

# Rotor 3

- Français
- English

Downloadable models

×

**Open access**

**Git project**

## About

Rotor 3 is part of a research program to study study the effects of blade solidity on efficiency and stall margin. Stall margin for design speed was 6. 4 percent based on the weight flow and pressure ratio values at peak efficiency and just prior to stall.

- Original NASA technical report <sup>[1]</sup>:

```
@TechReport{hager1972performance,  
  author      = {Hager, Roy D and Janetzke, David C and Reid, Lonnie},  
  date        = {1972},  
  institution  = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United  
States},  
  title       = {Performance of a 1380-foot-per-second-tip-speed axial-  
flow compressor rotor with a blade tip solidity of 1.3},  
  number      = {NASA-TM X-2448},  
  url         = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19720012341},  
}
```

- Pictures :

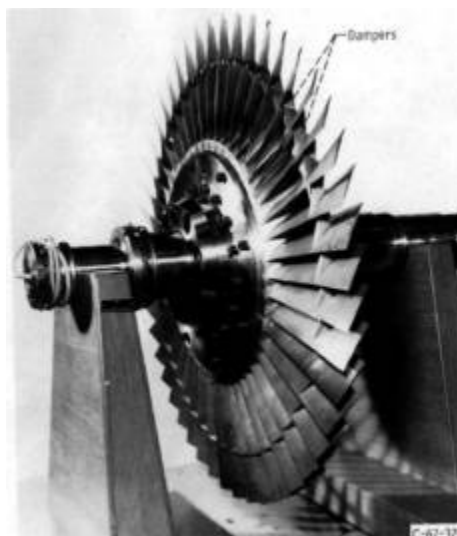


Fig1. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19720012341> p.66

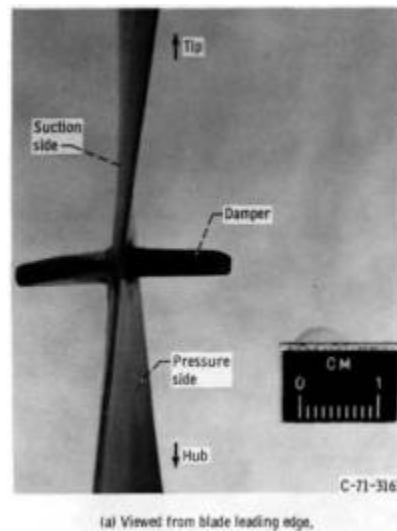


Fig2. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19720012341> p.67

### Useful documents

- [downloadable models](#) (Git project)
  - rapport technique original de la NASA (.pdf)
  - geometrical parameters file (.csv), usable as input of OpenMCAD<sup>[2]</sup> to generate reference blade models.

## Reference blade

The **reference blade** is defined with multiple-circular arc profiles<sup>[3]</sup> given in the original NASA report<sup>[4]</sup>. Corresponding models are computed with the open-source code OpenMCAD<sup>[2]</sup>.

## Geometry

The geometry of rotor 3 is described in the [original NASA report](#) by the following table. The lengths are in inches and the angles in degrees.

TABLE III. - BLADE GEOMETRY FOR ROTOR 3

RP	PERCENT		RADII		BLADE ANGLES			DELTA INC
	SPAN	RI	RO	KIC	KTC	KOC		
TIP	0.	9.885	9.769	62.50	58.45	47.30	2.10	
1	5.	9.729	9.578	61.80	57.37	46.80	2.26	
2	10.	9.510	9.386	60.62	55.92	46.30	2.57	
3	30.	8.598	8.620	55.62	50.08	44.42	4.11	
4	40.	8.127	8.237	53.20	47.11	41.00	4.90	
5	42.	8.020	8.142	52.60	46.43	40.03	5.04	
6	45.	7.893	8.046	52.00	45.63	39.13	5.17	
7	48.	7.772	7.950	51.44	44.85	38.03	5.34	
8	50.	7.652	7.854	50.90	44.07	37.03	5.47	
9	70.	6.665	7.089	46.70	37.25	27.45	6.54	
10	90.	5.558	6.323	44.20	29.54	14.55	7.31	
11	95.	5.240	6.131	44.10	27.26	10.82	7.42	
HUB	100.	5.000	5.940	44.00	25.51	6.10	7.47	

RP	BLADE THICKNESSES			AXIAL DIMENSIONS			CONE ANGLE
	TJ	TM	TO	ZMC	ZTC	ZOC	
TIP	0.020	0.061	0.020	0.563	0.563	0.894	-6.300
1	0.020	0.064	0.020	0.564	0.564	0.927	-5.800
2	0.020	0.068	0.020	0.565	0.565	0.962	-4.700
3	0.020	0.085	0.020	0.552	0.552	1.109	0.900
4	0.020	0.094	0.020	0.551	0.551	1.183	4.100
5	0.020	0.096	0.020	0.561	0.561	1.200	5.000
6	0.020	0.098	0.020	0.573	0.573	1.217	5.800
7	0.020	0.101	0.020	0.581	0.581	1.234	6.700
8	0.020	0.103	0.020	0.589	0.589	1.252	7.600
9	0.020	0.122	0.020	0.650	0.650	1.390	15.600
10	0.020	0.143	0.020	0.689	0.689	1.486	26.800
11	0.020	0.149	0.020	0.688	0.688	1.488	30.400
HUB	0.020	0.154	0.020	0.685	0.685	1.486	32.600

## Aerodynamic design

	unit	values
pressure ratio	[-]	1.801
mass flow	[kg/s]	29
tip speed	[m/s]	420.6
tip solidity	[-]	1.3
aspect ratio	[-]	2.53
rotative speed	[rad/s]	1675.52

## Material properties

The material of rotor 3 is defined in the original NASA report. A 200-grade maraging steel is considered:

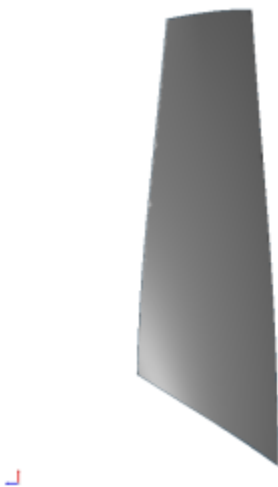
	unité	valeurs
alloy	[-]	18-Ni-200-maraging
Young's modulus	[GPa]	180
density	[kg/m <sup>3</sup> ]	8000
Poisson's ratio	[-]	0.3
yield stress	[GPa]	1.38

## CAD model

The CAD model is computed with the open source code OpenMCAD<sup>[2]</sup>.



intrados



extrados

## Natural frequencies

First three natural frequencies (with clamped root) for the mesh computed with OpenMCAD<sup>[2]</sup>:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1	<a href="#">À Remplir stp</a>	1722.54	274,15
2	<a href="#">À Remplir stp</a>	6548.96	1042,3
3	<a href="#">À Remplir stp</a>	8224.31	1308,94

## Initial blade

The **initial blade** is defined with in-house LAVA parameters<sup>[5]</sup> computed from the reference blade CAD model. The initial blade is usually used as starting point for an optimization process. Its geometry is

similar to the one of the reference blade.

## Natural frequencies

First three natural frequencies (with clamped root)

- from the whole mesh:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1	<a href="#">À Remplir stp</a>	1728.06	275,029
2	<a href="#">À Remplir stp</a>	6559.27	1043,94
3	<a href="#">À Remplir stp</a>	8243.04	1311,92

- from the reduced order model:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1	<a href="#">À Remplir stp</a>	1728.11	275,038
2	<a href="#">À Remplir stp</a>	6561.34	1044,27
3	<a href="#">À Remplir stp</a>	8245.298	1312,28

Modèles téléchargeables

×

## Libre accès

[lien vers le projet Git](#)

## À propos

Le rotor 3 fait partie d'un programme de recherche pour étudier les effets de la solidité des pales sur l'efficacité et la marge de décrochage. La marge de décrochage pour la vitesse de conception était de 6,4% en fonction du poids valeurs des rapports de débit et de pression au rendement maximal et juste avant le décrochage.

- Rapport technique original <sup>[1]</sup>:

```
@TechReport{hager1972performance,
  auteur      = {Hager, Roy D and Janetzke, David C and Reid, Lonnie},
  date        = {1972},
  institution  = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United
States},
  titre       = {Performance of a 1380-foot-per-second-tip-speed axial-
flow compressor rotor with a blade tip solidity of 1.3},
  numéro      = {NASA-TM X-2448},
  url         = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19720012341},
}
```

- Photographies :

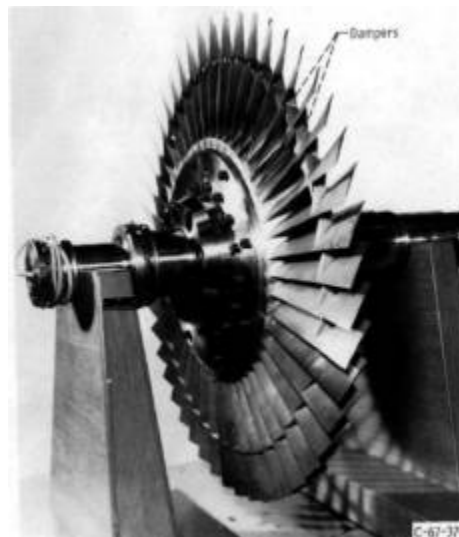


Fig1. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19720012341> p.66

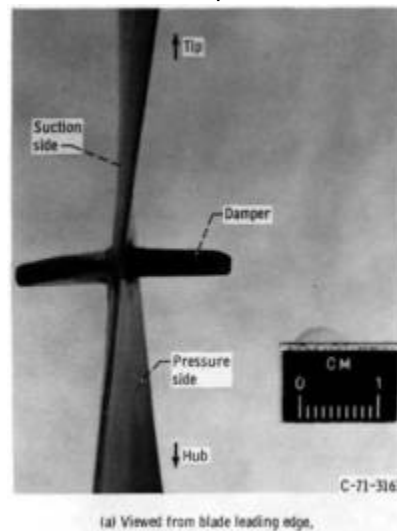


Fig2. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19720012341> p.67

### Documents utiles

- [modèles téléchargeables](#) (lien vers projet Git)
  - rapport technique original de la NASA (.pdf)
  - fichier de paramètres géométriques (.csv), utilisable en entrée de OpenMCAD<sup>[2]</sup> pour générer l'aube de référence

## Aube de référence

L'**aube de référence** est définie par des profils de type arcs circulaires multiples<sup>[3]</sup>, donnés dans le rapport technique original de la NASA<sup>[4]</sup>. Les modèles associés sont obtenus avec le code en libre accès OpenMCAD<sup>[2]</sup>.

## Géométrie

La géométrie du rotor 3 est décrite dans le [rapport d'origine de la NASA](#) par les tableaux suivants. Les grandeurs sont en pouces et en degrés.

TABLE III. - BLADE GEOMETRY FOR ROTOR 3

RP	PERCENT RADII			BLADE ANGLES			DELTA INC
	SPAN	RI	RO	KIC	KTC	KOC	
TIP	0.	9.885	9.769	62.50	58.45	47.30	2.10
1	5.	9.729	9.578	61.80	57.37	46.80	2.26
2	10.	9.510	9.386	60.62	55.92	46.30	2.57
3	30.	8.598	8.620	55.62	50.08	44.42	4.11
4	40.	8.127	8.237	53.20	47.11	41.00	4.90
5	42.	8.020	8.142	52.60	46.43	40.03	5.04
6	45.	7.893	8.046	52.00	45.63	39.13	5.17
7	48.	7.772	7.950	51.44	44.85	38.03	5.34
8	50.	7.652	7.854	50.90	44.07	37.03	5.47
9	70.	6.665	7.089	46.70	37.25	27.45	6.54
10	90.	5.558	6.323	44.20	29.54	14.55	7.31
11	95.	5.240	6.131	44.10	27.26	10.82	7.42
HUB	100.	5.000	5.940	44.00	25.51	6.10	7.47

RP	BLADE THICKNESSES			AXIAL DIMENSIONS			CONE ANGLE
	TI	TM	TO	ZMC	ZTC	ZOC	
TIP	0.020	0.061	0.020	0.563	0.563	0.894	-6.300
1	0.020	0.064	0.020	0.564	0.564	0.927	-5.800
2	0.020	0.068	0.020	0.565	0.565	0.962	-4.700
3	0.020	0.085	0.020	0.552	0.552	1.109	0.900
4	0.020	0.094	0.020	0.551	0.551	1.183	4.100
5	0.020	0.096	0.020	0.561	0.561	1.200	5.000
6	0.020	0.098	0.020	0.573	0.573	1.217	5.800
7	0.020	0.101	0.020	0.581	0.581	1.234	6.700
8	0.020	0.103	0.020	0.589	0.589	1.252	7.600
9	0.020	0.122	0.020	0.650	0.650	1.390	15.600
10	0.020	0.143	0.020	0.689	0.689	1.486	26.800
11	0.020	0.149	0.020	0.688	0.688	1.488	30.400
HUB	0.020	0.154	0.020	0.685	0.685	1.486	32.600

## Caractéristiques aérodynamiques

	unités	valeurs
taux de compression	[-]	1.801
débit massique	[kg/s]	29
vitesse en tête	[m/s]	420.6
solidité en tête	[-]	1.3
allongement	[-]	2.53
vitesse de rotation	[rad/s]	1675.52

## Propriétés matériau

Le matériau original du rotor 3 est défini dans le rapport de la NASA. Un acier maraging de grade 200 est considéré:

	unité	valeurs
alliage	[-]	18-Ni-200-maraging

	<b>unité</b>	<b>valeurs</b>
<b>module d'Young</b>	[GPa]	180
<b>masse volumique</b>	[kg/m3]	8000
<b>coefficient de Poisson</b>	[-]	0,3
<b>limite élastique</b>	[GPa]	1,38

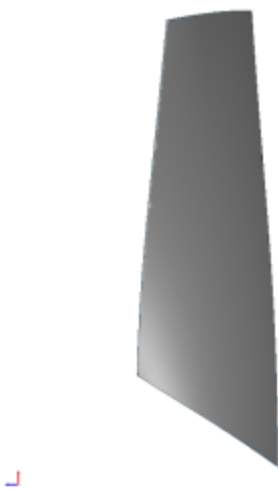
## Modèle CAO

Le modèle CAO est obtenu avec OpenMCAD<sup>[2]</sup>.

intrados



extrados



## Fréquences propres

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastres) pour le maillage obtenu avec OpenMCAD<sup>[2]</sup> :

<b>Mode</b>	<b>Type</b>	<b>Pulsation propre (rad/sec)</b>	<b>Fréquence propre (Hz)</b>
1	<a href="#">À Remplir stp</a>	1722.54	274,15

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
2	<a href="#">À Remplir stp</a>	6548.96	1042,3
3	<a href="#">À Remplir stp</a>	8224.31	1308,94

## Aube initiale

L'**aube initiale** est définie par des paramètres spécifiques au LAVA<sup>[5]</sup> obtenus à partir du modèle CAO de l'aube de référence. L'aube initiale est classiquement utilisée comme point de départ dans le cadre de procédures d'optimisation; sa géométrie est similaire à celle de l'aube de référence.

## Fréquences propres

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastrés),

- pour le maillage complet :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1	<a href="#">À Remplir stp</a>	1728.06	275,029
2	<a href="#">À Remplir stp</a>	6559.27	1043,94
3	<a href="#">À Remplir stp</a>	8243.04	1311,92

- pour le modèle réduit :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1	<a href="#">À Remplir stp</a>	1728.11	275,038
2	<a href="#">À Remplir stp</a>	6561.34	1044,27
3	<a href="#">À Remplir stp</a>	8245.298	1312,28

</tabs>

- <sup>a, b</sup> Hager. «Performance of a 1380-foot-per-second-tip-speed axial-flow compressor rotor with a blade tip solidity of 1.3 » 2013. [pdf](#)
- <sup>a, b, c, d, e, f, g, h</sup> Kojtych S., Batailly A. «OpenMCAD, an open blade generator: from Multiple-Circular-Arc profiles to Computer-Aided Design model» 2022. [code en libre accès](#)
- <sup>a, b</sup> Crouse *et al.* «A computer program for composing compressor blading from simulated circular-arc elements on conical surfaces » 1969. NASA-TN-D-5437. [pdf](#)
- <sup>a, b</sup> Kojtych S. *et al.* «Methodology for the Redesign of Compressor Blades Undergoing Nonlinear Structural Interactions: Application to Blade-Tip/Casing Contacts » 2022. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 145, No. 5. [pdf](#)

Document issu de la page wiki:

[https://wiki.lava.polymtl.ca/public/modeles/rotor\\_03/accueil?rev=1675358609](https://wiki.lava.polymtl.ca/public/modeles/rotor_03/accueil?rev=1675358609)

Dernière mise à jour: **2023/04/05 08:59**