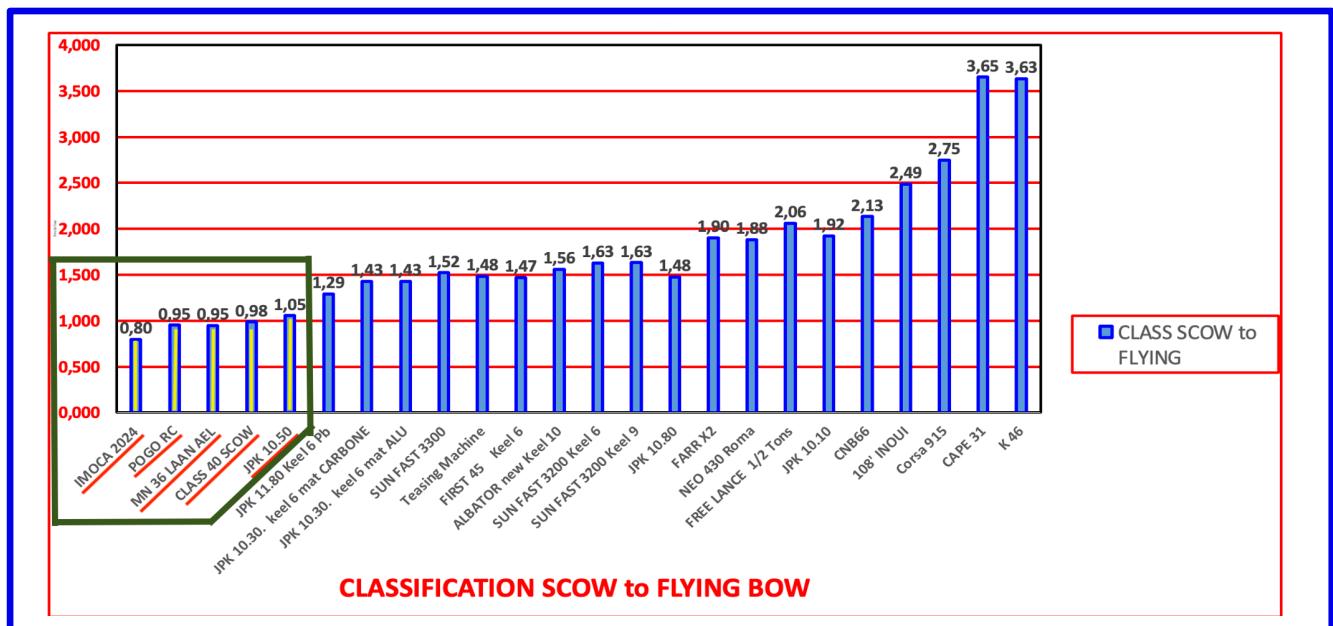
⇒ Pointus : fourchette entre 55°19 et 65°64

Les tracés représentant l'évolution des 4 paramètres ci-dessous mettent en évidence une rupture entre les formes Scow et celles des « pointus » :

- **Ratio BO/(0.5*LWP)**
- **Ratio h / (0.5*LWP)**
- **Évolution de l'angle H2**
- **Ratio entre la surface du cercle circonscrit et celle du triangle ABC.**



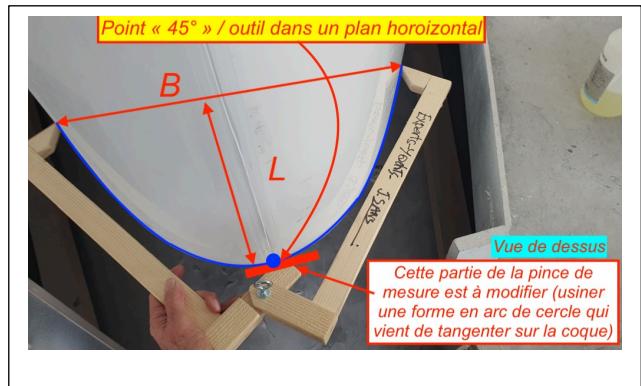
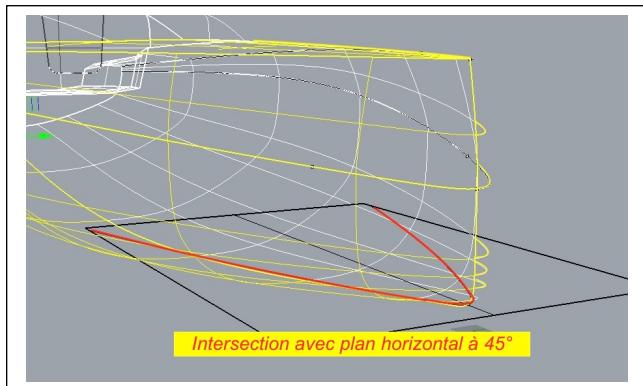
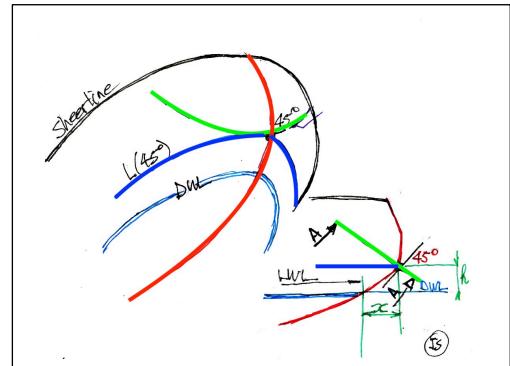
En additionnant ces 4 résultats et en les représentant sous forme d'histogramme, on voit très bien qu'il existe une rupture des résultats entre les formes Scow et celles des Flying bow.



Pour autant ces particularités résultantes d'une identification dans le plan de symétrie du bateau ne suffisent pas pour quantifier et hiérarchiser (objectif d'une jauge) l'effet Scow par rapport à une forme avant pointue du type Flying Bow. Pour obtenir ce classement, il faut associer au travail dans le plan de symétrie, une identification transversale des volumes avant.

Recherche dans la direction transversale de la carène

Pour évaluer les formes transversales, sans réaliser un relevé géométrique de la forme avant, une mesure de largeur dans un plan horizontal au niveau du point remarquable « 45° » paraît une solution.



A partir des valeurs B et L associées au profil de l'étrave mesuré par la jauge on peut approcher une évaluation de la forme volumique et la comparer au volume de la carène (poids à vide / 1.025).

Quels types d'algorithme ?

A priori, il apparaît possible d'établir une hiérarchie dans les potentiels de performances de l'ensemble des formes avant, qu'elles soient à brion immergé, ou du type Flying Bow et maintenant Scow. Certes, on ne concurrencera pas un VPP, mais on introduira un nouvel équilibre dans la flotte tout en laissant aux architectes la liberté du dessin.

Il est intéressant de constater que cette forme architecturale Scow ancienne (1894), appliquée à des dessins offshores, révolutionnent les certitudes relatives à l'importance de la longueur à la flottaison dynamique dans les performances.

JS (7/10/2025)