



HAL
open science

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur diesel

Jean-Michel Berals

► **To cite this version:**

Jean-Michel Berals. Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur diesel. Mécanique des structures [physics.class-ph]. 2010. dumas-00523687

HAL Id: dumas-00523687

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00523687>

Submitted on 6 Oct 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

Annexes

Annexe A:	Variables d'entrée du programme Zonal Gas Flow	A-1
Annexe B:	Génération du maillage dans Star-CD	B-1
Annexe C:	Commandes Prostar - Mobilité du maillage	C-1
Annexe D:	Résultats pour les modèles en cycle fermé.	D-1
Partie 1:	Modèle Omega – Maillage fin.	D-2
Partie 2:	Modèle Bloc cylindrique – Maillage fin.	D-11
Partie 3:	Modèle Omega – Maillage large.	D-20
Partie 4:	Modèle Bloc cylindrique – Maillage large.	D-27
Annexe E:	Traitement des couches limites	E-1
Partie 5:	Modèle Omega – Conditions limites de parois avec maillage fin.	E-2
Partie 6:	Modèle Bloc cylindrique - Conditions limites de parois avec maillage fin.	E-4
Partie 7:	Modèle Omega – Conditions limites de parois avec maillage à faible résolution.	E-6
Partie 8:	Modèle Bloc cylindrique - Conditions limites de parois avec maillage à faible résolution.	E-8
Partie 9:	Modèle Bloc cylindrique - Traitement des conditions limites de parois avec maillage à faible résolution.	E-10
Annexe F:	Modèles avec admission.	F-1
Partie 10:	Comparaisons des profils de vitesses d'admission.	F-2
Partie 11:	Sensibilité de la position de l' admission.	F-8
Partie 12:	Sensibilité de la résolution du maillage sur les conditions d'admission – Modèles Bloc cylindriques	F-12
Partie 13:	Conditions d'admission avec les maillages à faible résolution.	F-15
Partie 15:	Modèle Bloc cylindrique avec traitement du maillage près des parois	F-18
Annexe G:	Simulations pour validation.	G-1
Partie 14:	Données de validation CFD en fonction de la position angulaire.	G-2
Partie 16:	Simulation des paramètres thermiques du gaz aux parois.	G-10
Partie 17:	Sensibilité de la résolution du maillage sur la turbulence	G-13

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

Annexe A: Variables d'entrée du programme Zonal Gas Flow

*Control

Dimensions

*Number of grids polar axi

#Number of grids - followed by polar and/or axi to indicate coordinate system

#X, Y, Z

6, 1, 3

*LEN

#grid length (total length)

#Length X, Length Y, Length Z (in meters)

#Z must be stroke + bowl depth + clearance, it's the whole domain!

43e-3, 10e-3, 99.54e-3

*Bowl

#Piston Bowl

#Bowl radius, Bowl Depth (meters), Number of grids in bowl

20e-3, 12.8e-3, 3

*Clearance

#Piston/ Head clearance at TDC

#Piston clearance in meters

0.00074

Blockage

*BLOCK

#indicates which grids are blocked and their size

#Bowl radius, ?, Bowl Depth <var: TMP, TMP2, TMP3>

0.020, , 0.005

Properties

*RHO

#Gas density in kg/m**3

1.177

*SPEHEA

#Gas specific heat capacity in J/kgK

1.0049e3

*GAMMA

#Diffusion Conductance (viscosity?) in kg/ms

1.846e-5

Boundary Conditions

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```
*UUX
#Initial flow field (m/s)
0, 1047.2, 0
*PHIW (m/s)
1e-12
*PHIE
1e-12
*PHIS
45
*PHIN
45
*PHIB
1e-12
*PHIT
1e-12
#Gas Transport Properties

##*FLUW
##*FLUE
##*FLUS
##*FLUN
##*FLUB
##*FLUT
#Gas flux Properties

##### Source #####

##*Source
#Gas source terms? <var: TMP, SOURCE>

##### Moving Mesh #####

*VELPIS
#Piston Velocity in m/s
# shouldn't be necessary anymore, piston velocity
# is now sinusoidal, but I've left it in just in case!
9.66

##### Transient #####

*Transient no step
#turns on transient run
# can also add "no step" to keyword
#Time step (secs), Total Time (secs)
#Initial conditions for: X, Y, Z at time=0
0.00001, 0.00756
# this seems to be good enough for the compression stroke :)
0.0, 0.0, 0.0

##### Control Parameters #####

*Cycles
#Number of cycles to calculate
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

1

*Residuals

#sets the tolerance level for residuals

5.0

##Wall slip

#turns off wall friction when present

*Cyclic

#turns on cyclic boundary conditions when present

##Pipe

#turns on pipe flow when present

#can add "dp" to the keyword to perform pressure drop calculations

##Diffusion

#turnson Diffusion only (implies no wall friction)

*Print

#turns on printout in output file

can add "debug" to keyword for more detail

useful for results from intermediate steps

#print timestep

this is the timestep (in secs) between printing out

velocity information. it's currently set to print

every 10deg C.A.

42e-5

*End data

*End of file

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

Annexe B: Génération du maillage dans Star-CD

- Mesh file:

```
! Axi-symmetrical model with Omega bowl shape
!  
! Written by J M Berals
!  
! 18-2-99  
  
TITLE  
Omega bowl - fine model (PUMA) with intake flows  
  
! cylindrical co-ordinate system  
csys 2  
  
! Produce main cylinder  
  
ctable 10 FLUID 2 0 1 1 0 AIR1  
ctype 10  
  
vc3d 0 0.043 43 0 9 1 0 0.08674 80  
  
! Produce bowl  
  
ctable 12 FLUID 4 0 1 1 0 AIR2  
ctype 12  
vc3d 0 0.020 20 0 9 1 0.0 -0.0056 5  
  
!produce the interface  
  
v 8001 0.02 0 -0.0056  
loca 11 cyli 0.016 0 -0.010337 0 90 0  
vgen 13 1 8001 8001 1 0 -15 0 1.0  
csys 2  
v 8014 0.017 0 -0.0056  
v 8015 0.01 0 -0.0056  
v 8016 0.0135 0 -0.0118  
v 8017 0.018 0 -0.0118  
  
v 8036 0.0021735 0 -0.0056  
  
ctable 16 SHELL 8 0 1 1 0 AIR4  
ctype 16  
  
spl 1 vran 8001 8007 1  
spl all  
patc 8007 8017 8014 8001 5 6
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```
spl 2 vran 8007 8013 1
spl all
patc 8013 8016 8017 8007 5 6

patc 8014 8015 8016 8017 6 6

patc 8015 8036 8013 8016 5 6
cset all
cplo

!extrusion
csys 2
ctable 18 FLUID 10 0 1 1 0 AIR5
ctyp 18
vcex 1 1000 cset 3641 3766 local 0.0 9 0.0

!delete shell type cells
cset news shel
cplo
cdel cset

vmer all,,1.0e-8
c

cset none

view 0 -1 0$angl 0$dist 0.013
cent 0.012 0.003 -0.008

! Flip second set of cells to RHS

cset news cran 3441 3540
cset add cran 3727 3792
cflip cset,,righ

! Plot
cset all
plty ehid
cplot

vwrite,,0,all,code,

! choose the boundary conditions
! 1. Cyclic symmetry - identify the two faces in
! the axial-radial plane. one face in set 1 and the other in set2.
! execute the selection step by step

view,-0.0152226,-1,0.379313$angl,5.08036$axis,y$dist,0.0846782
cent,0.0279737,-0.0100088,0.0477568$pltb,on$replot$pltb,off

rdef,1,cyclic,standard
2,all,regular,inte
rdef,2,cyclic,standard
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

2,all,regular,inte

temp on
pmat,1,fluid
initialize stan 0 0 0 2 0 83046 keps 0 0
dens ideal
turb,ke,0.016
time,tran
wdat,rest,10

! define the boundary conditions for the intake flow
! 3. wall boundaries - identify the faces at the top of the chamber

local,15,cyli,0,0,0,4.5,0,0
csys 15
rinlet,mass_flow,mix1
rdef,3,inlet,standard
79,47,-53,15,0,0.02582,0.1,293,1.205,n
csys 2

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

Annexe C: Commandes Prostar - Mobilité du maillage

- Event file:

```
!Axi-symmetrical model with omega bowl shape  
!chamber3 model
```

```
time,tran  
mvgr on event  
evfi init
```

```
*set rpm 4000
```

```
evpa piston rpm 0.043 0.155 0.086 expa 0.086  
evpa degre rpm 0
```

```
*define noexec  
evst i time ib  
eddir local 2 3  
vset news vran v1 v2  
cset news vset all  
cset subs flui  
edcell add cran cset  
evsa i  
*end  
*set i 1 1  
*set ib -100 1  
*set v1 1 88  
*set v2 176 88  
*loop 1 78
```

```
*define noexec  
evst i degree ia  
vset news vran va1 va2  
cset news vset all  
cset subs flui  
eacell add cran cset  
evsa i  
*end  
*set i 80 1  
*set ia 0 2.278481  
*set va1 6953 -88  
*set va2 7128 -88  
*loop 1 78
```

```
*define noexec  
evst i degree id  
eddir local 2 3  
vset news vran v1 v2
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```
cset news vset all
cset subs flui
edcell add cran cset
evsa i
*end
*set i 160 1
*set id 180 2.278481
*set v1 1 88
*set v2 176 88
*loop 1 78

*define noexec
evst i degree ie
vset news vran ve1 ve2
cset news vset all
cset subs flui
eacell add cran cset
evsa i
*end
*set i 240 1
*set ie 360 2.278481
*set ve1 6953 -88
*set ve2 7128 -88
*loop 1 78

! time 0 event, activate change grid commands
getf 13
movegrid_name
evst 400 time 0
egri read 13
evsa 400

! transient stuff
trfile,initialize,26,10
algo,piso,node,50,0.25,0.8

! step 1: 180-397 degrees
lstep,1,651,cons,60 / rpm / 1080,N,0,3
cpost, Y,Y,Y,Y,Y,Y,Y,Y,N,Y
powall Y N Y
lssave,1

! step 2: 397-570 degrees
lstep,2,519,cons,60 / rpm / 1080,N,0,3
cpost, Y,Y,Y,Y,Y,Y,Y,Y,N,Y
powall Y N Y
rdef 3 wall
nosl
0 0 0
adia
lssave,2

! Only use this command for mesh preview
! rconstant, 4, 1.
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```
! commands to create the subroutine under ufile dir.  
!prfi,3422,3426,1,user,n  
!system  
!ufiles  
!usub,save $!POSDAT
```

```
geom 8 1.0  
pres 1e5 3792  
moni 3792  
prch,off,off,off  
iter 9999  
lsra 1 2  
prob 10
```

- movgrid_name file:

```
getf 31 code  
movegrid_command  
rewi 31  
ifil 31  
close 31
```

- movgrid_command file:

```
!Axi-symmetrical model with omega bowl shape  
!inlet16 model
```

```
getf 28 post  
omega28  
evfi conn
```

```
! The next lines (below) are necessary in order for Star to  
! know which cells are active and non-active
```

```
EVFLAG PREP OFF GRID UPARM NEWXYZ  
EVLOAD UPTO EVENT EVEX
```

```
! put all the vertices in a known position
```

```
getf 15  
vert_time0  
vrea 15 0
```

```
! count the number of layers we have in the piston
```

```
cset news active  
cset subs type 10  
*get nlay ncset  
*set nlay nlay / 43
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```
*set dist 0.08674
*set dist dist - ypst
*set spac dist / nlay
vset news vran 7041 7128
csys 2
vgen 80 -88 vset,,0,0,0 - spac
cset news deact
vset news cset
vmod vset f f ypst + spac
vset news vran 43 88
vmod vset f f ypst
```

! bowl

```
cset news type 12 18 6
vset news cset
vgen 2 0 vset,,0,0,ypst
```

- Postdata subroutine:

```
C*****
SUBROUTINE POSDAT(KEY,VOL,U,V,W,TE,ED,T,P,VIST,DEN,CP,VISM,CON,
* F,ICLMAP,ICTID,RESOR,VF,FORCB,IRN,PREFM,LEVEL)
C Post-process data
C*****
C-----
C STAR RELEASE 3.050 *
C-----
INCLUDE 'comdb.inc'

COMMON/USR001/INTFLG(100)

DIMENSION KEY(-NBMAXU:NCTMXU),VOL(NCTMXU),U(3,-NBMAXU:NCMAXU),
* V(3,-NBMAXU:NCMAXU),W(3,-NBMAXU:NCMAXU),
* TE(-NBMAXU:NCMAXU),ED(-NBMAXU:NCMAXU),T(-NBMAXU:NCTMXU,1+NSCU),
* P(-NBMAXU:NCMAXU),VIST(-NBMAXU:NCMAXU),DEN(-NBMAXU:NCTMXU),
* CP(-NBMAXU:NCTMXU),VISM(-NBMAXU:NCMAXU),CON(-NBMAXU:NCMAXU),
* F(3,-NBMAXU:NCMAXU),ICLMAP(NCTMXU),ICTID(NCTMXU),
* RESOR(59,-100:100),VF(NCDMXU),
* FORCB(3,NWLMX),IRN(NWLMX)
DOUBLE PRECISION P
DIMENSION PREFM(100)
INCLUDE 'usrdat.inc'
C-----
C This subroutine is called at the end of each iteration/time step
C and enables the user TO OUTPUT DATA.
C Note: File numbers available to the users are from 81 onwards.
C NOTE 2: LEVEL = 1 BEGINING OF ITERATION/TIME STEP
C LEVEL = 2 END OF ITERATION/TIME STEP
C-----
C
C coding: To write values of U-velocity component,
C pressure and temperature at 5 specified points
C to a file at each time step (for plotting).
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```

CC-----
  DIMENSION MONI(5)
  DATA MONI/3422,3423,3424,3425,3426/
CC
CC---- (A) -----
  IF(INTFLG(1).EQ.0) THEN
CC  FIRST ITERATION, SO OPEN FILES
  OPEN(81,FILE='MonitU',FORM='FORMATTED', STATUS='UNKNOWN')
  OPEN(82,FILE='MonitV',FORM='FORMATTED', STATUS='UNKNOWN')
  OPEN(83,FILE='MonitW',FORM='FORMATTED', STATUS='UNKNOWN')
  OPEN(84,FILE='MonitP',FORM='FORMATTED', STATUS='UNKNOWN')
  OPEN(85,FILE='MoniT',FORM='FORMATTED', STATUS='UNKNOWN')
  INTFLG(1)=1
CC  ELSE FILES ALREADY OPEN
  ENDIF
  WRITE(81,800) ITER,(U(1,MONI(I)),I=1,5)
  WRITE(82,800) ITER,(V(1,MONI(I)),I=1,5)
  WRITE(83,800) ITER,(W(1,MONI(I)),I=1,5)
  WRITE(84,800) ITER,(P(MONI(I)),I=1,5)
  WRITE(85,800) ITER,(T(MONI(I),1),I=1,5)
  800 FORMAT(I8,1P,5E10.3)
CC
CC---- (B) -----
C  IF(ITER.EQ.ITER+ITSTEP) THEN
C  TOTMAS=0.
C  AVRCON=0.
C  DO 200 IP=1,NCELL
C  TOTMAS=TOTMAS+DEN(IP)*VOL(IP)
C  AVRCON=AVRCON+T(IP,3)*DEN(IP)*VOL(IP)
C 200 CONTINUE
C  AVRCON=AVRCON/TOTMAS
C  WRITE(60,600) AVRCON
C 600 FORMAT(///,5X,'MASS AVERAGED CONCENTRATION OF SCALAR 2 =',
C  * 1PE10.3)
C  ENDIF
CC
C-----C

  RETURN
  END
C
•  Static plot file:
!
! This program file produces a static plot
! The command
! store iter 70
! produces the plot at time-step number 70
! To produce the display, run "prol-xm" and
! resume the model called "omega", then type:
! getf 21
! staticplt
! ifile 21

rdef 1 sympl

```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```
rdef 2 simpl  
cydel all
```

```
! To plot in csys2  
psys,2  
evfi conn  
trlo 29  
c
```

```
! iter number refers to the crank angle position  
store iter 1050  
evload upto stored  
cset subs active  
evex on
```

```
getc u w  
cset all
```

```
pltype qhidden  
poption vect  
view 0 -1 0  
angl 0  
edge,on  
vescale,1.5,prop  
clrm,reverse  
cplot
```

```
TITLE  
Omega bowl - fine model (PUMA) with intake flows  
SUBTITLE  
Crank angle position = 10° BTDC (SOI)  
Inlet boundary: u=79m/s, v=47m/s, w=-53m/s  
rplo
```

```
getv,none,sv  
cset all  
pltype ehidden  
poption cont  
edge,on  
plme,off  
cplot  
rplo
```

```
! vector plot of inlet boundary tangential velocities  
bset,add,bran,7333,7337,1  
cset,news,cran,3422,3426,1  
cplot  
cdis,on,breg  
getc,v,none,  
popt,vect  
plty,qhid  
plme,on  
vescale,3,prop  
view 0 0 1
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

```
angl 0
clrm,reverse
cplot
TITLE
Omega bowl - fine model (PUMA) with intake flows
SUBTITLE
Crank angle position = TDC (IVO)
Inlet boundary: u=79m/s,v=47m/s, w=-53m/s
rplo
```

- Static reg file:

```
! This file print registers into files for various cells & vertices data
! The following names are used:
! -regisp_u: stands for register spatial - print u velocity of cells in the bowl
!           Cell nb: 26,3482,3531,3688,3758,3786
! -regiver_dens: stands for register vertices - print the absolute density for
!               the vertices included in the inlet boundary
!           Vertex nb: 7091 7093 7095 7097
!           File 7 register velocity u
!           file 13 register density dens
```

```
psys,2
evfi conn omega.evn
trlo,,
c
```

```
! postprocessing data in files
```

```
! cells:
! print to file regisp_u the u velocity
gres $y
cset,news,clis,26,3482,3531,3688,3758,3786
gload,1,cell,cset,0,0,1
gtrans,omega.pstt,getc,2,1,1,all
u,none,
casename
regisp_u
sdata,7,9,1,1,coded
close 7.grf
```

```
! 4 vertices at the inlet boundary:
! print to file regiver_dens the density
gres $y
vset news vran 7091 7097 2
gload,1,vertex,vset,0,0,1
gtrans,,getv,2,1,1,iter,0,651
none,dens,
casename
regiver_dens
sdata,13,7,1,1,coded
close 13.grf
casename
omega
```

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

Annexe D: Résultats pour les modèles en cycle fermé.

Partie 1: Modèle Omega – Maillage fin.

Partie 2: Modèle Bloc cylindrique – Maillage fin.

Partie 3: Modèle Omega – Maillage large.

Partie 4: Modèle Bloc cylindrique – Maillage large.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

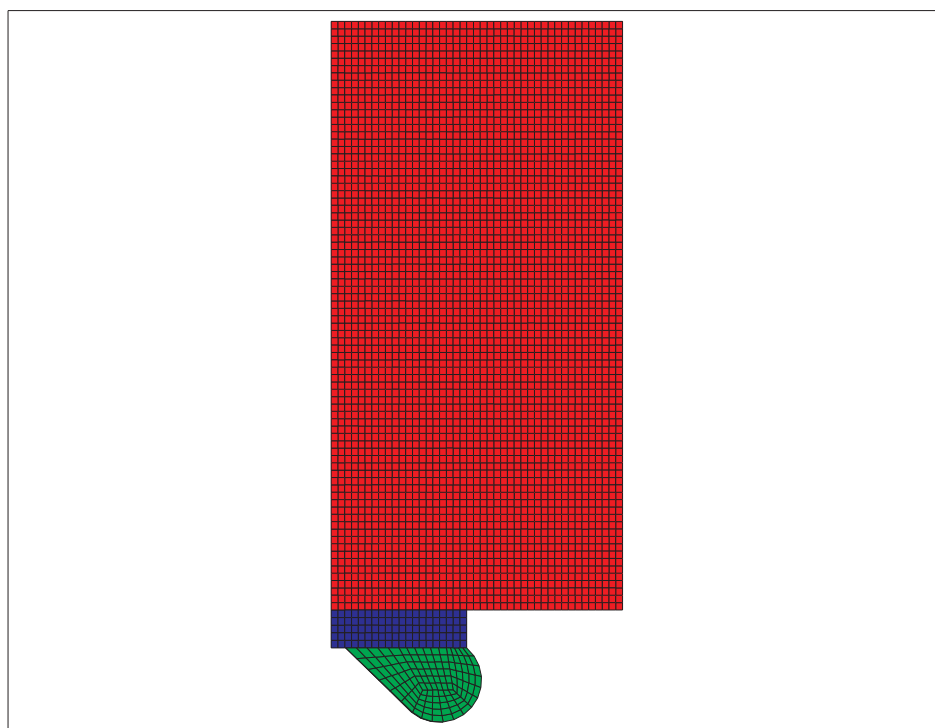


Figure 1.a: Maillage

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

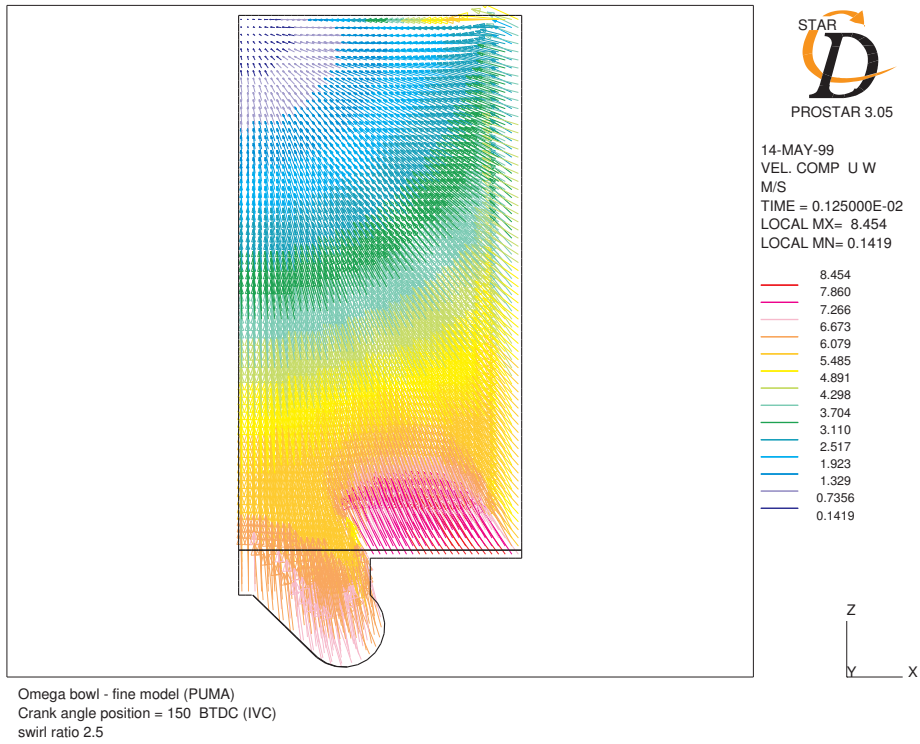


Figure 1.b: Vitesses axiales – radiales à 150° BTDC.

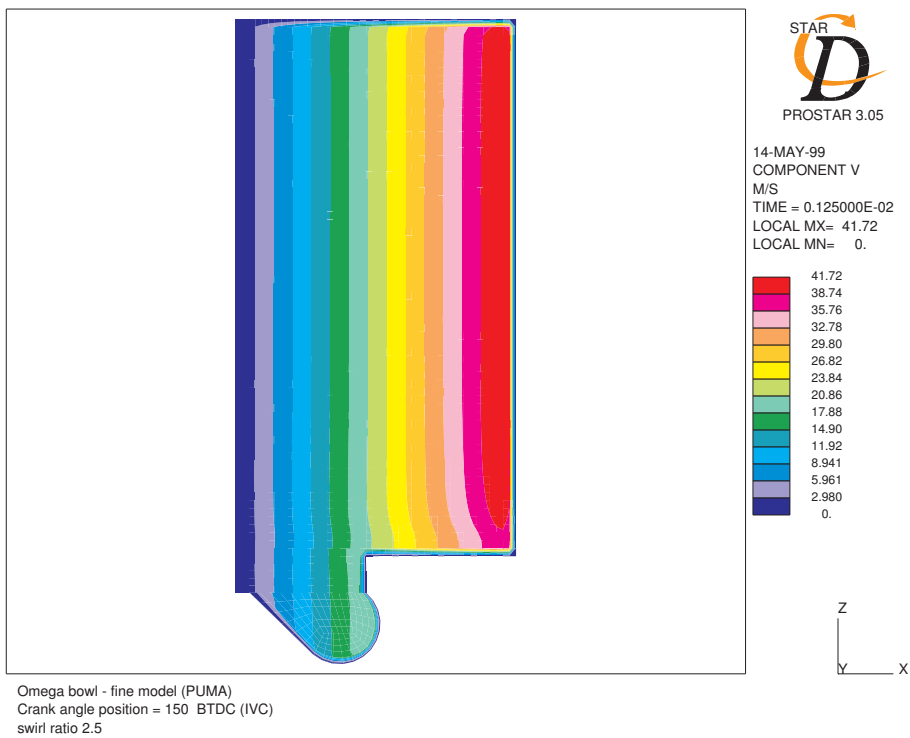


Figure 1.c: Vitesses de swirl à 150° BTDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

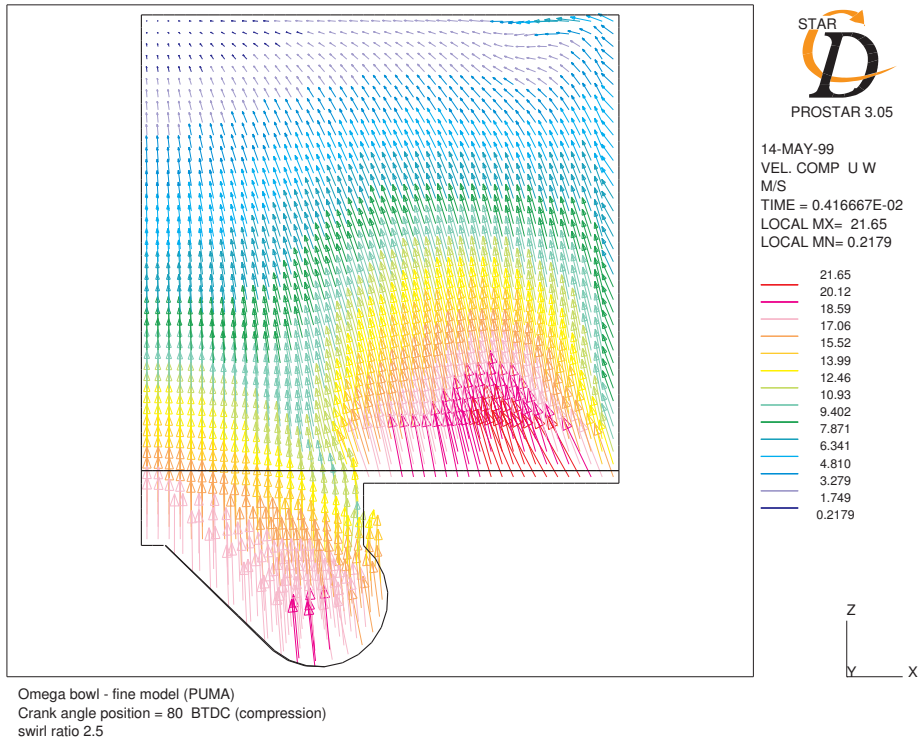


Figure 1.d: Vitesses axiales – radiales à 80° BTDC (compression).

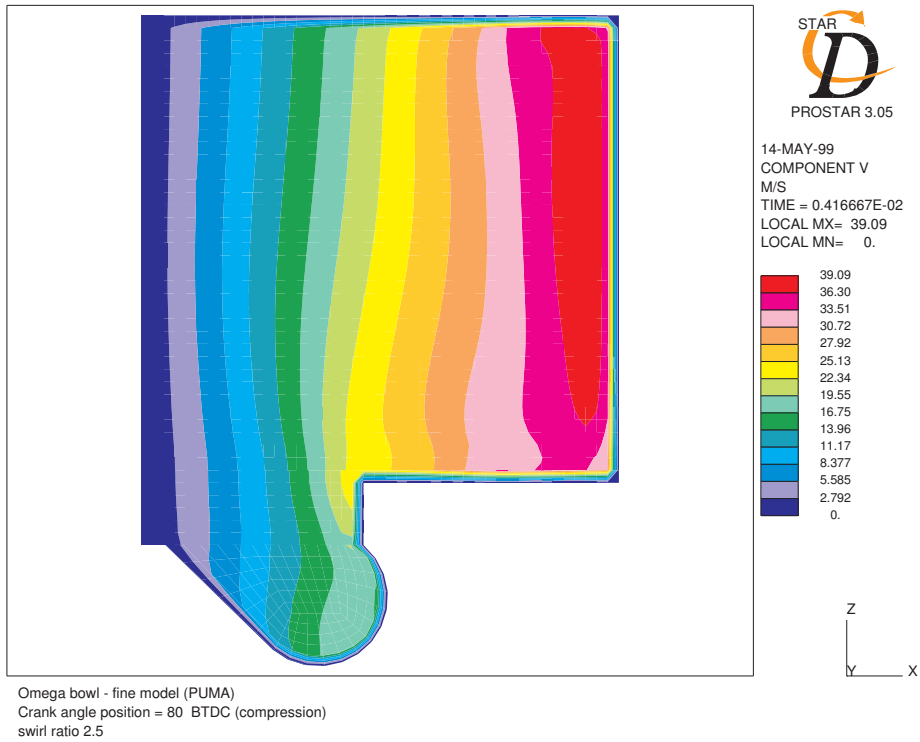


Figure 1.e: Vitesses de swirl à 80° BTDC (compression)

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

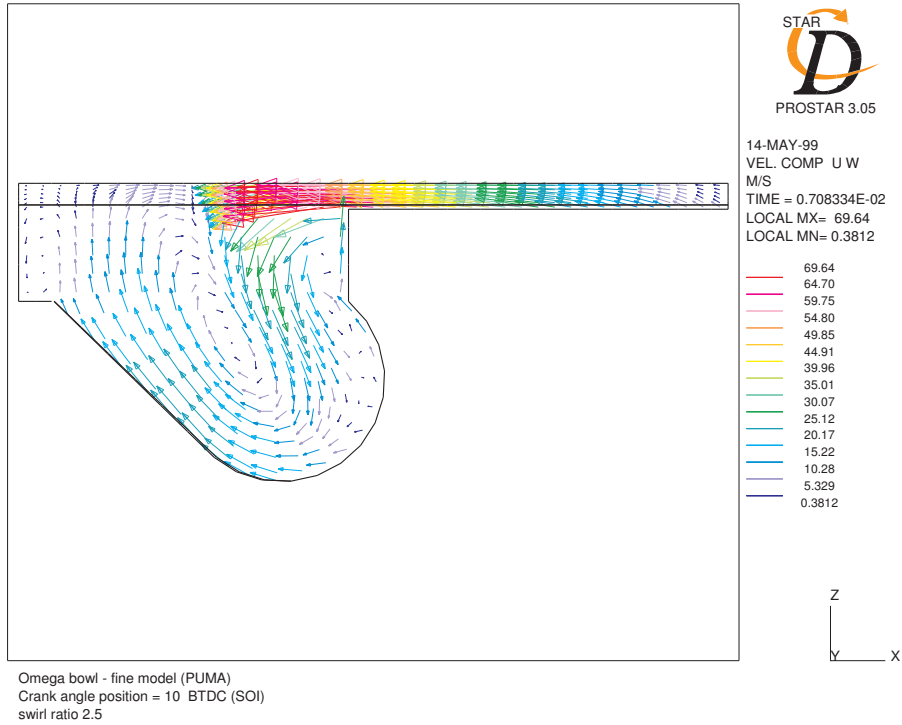


Figure 1.f: Vitesses axiales – radiales à SOI

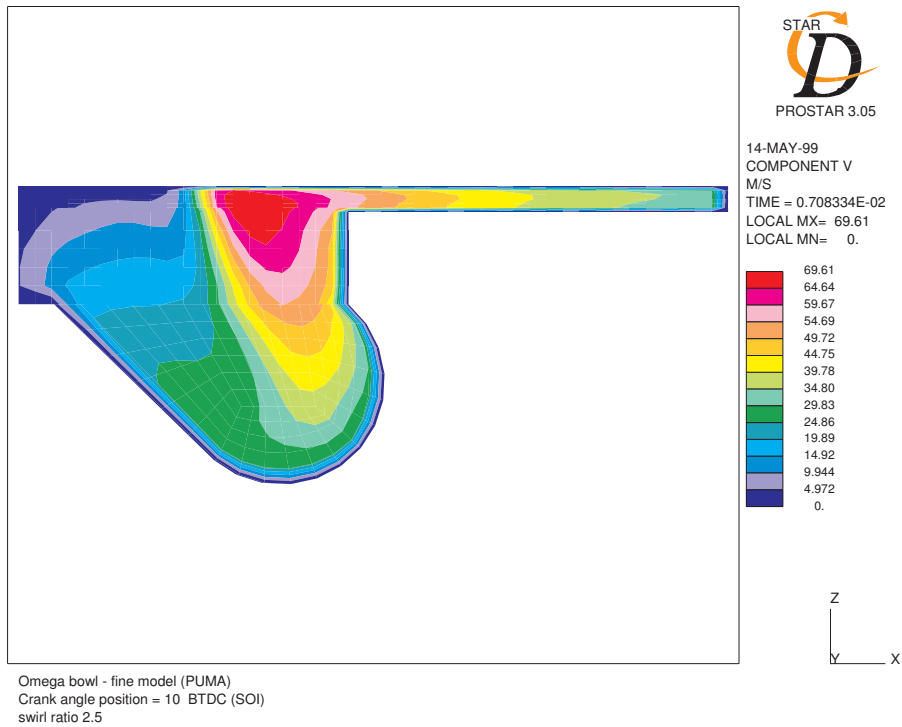


Figure 1.g: Vitesses de swirl à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

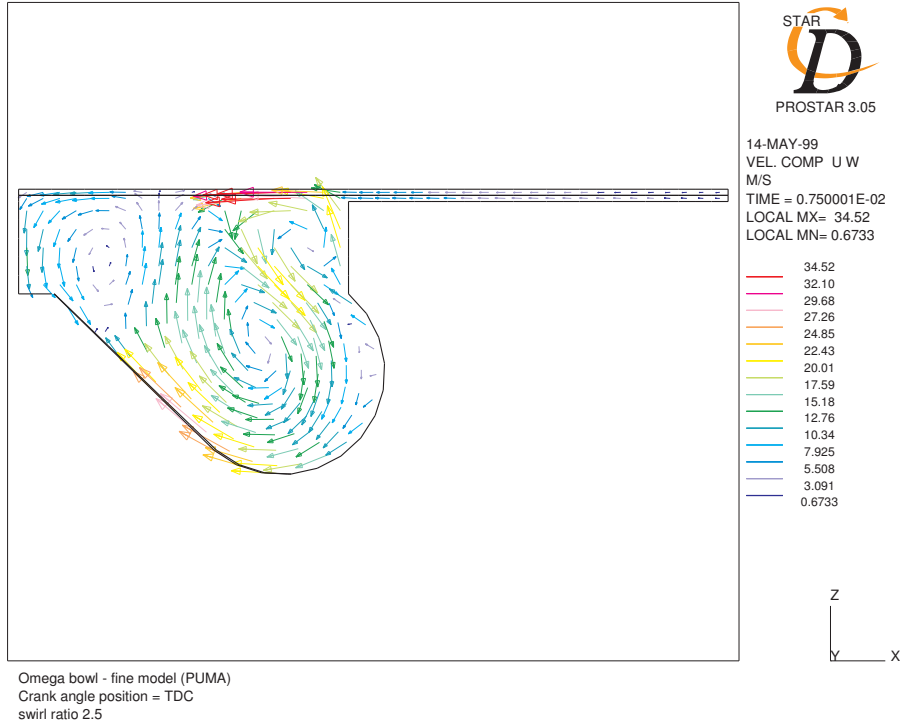


Figure 1.h: Vitesses axiales – radiales à TDC.

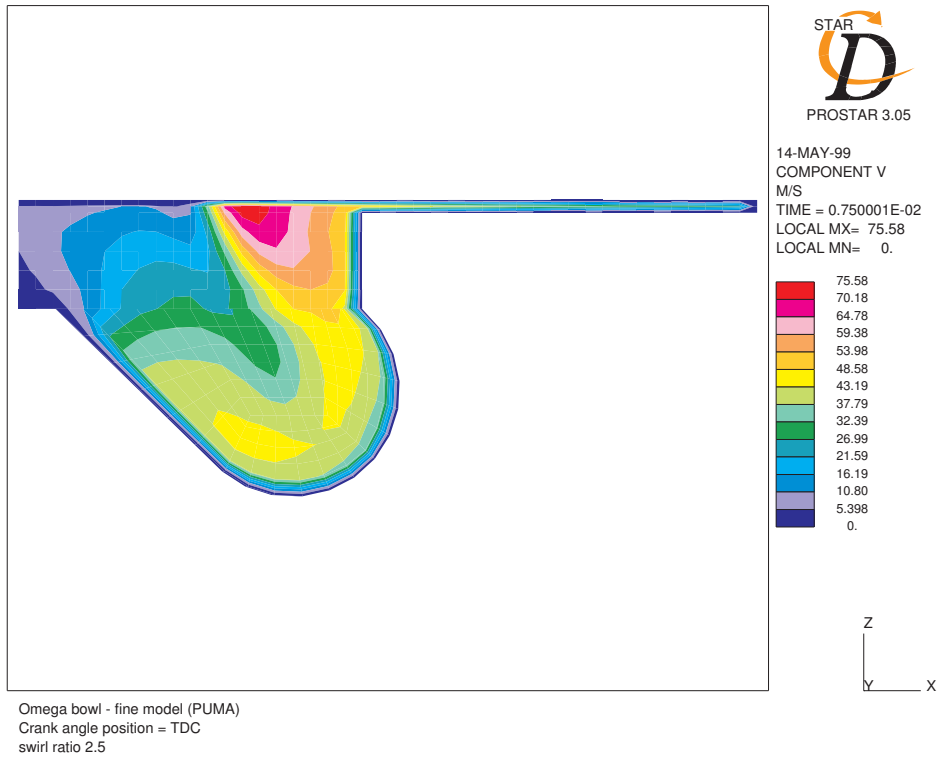


Figure 1.i: Vitesses de swirl à TDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

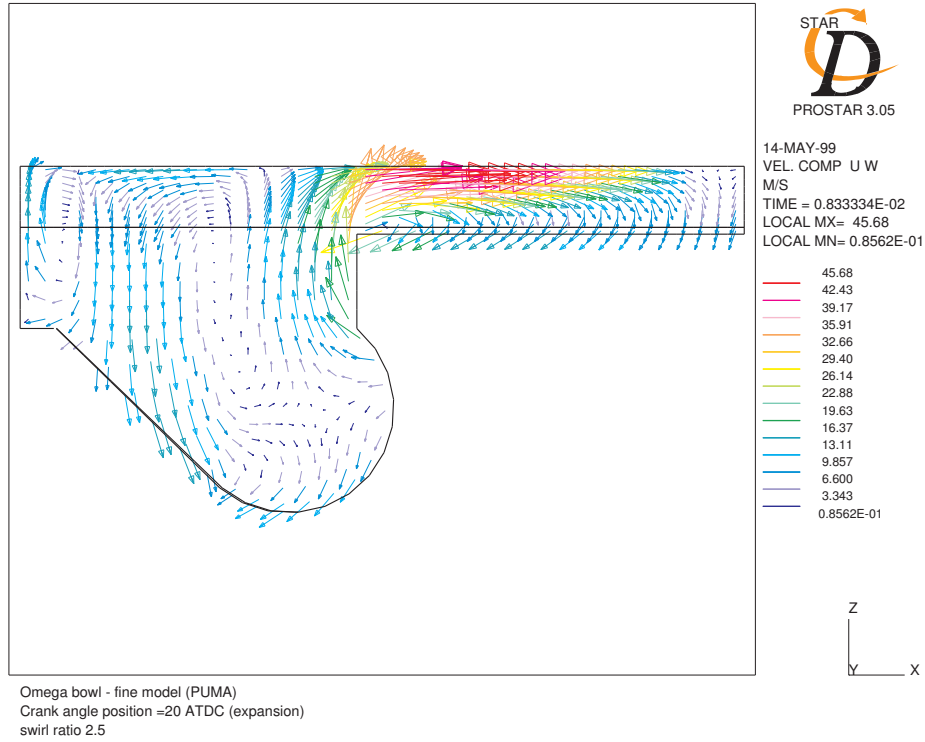


Figure 1.j: Vitesses axiales – radiales à 20° ATDC.

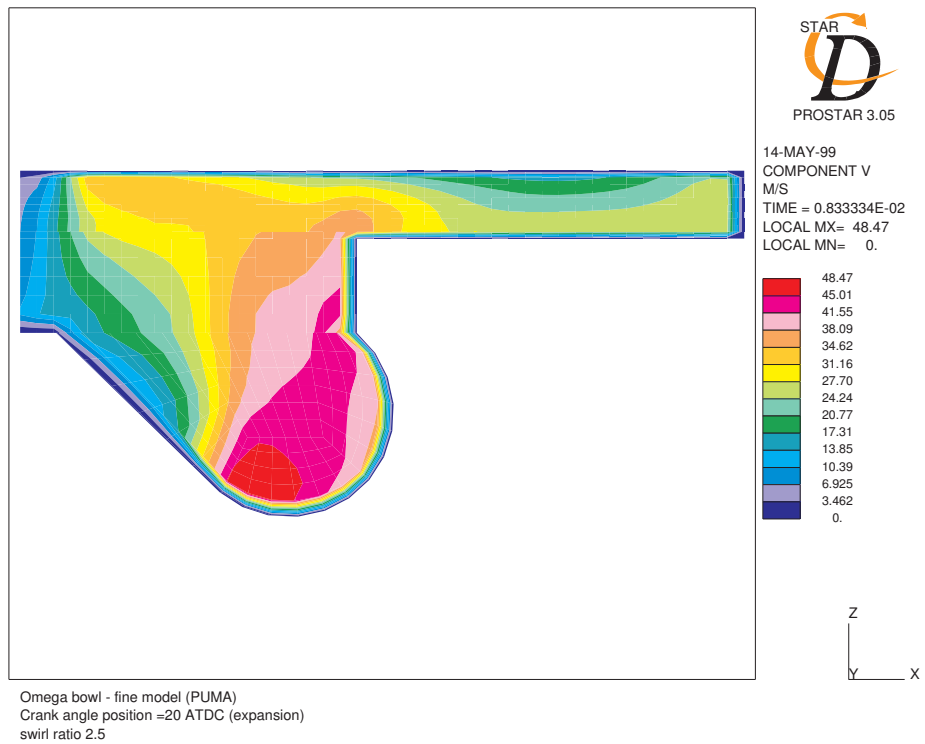


Figure 1.k: Vitesses de swirl à 20° ATDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

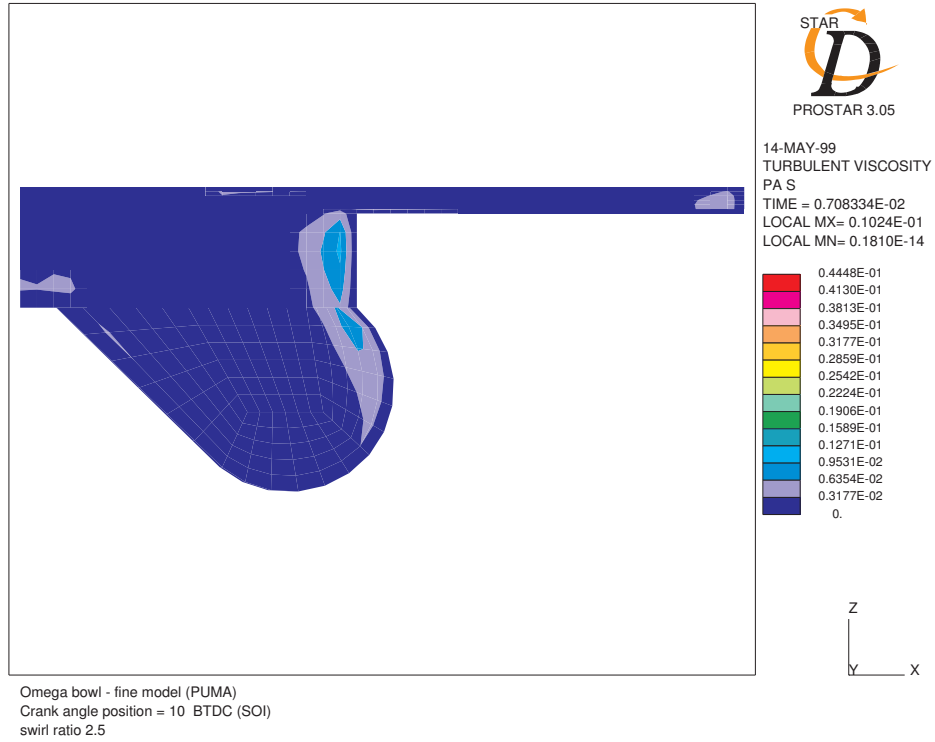


Figure 1.l: Viscosité turbulente à SOI.

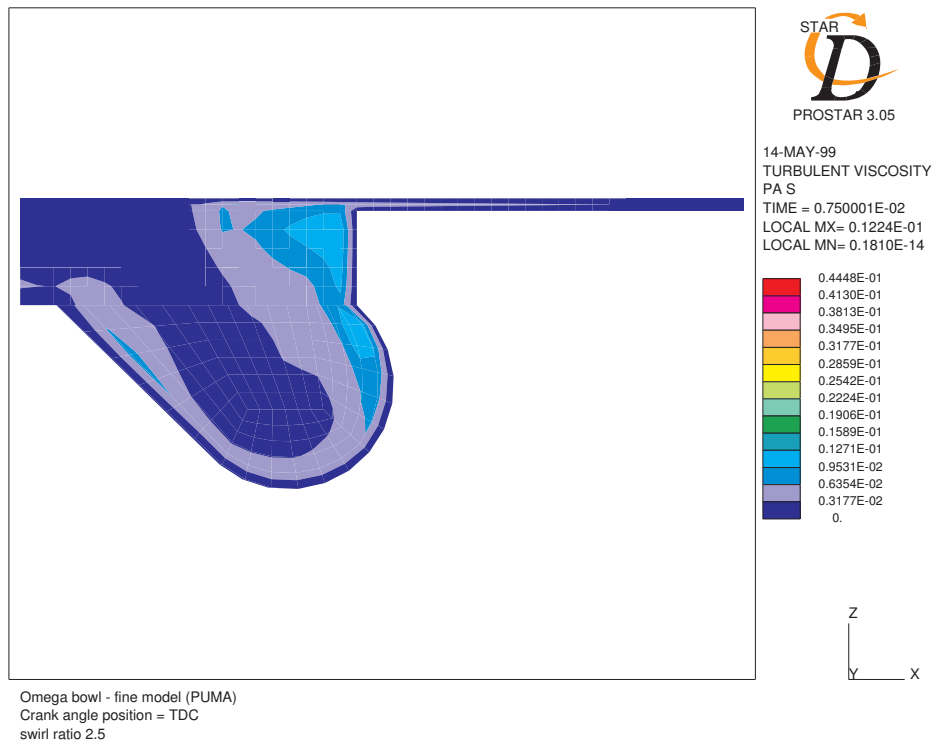


Figure 1.m: Viscosité turbulente à TDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

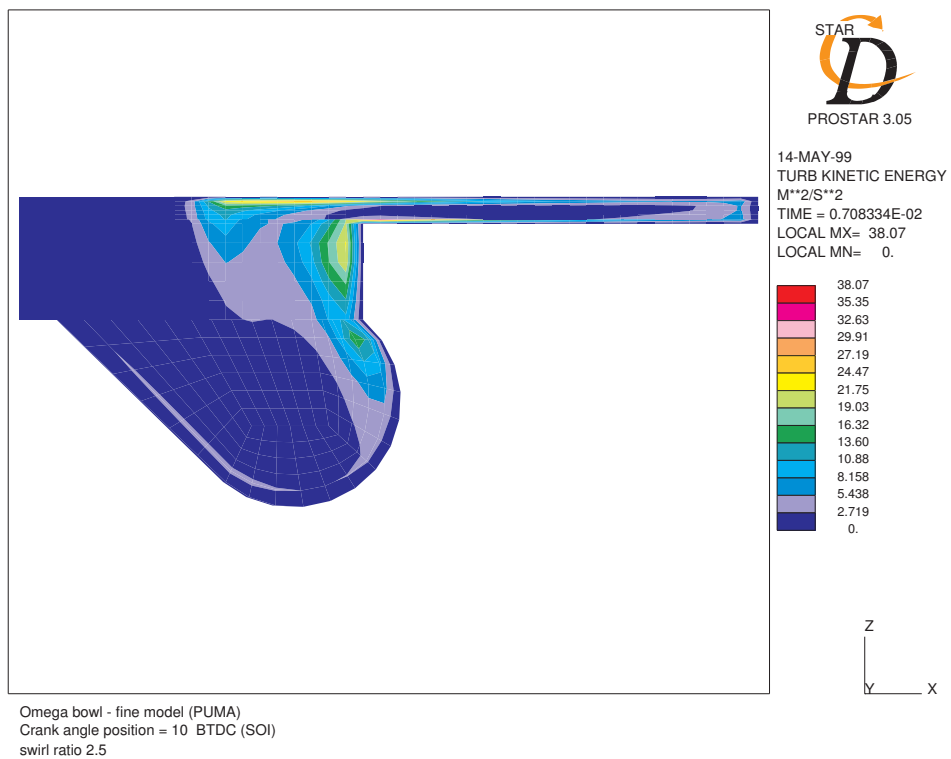


Figure 1.n: Energie cinétique de la turbulence à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

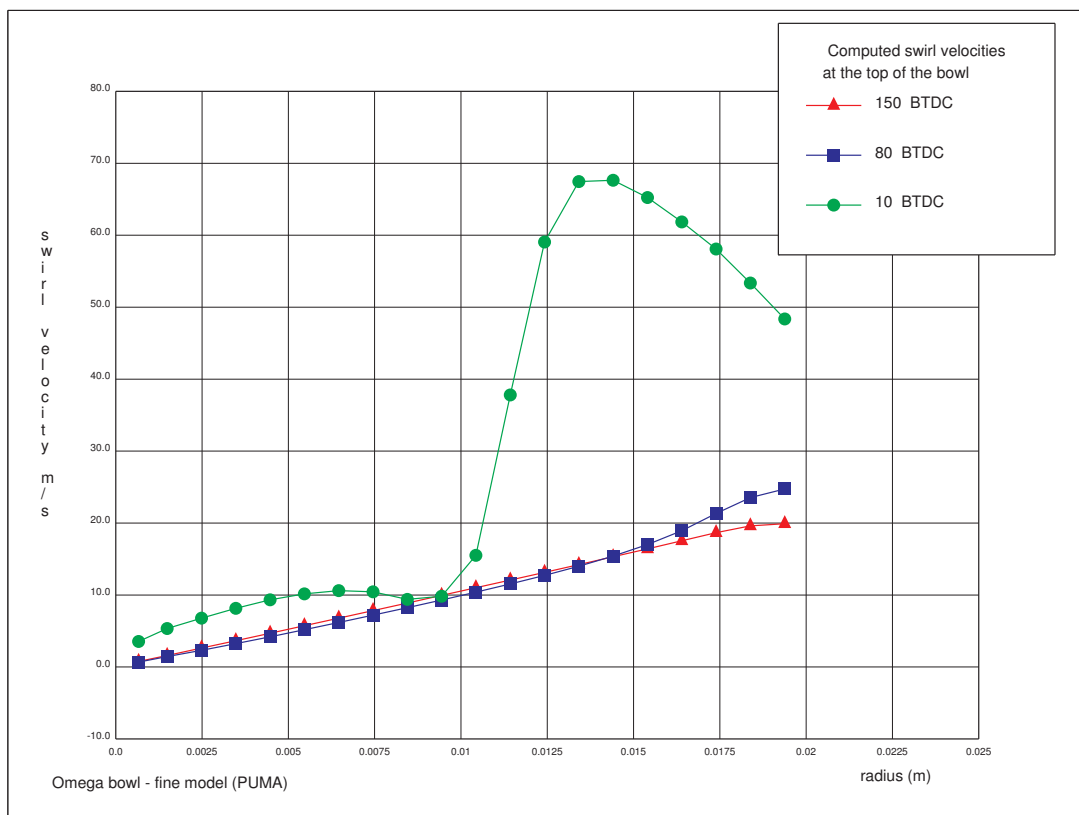


Figure 1.o: Vitesses de swirl calculées au sommet de la cuvette.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

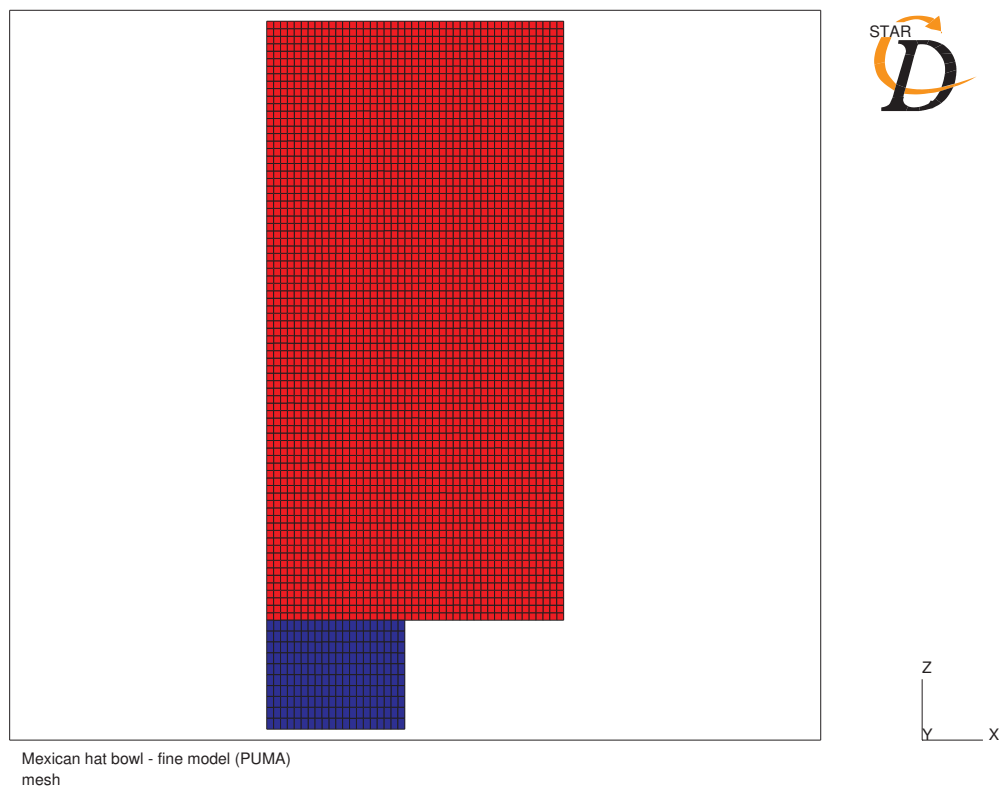


Figure 2.a: Maillage.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

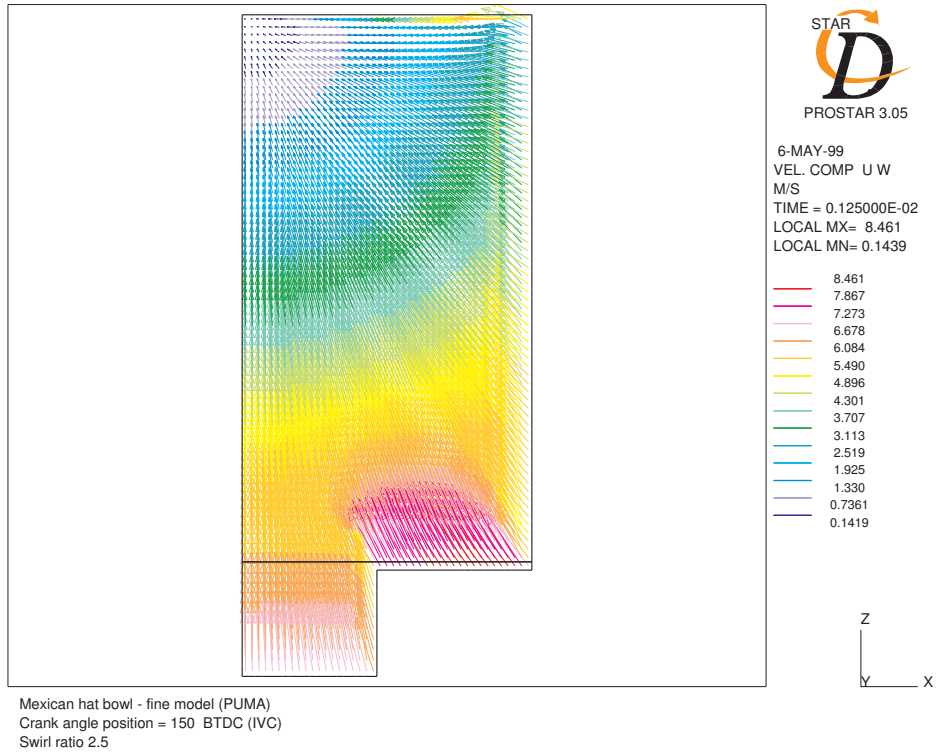


Figure 2.b: Vitesses axiales – radiales à 150° BTDC.

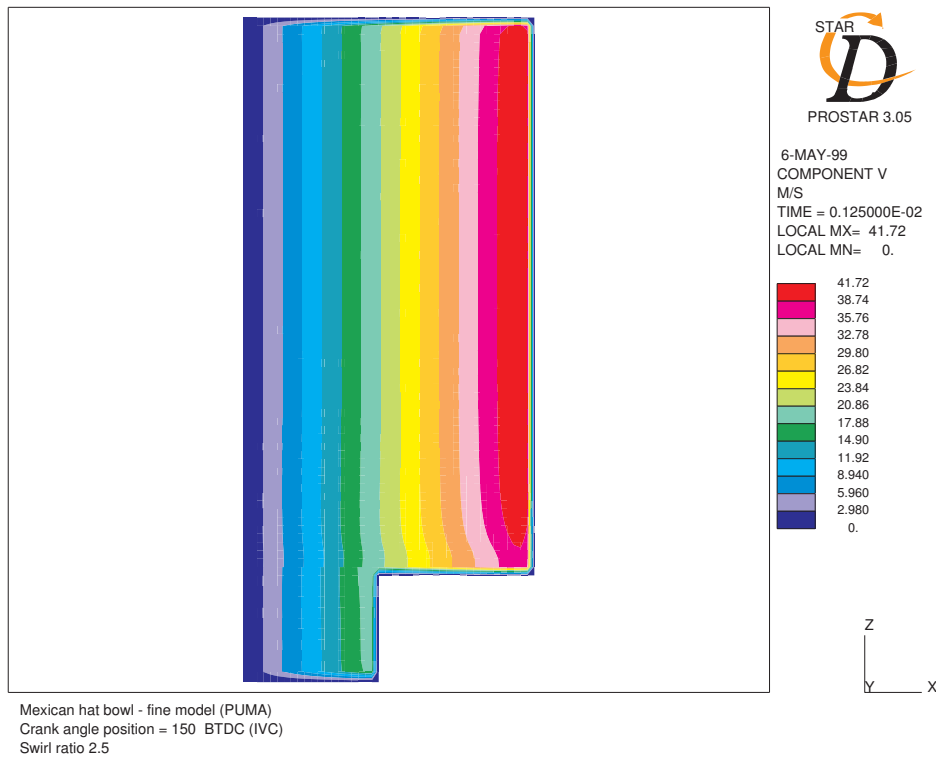


Figure 2.c: Vitesses de swirl à 150° BTDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

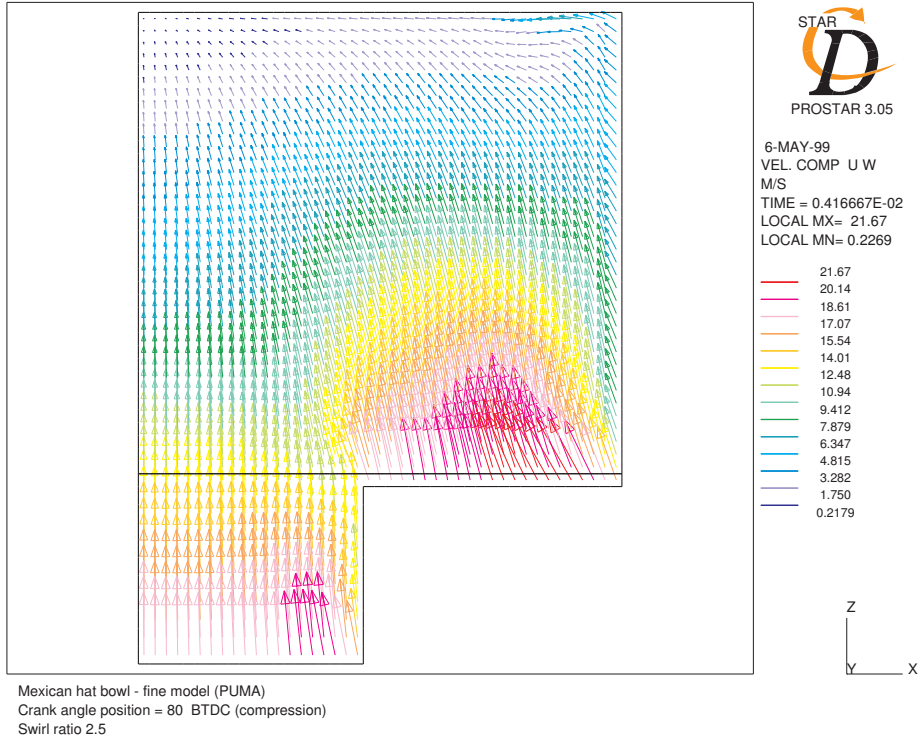


Figure 2.d: Vitesses axiales – radiales à 80° BTDC (compression).

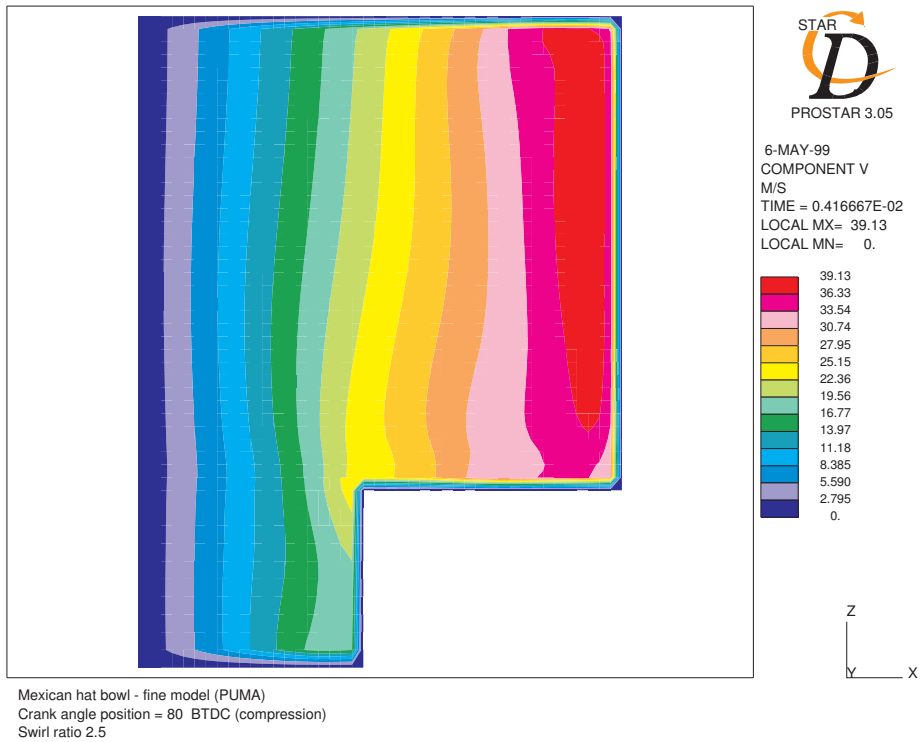


Figure 2.e: Vitesses de swirl à 80° BTDC (compression).

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

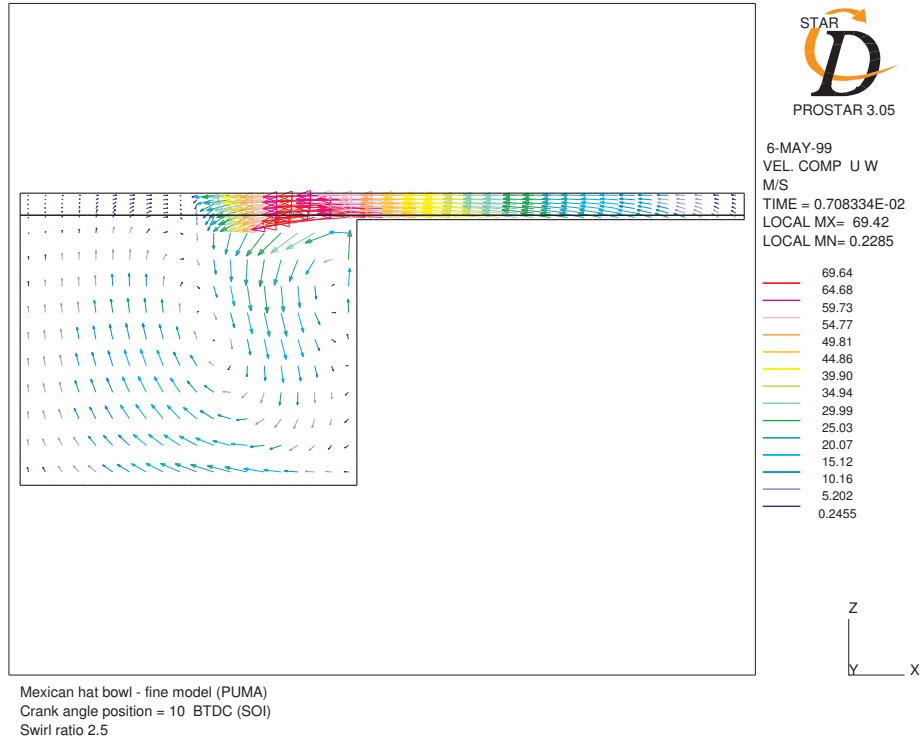


Figure 2.f: Vitesses axiales – radiales à SOI.

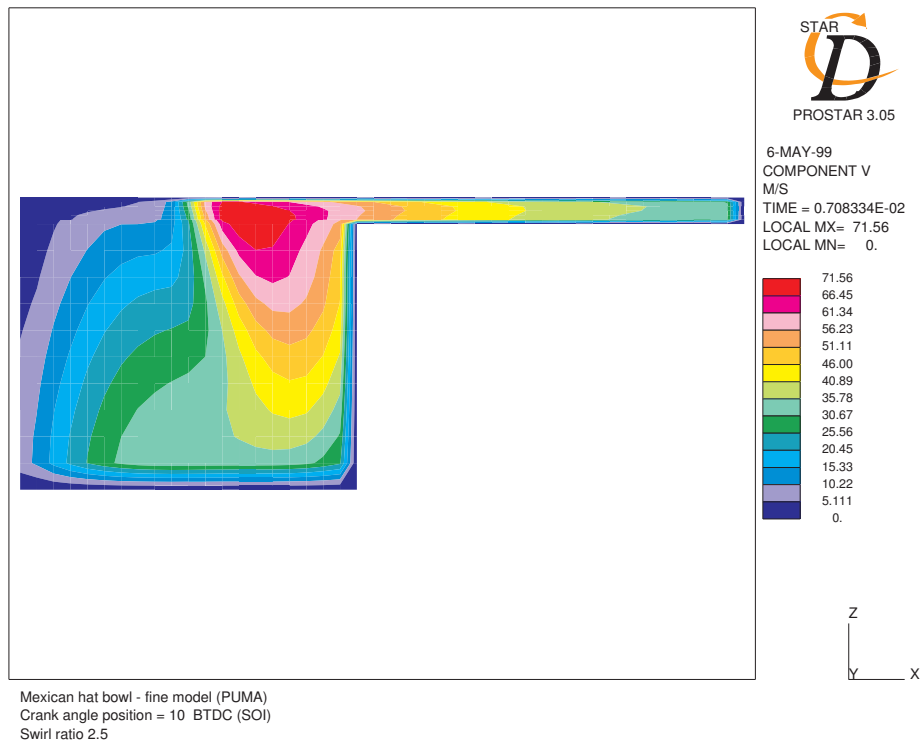


Figure 2.g: Vitesses de swirl à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

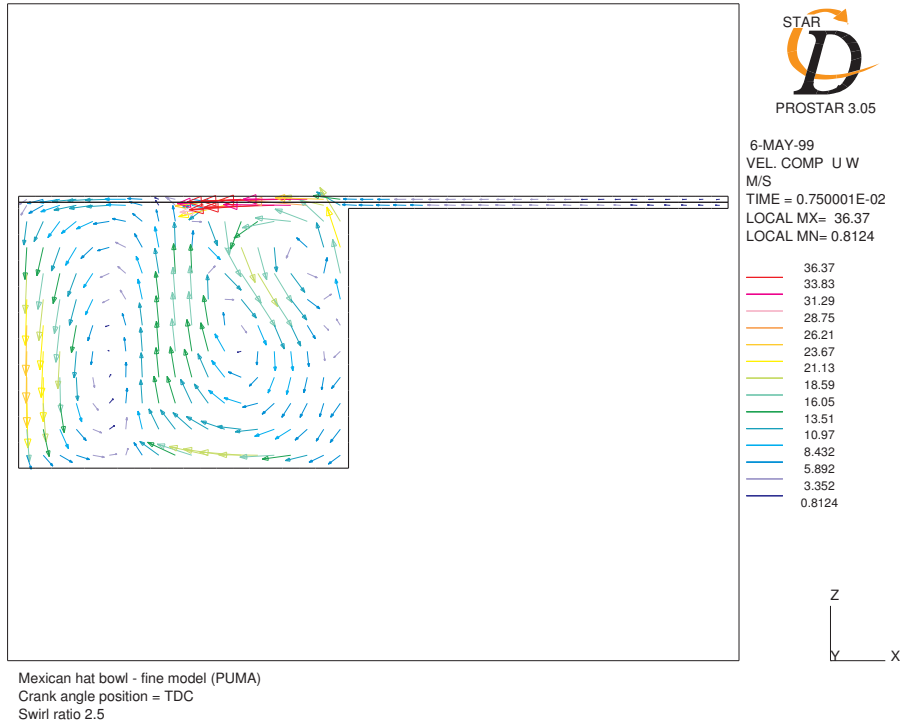


Figure 2.h: Vitesses axiales – radiales à TDC.

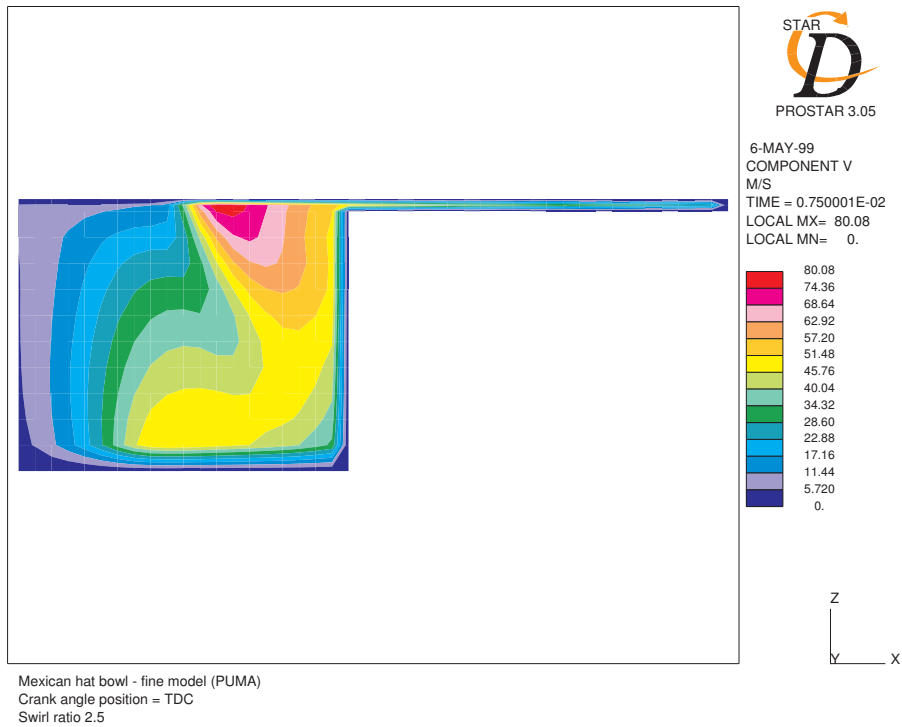


Figure 2.i: Vitesses de swirl à TDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

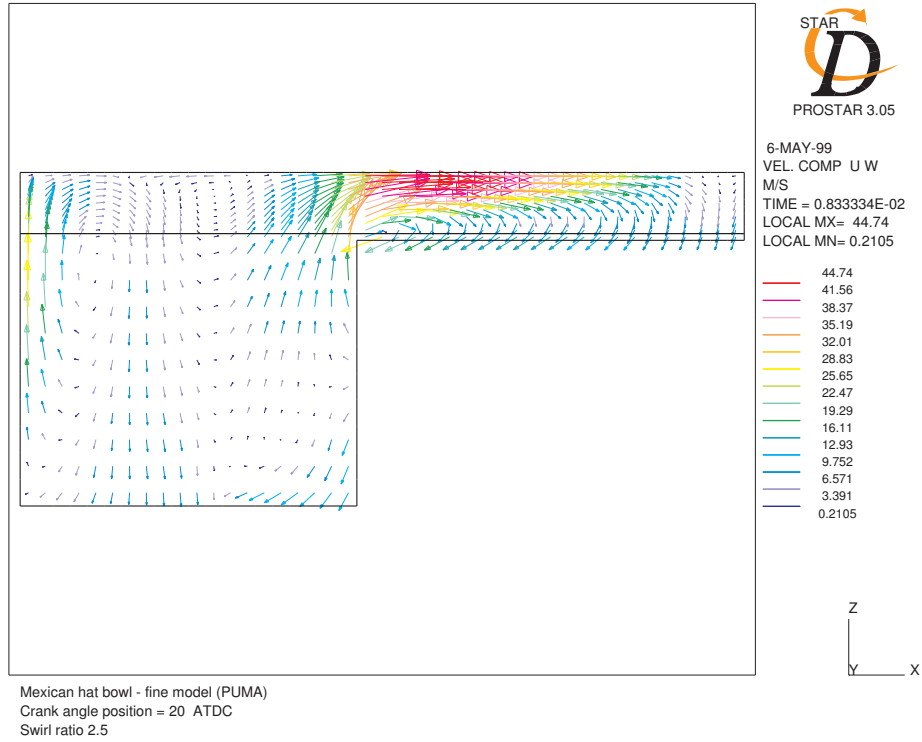


Figure 2.j: Vitesses axiales – radiales à 20° ATDC.

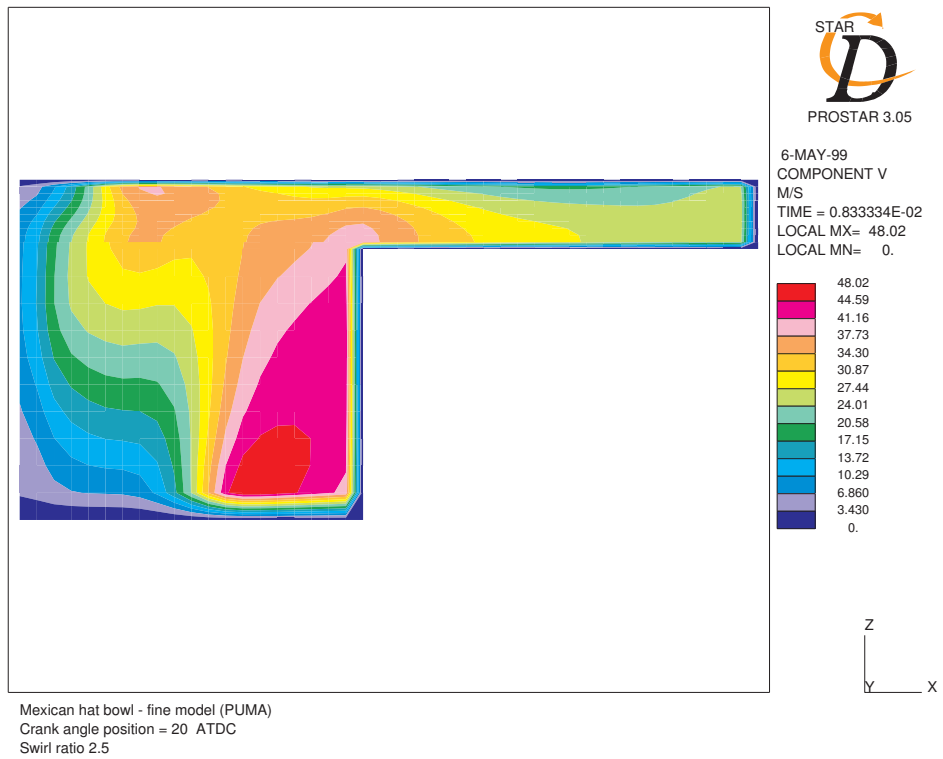


Figure 2.k: Swirl velocities at 20° ATDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

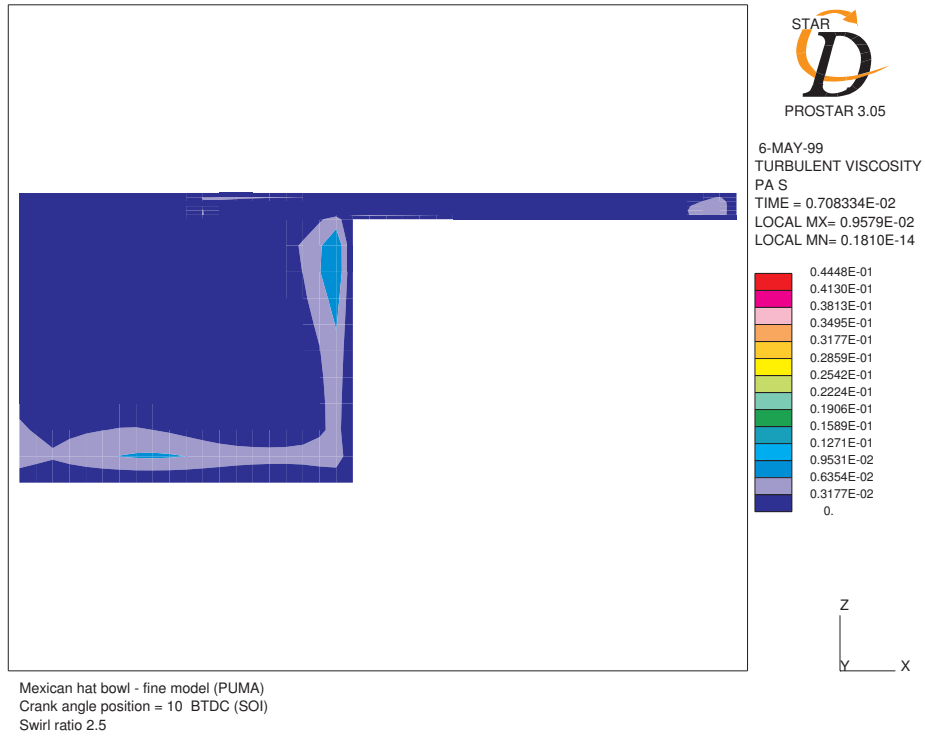


Figure 2.l: Viscosité turbulente à SOI.

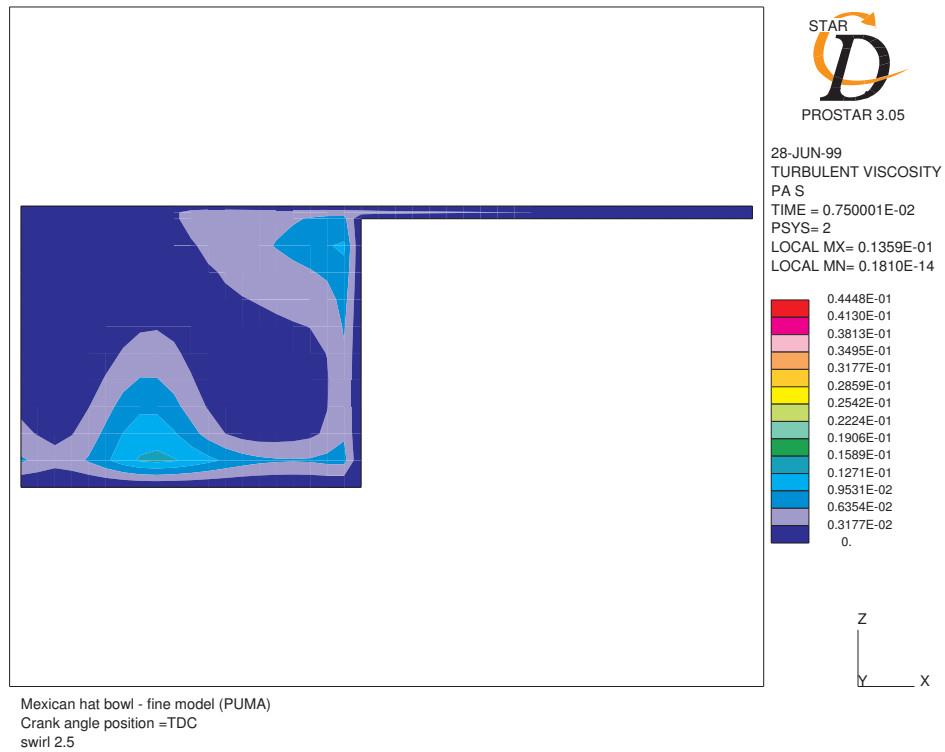


Figure 2.m: Viscosité turbulente à TDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

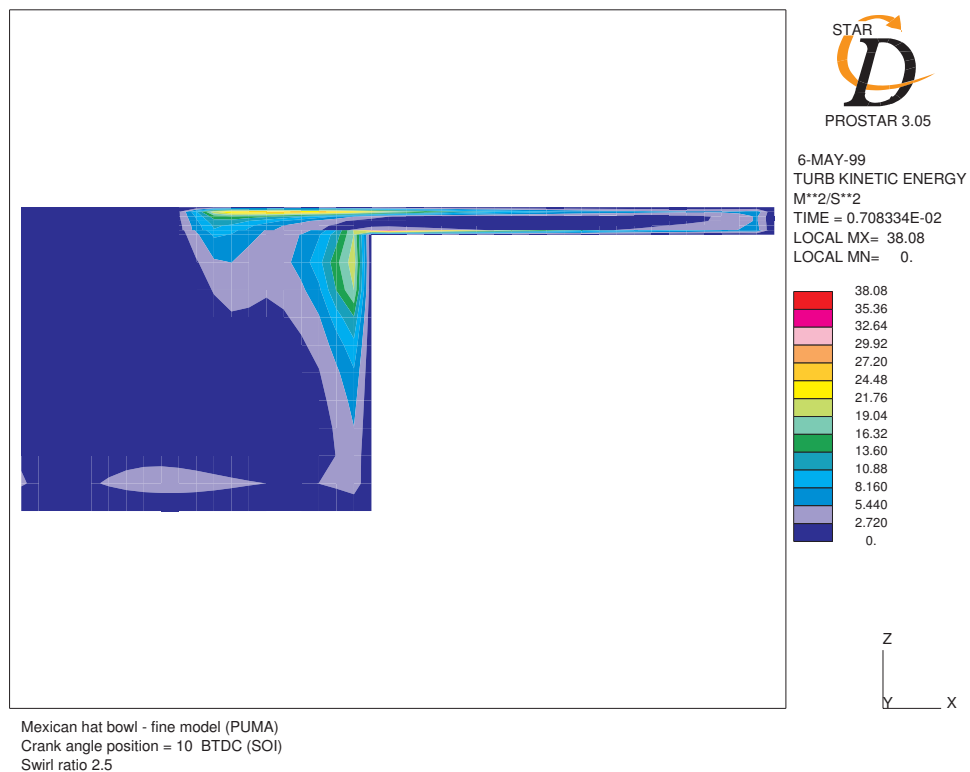


Figure 2.n: Energie cinétique de la turbulence à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

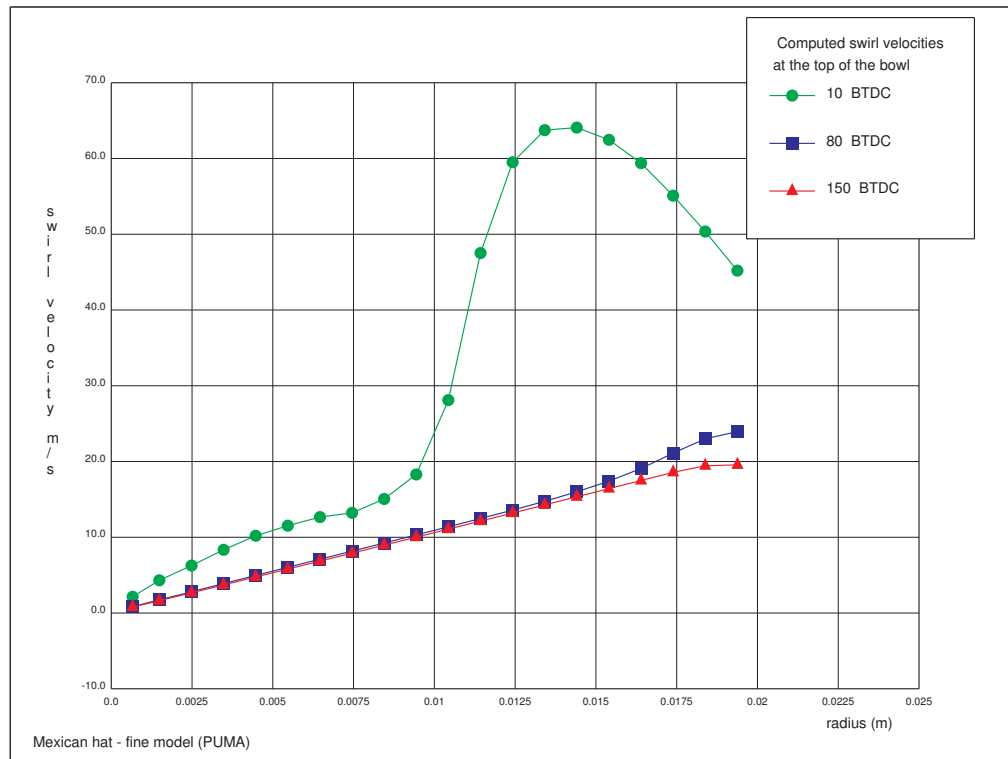


Figure 2.o: Vitesses de swirl calculées au sommet de la cuvette.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

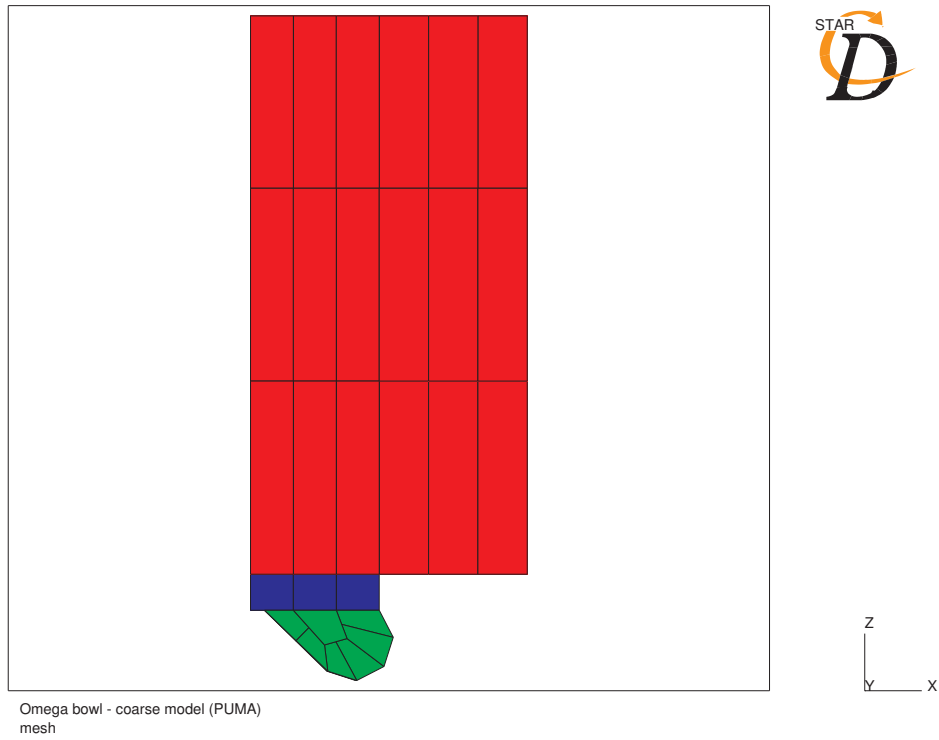


Figure 3.a: Maillage.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

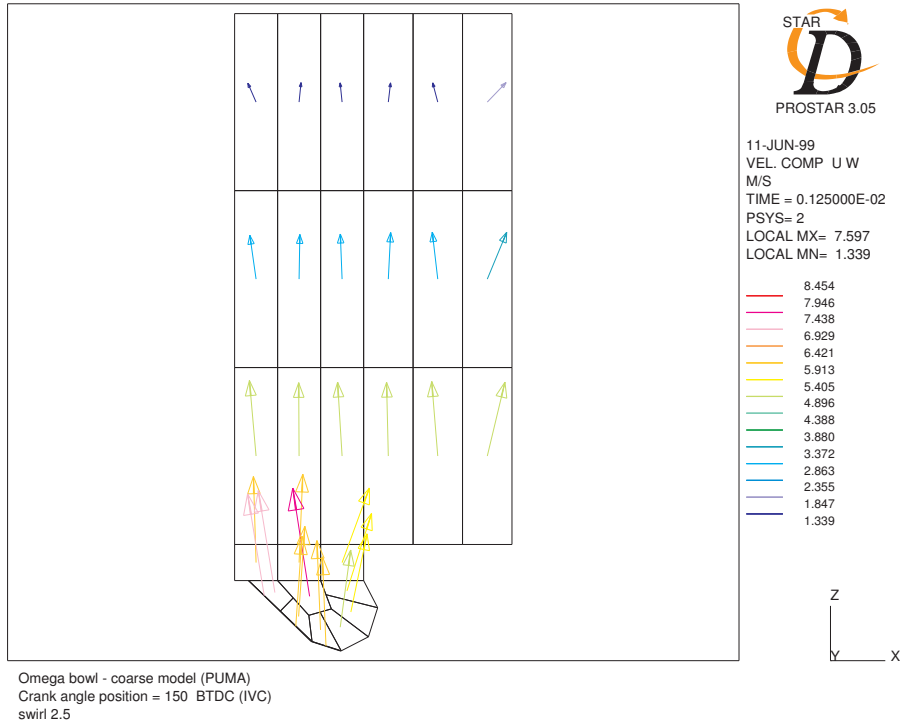


Figure 3.b: Vitesses axiales – radiales à 150° BTDC.

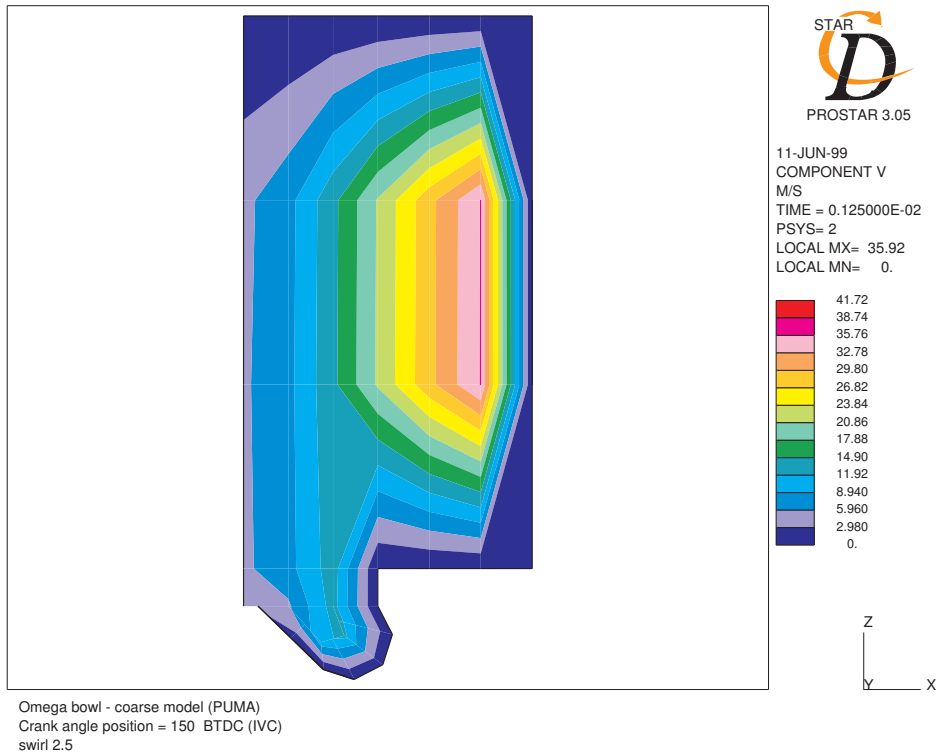


Figure 3.c: Vitesses de swirl à 150° BTDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

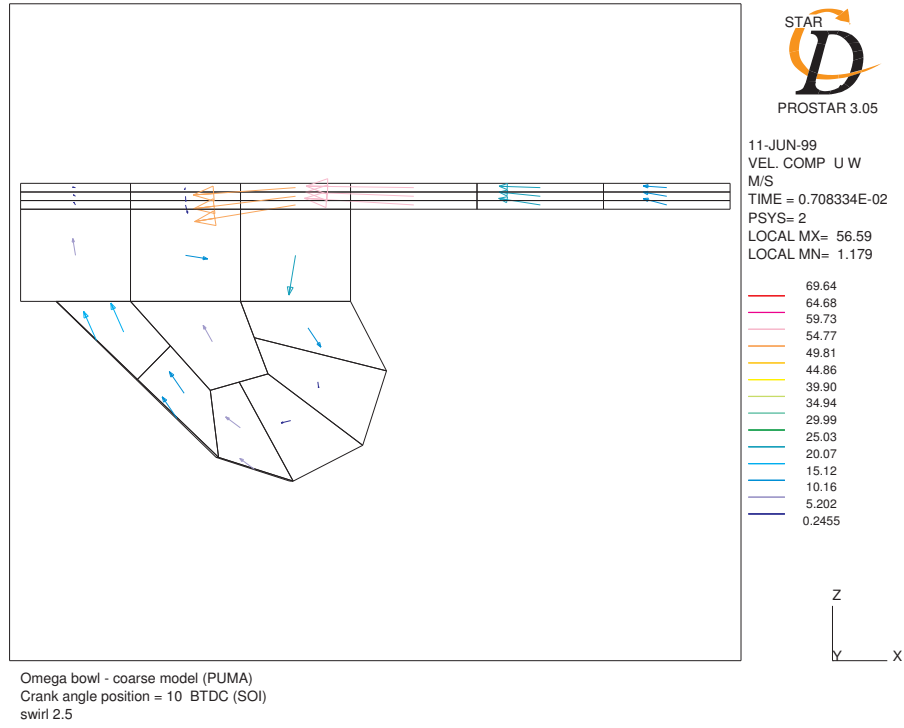


Figure 3.d: Vitesses axiales – radiales à SOI.

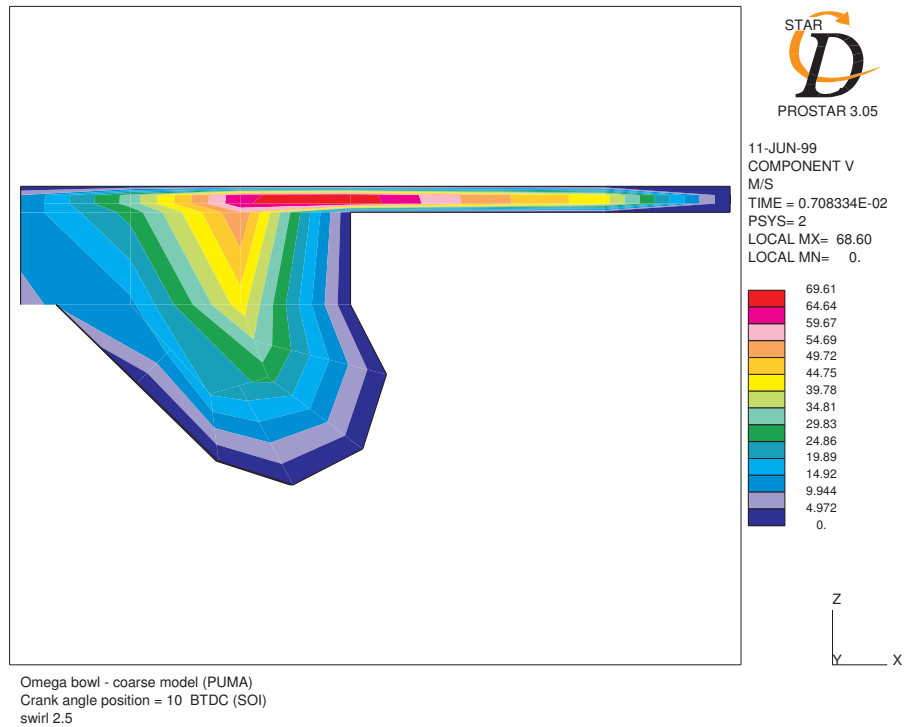


Figure 3.e: Vitesses de swirl à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

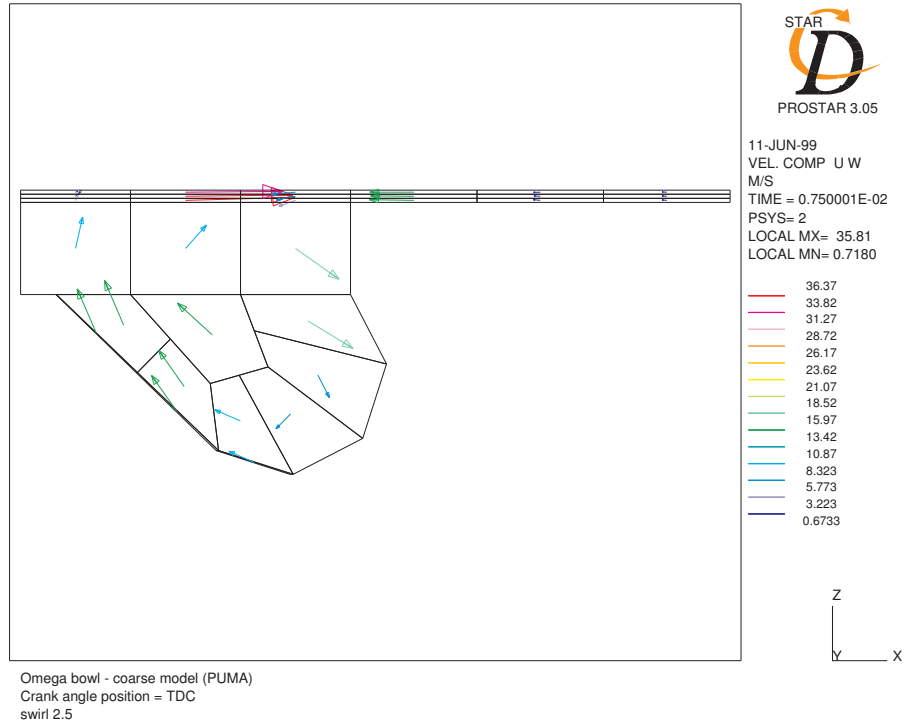


Figure 3.f: Vitesses axiales – radiales à TDC.

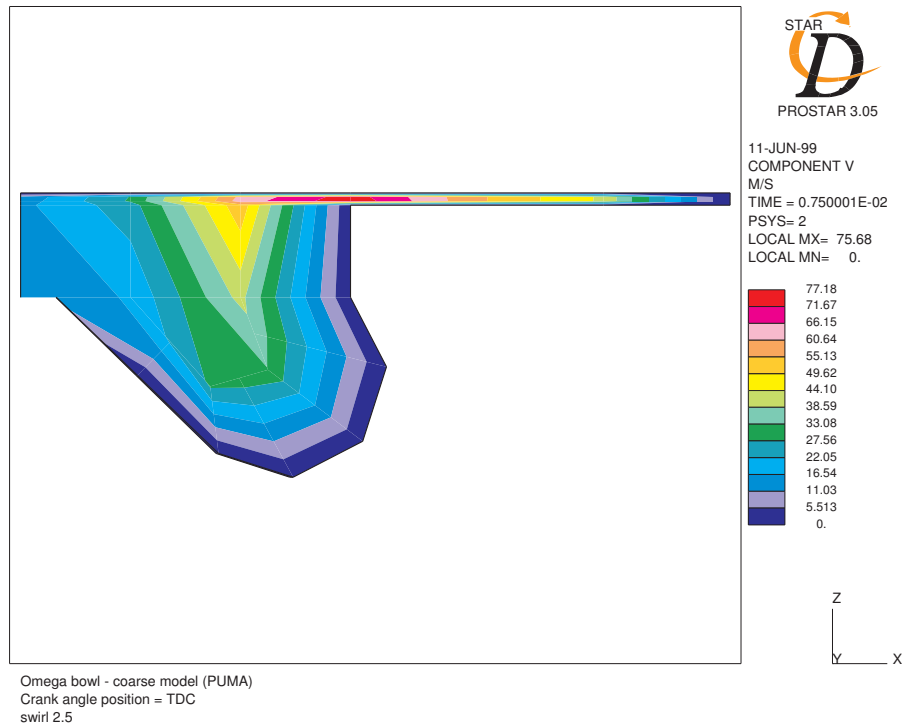


Figure 3.g: Vitesses de swirl à TDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

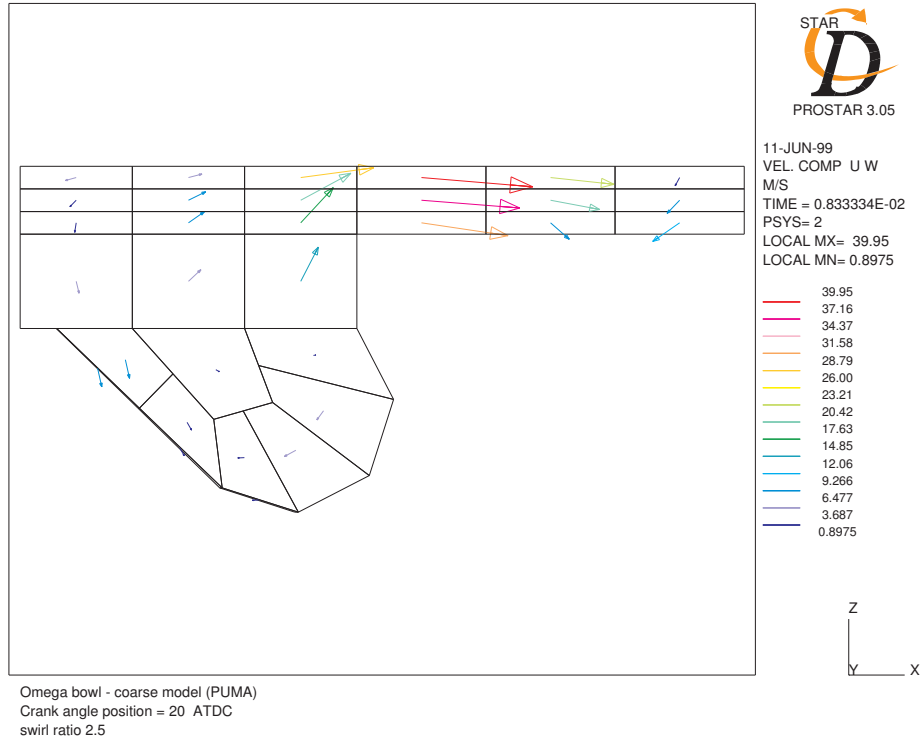


Figure 3.h: Vitesses axiales – radiales à 20° ATDC.

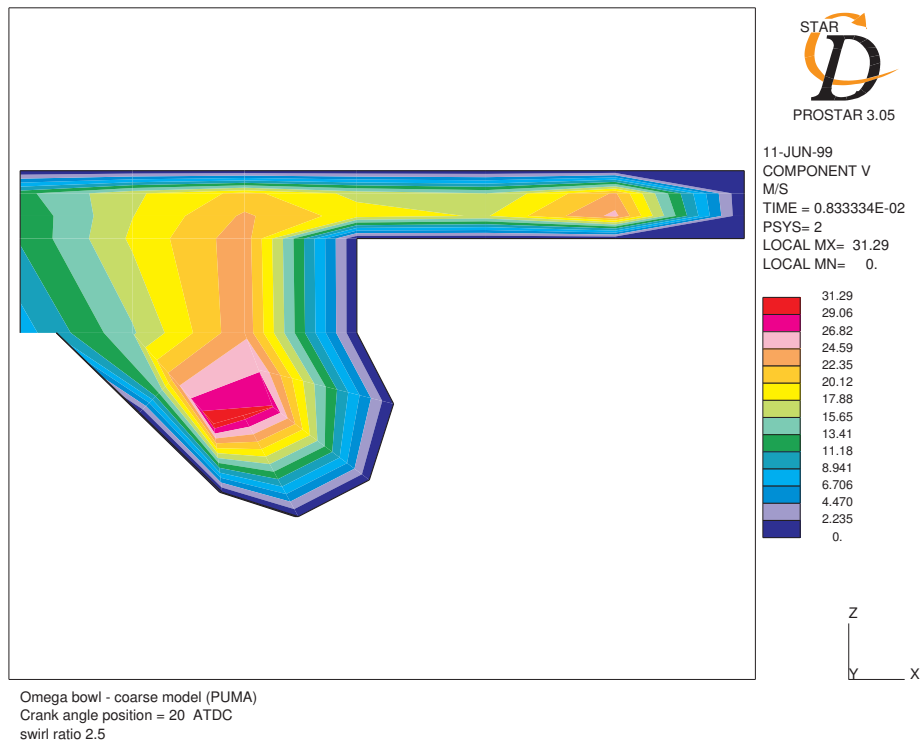


Figure 3.i: Vitesses de swirl à 20° ATDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

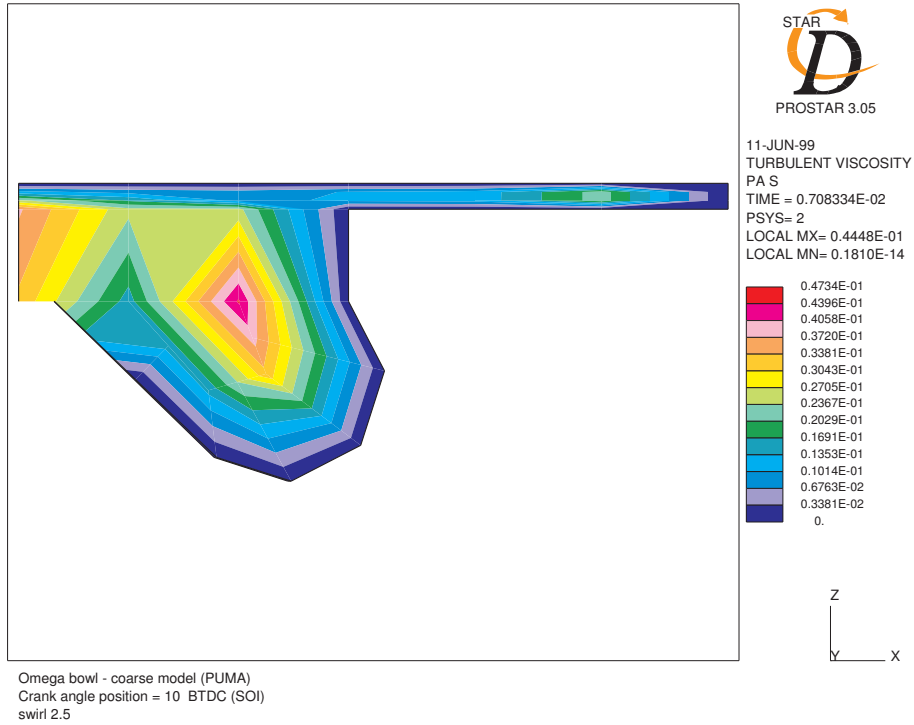


Figure 3.j: Viscosité turbulente à SOI.

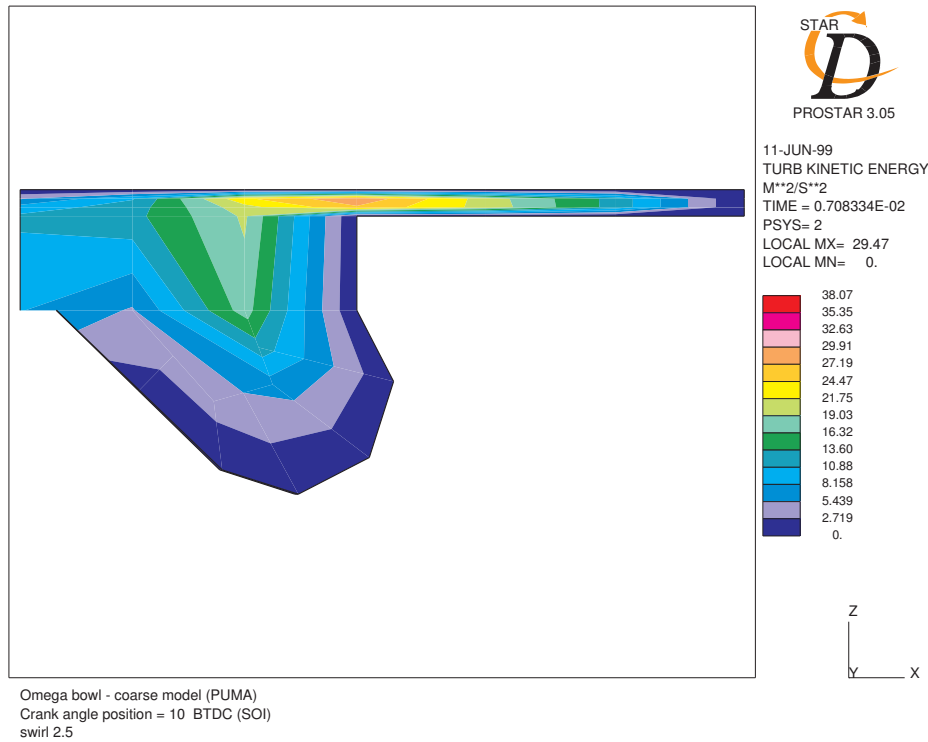


Figure 3.k: Energie cinétique de la turbulence à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

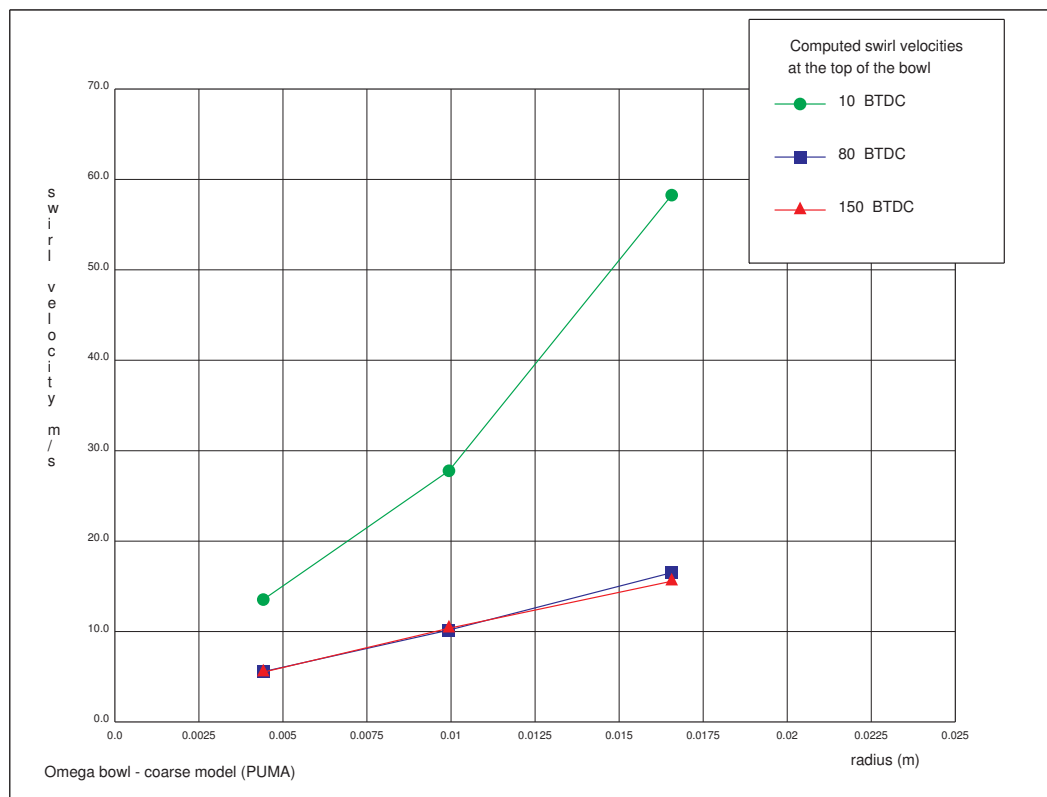


Figure 3.1: Vitesses de swirl calculées au sommet de la cuvette.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

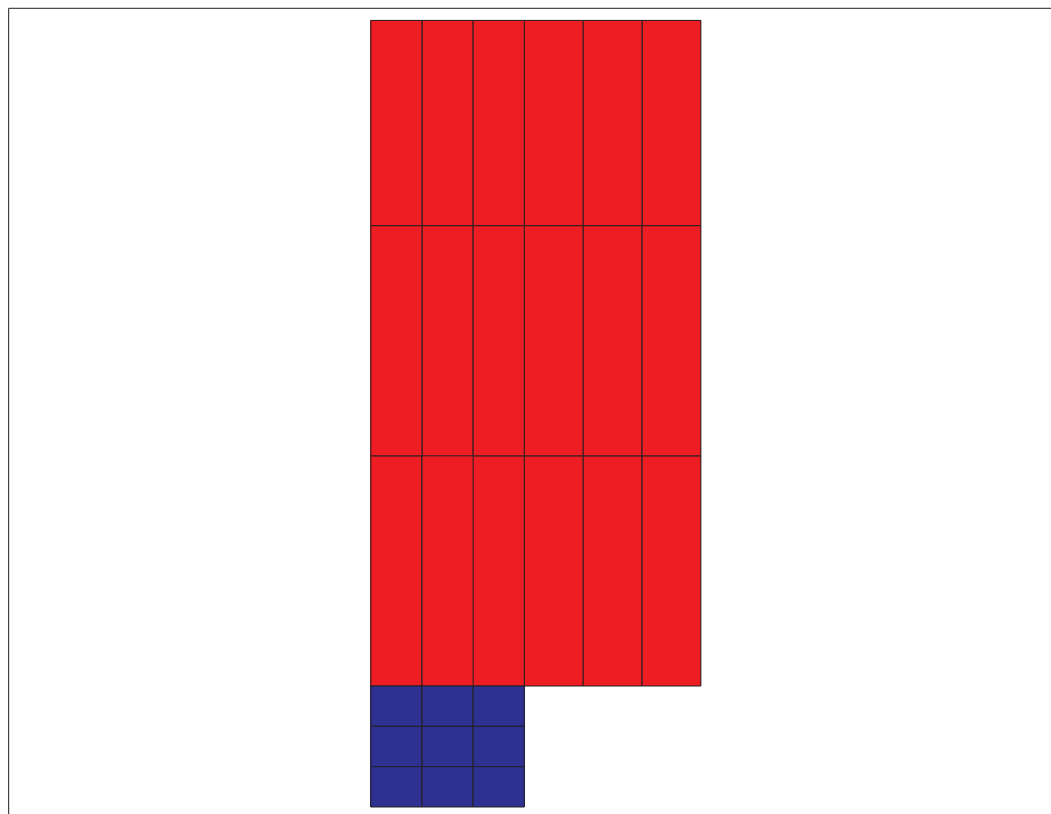


Figure 4.a: Maillage.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

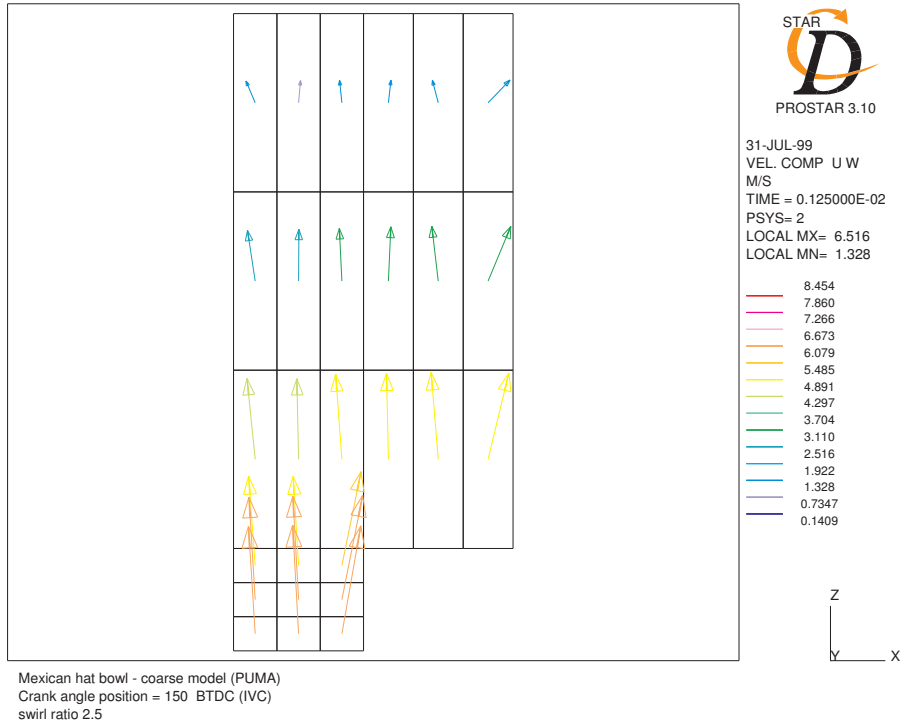


Figure 4.b: Vitesses axiales – radiales à 150° BTDC.

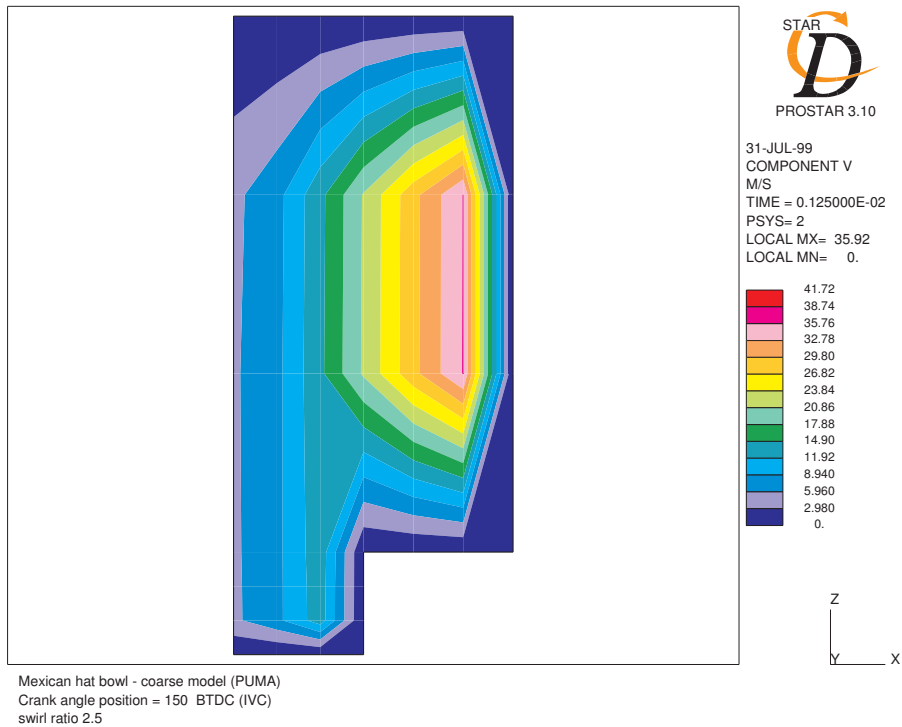


Figure 4.c: Vitesses de swirl à 150° BTDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

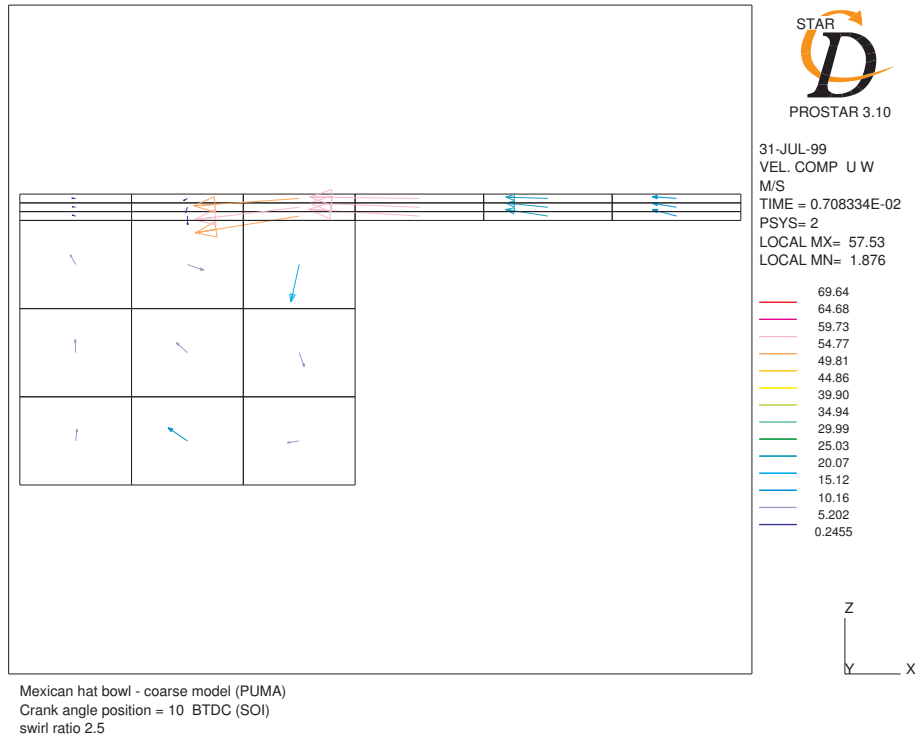


Figure 4.d: Vitesses axiales – radiales à SOI.

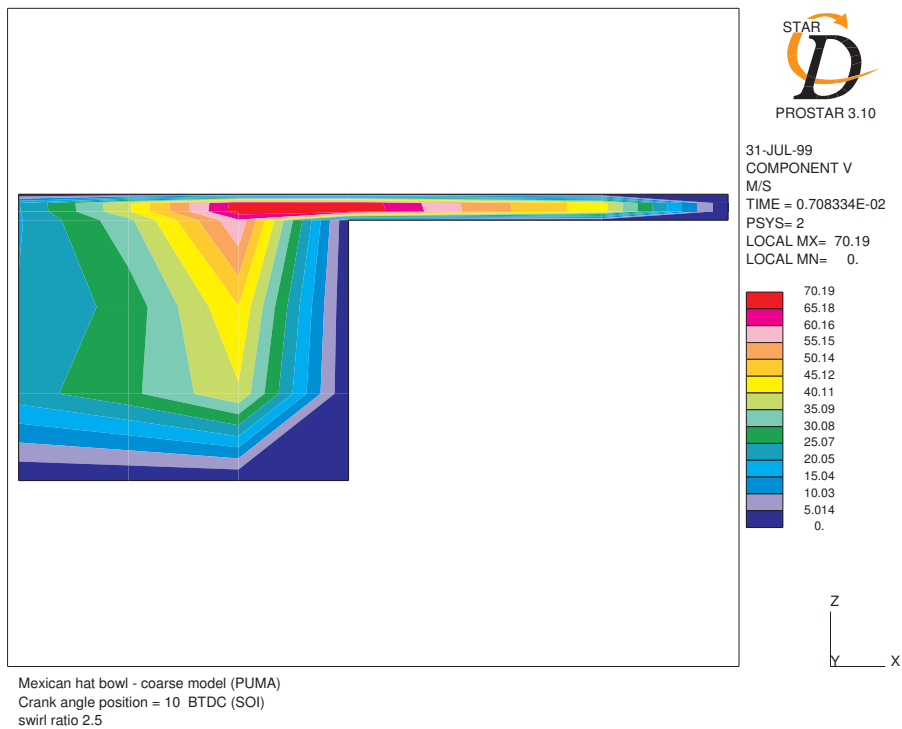


Figure 4.e: Vitesses de swirl à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

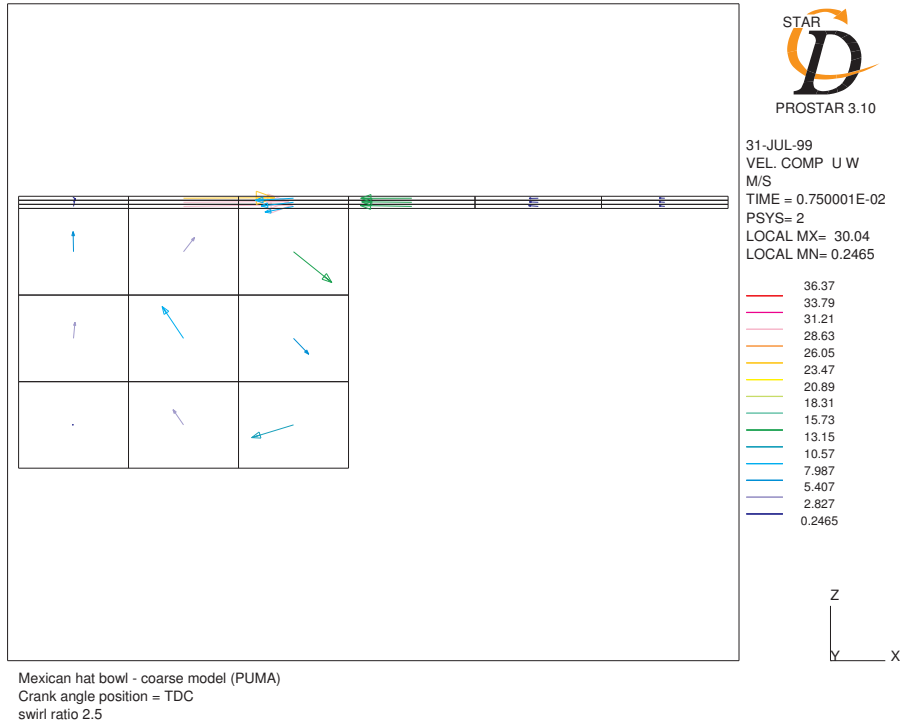


Figure 4.f: Vitesses axiales – radiales à TDC.

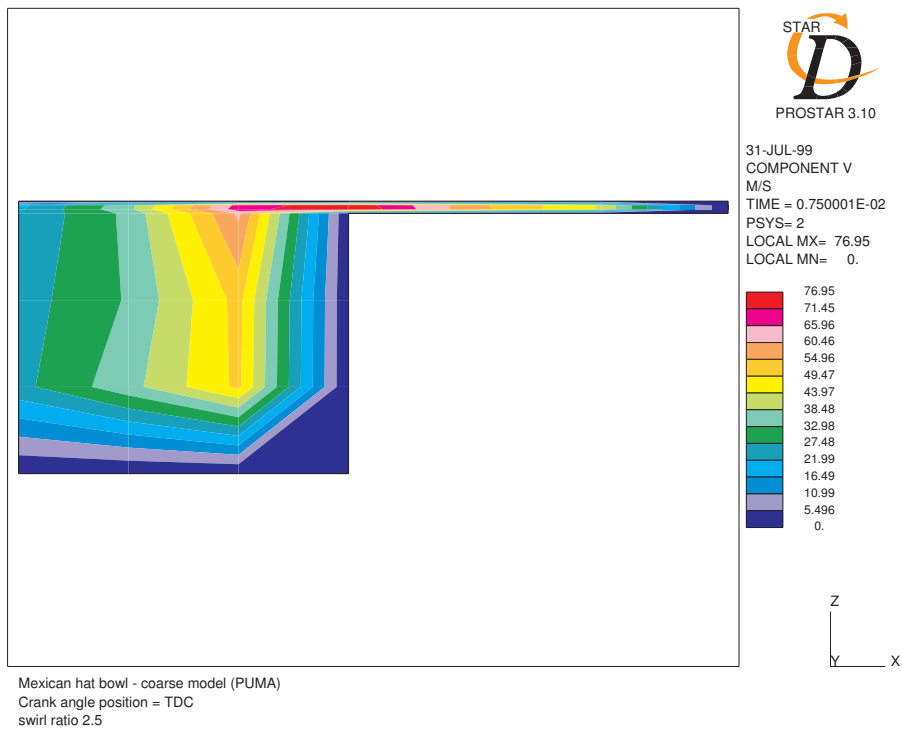


Figure 4.g: Vitesses de swirl à TDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

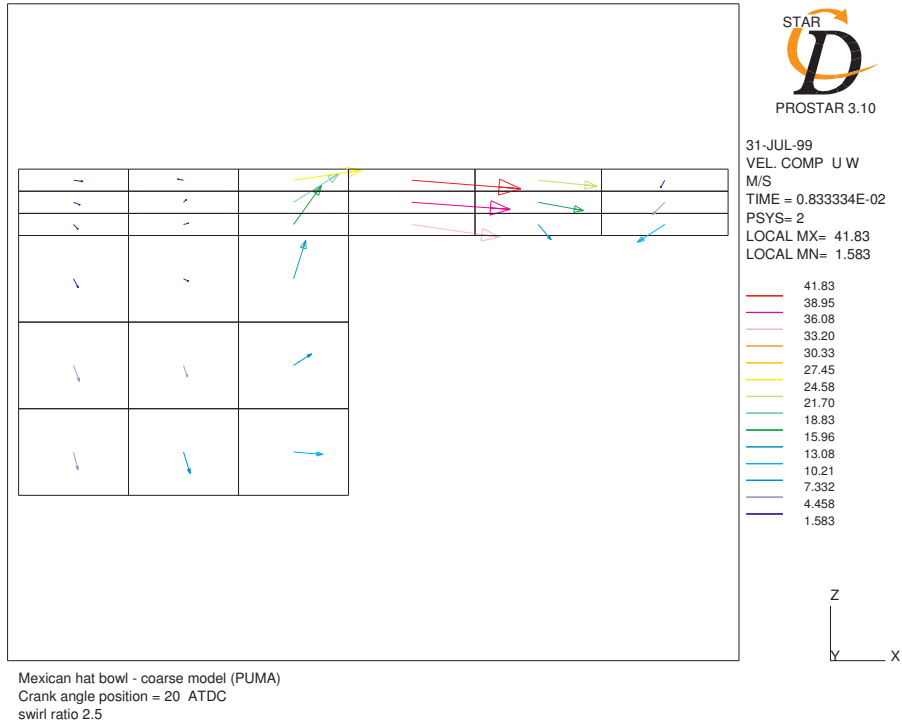


Figure 4.h: Vitesses axiales – radiales à 20° ATDC.

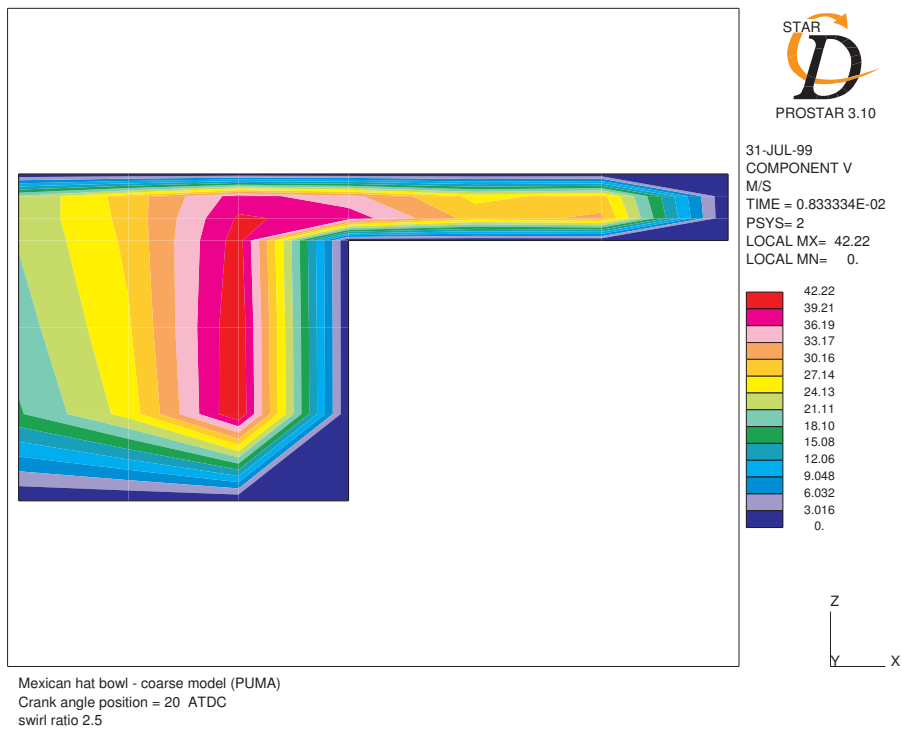


Figure 4.i: Vitesses de swirl à 20° ATDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

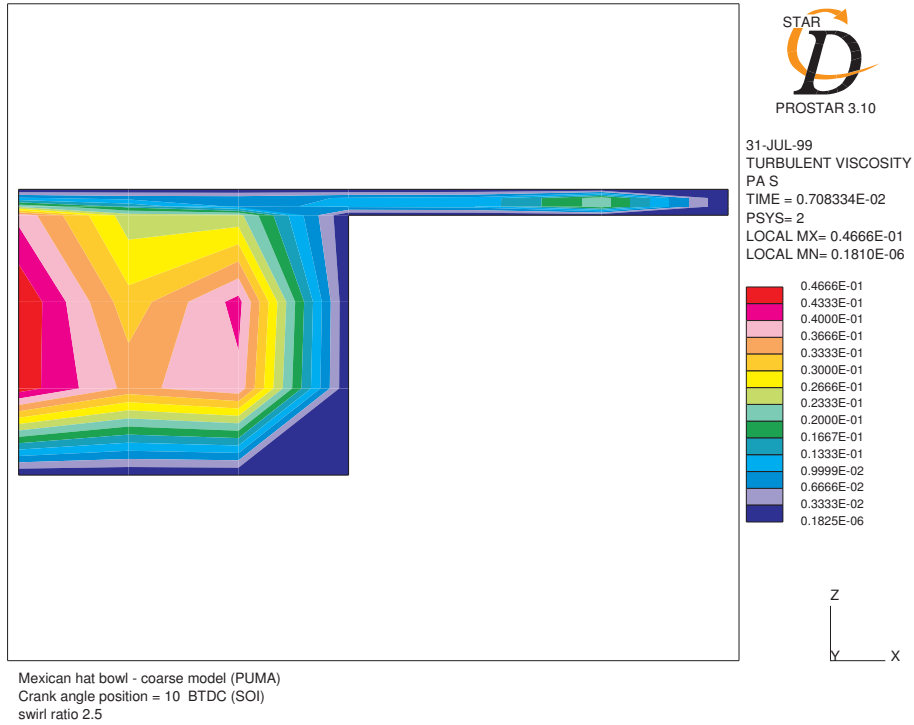


Figure 4.j: Viscosité turbulente à SOI.

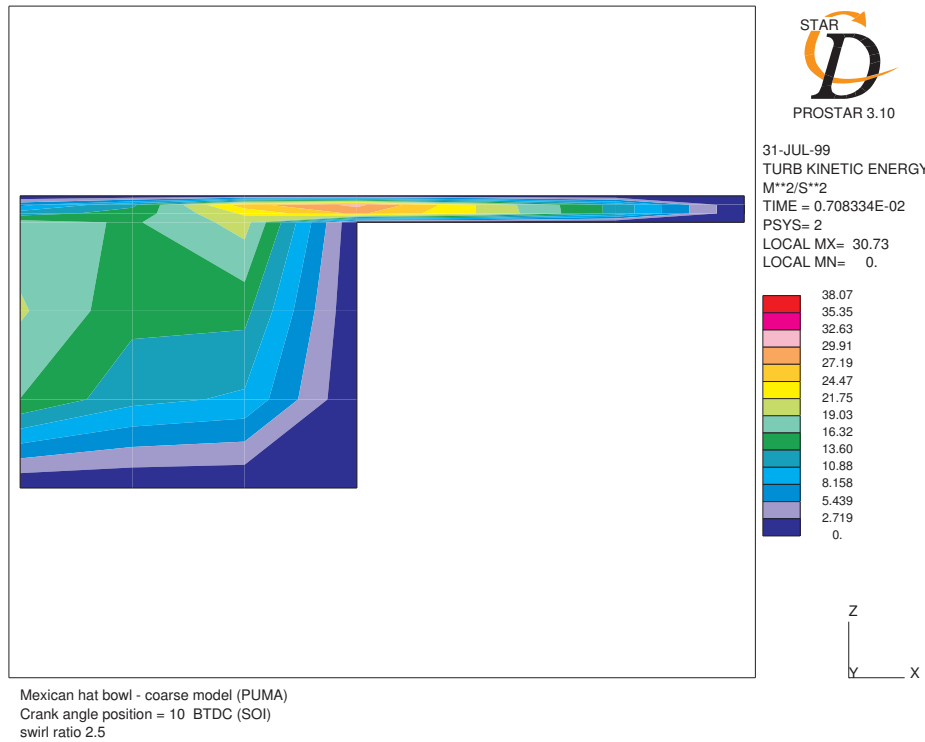


Figure 4.k: Energie cinétique de la turbulence à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

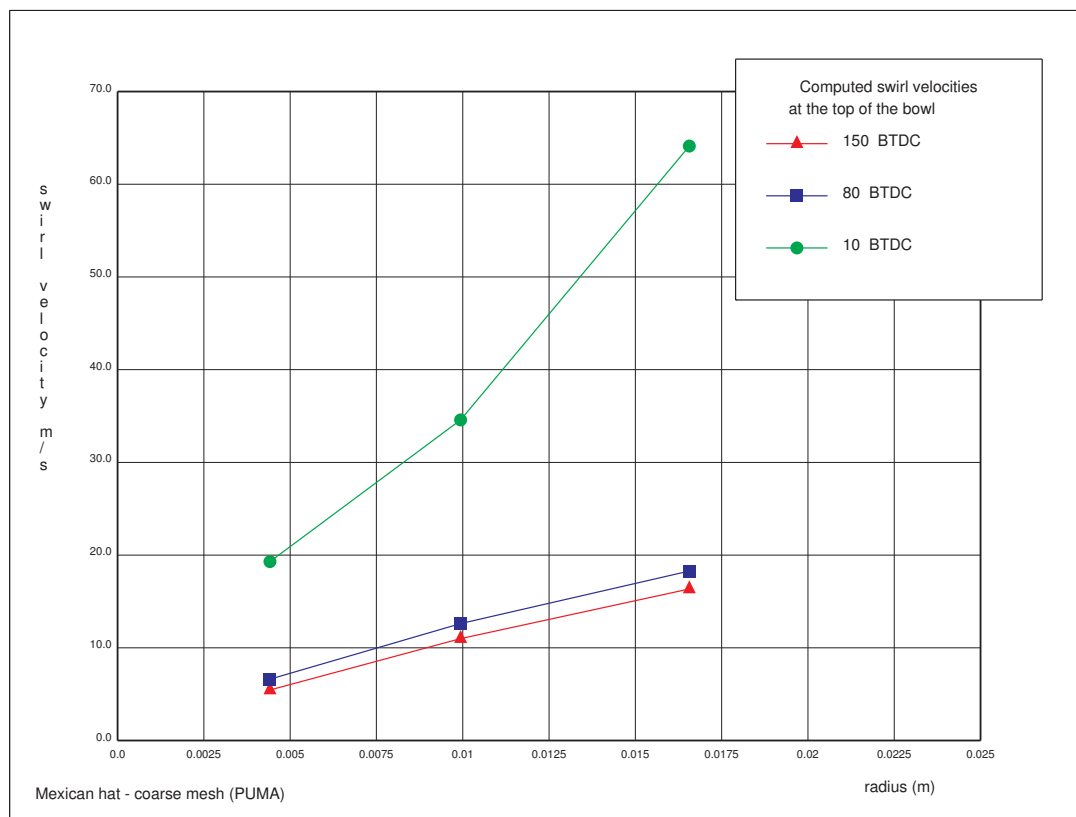


Figure 4.1: Vitesses de swirl calculées au sommet de la cuvette.

Annexe E: Traitement des couches limites

- Partie 5: Modèle Omega – Conditions limites de parois avec maillage fin.
- Partie 6: Modèle Bloc cylindrique - Conditions limites de parois avec maillage fin.
- Partie 7: Modèle Omega – Conditions limites de parois avec maillage à faible résolution.
- Partie 8: Modèle Bloc cylindrique - Conditions limites de parois avec maillage à faible résolution.
- Partie 9: Modèle Bloc cylindrique - Traitement des conditions limites de parois avec malillage à faible résolution.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

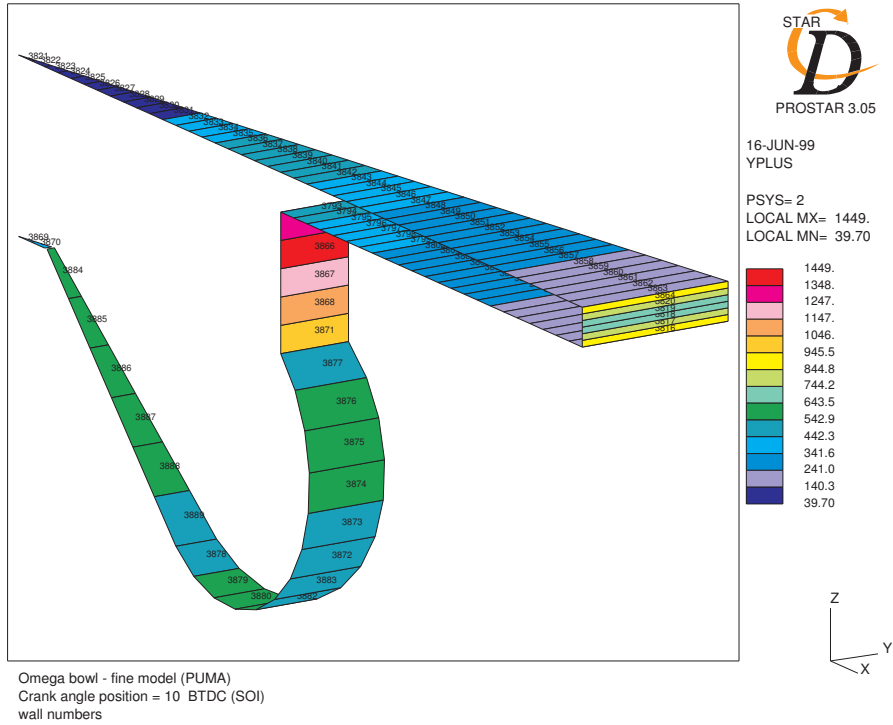


Figure 5.a: Identification des parois et paramètre y^+ à SOI.

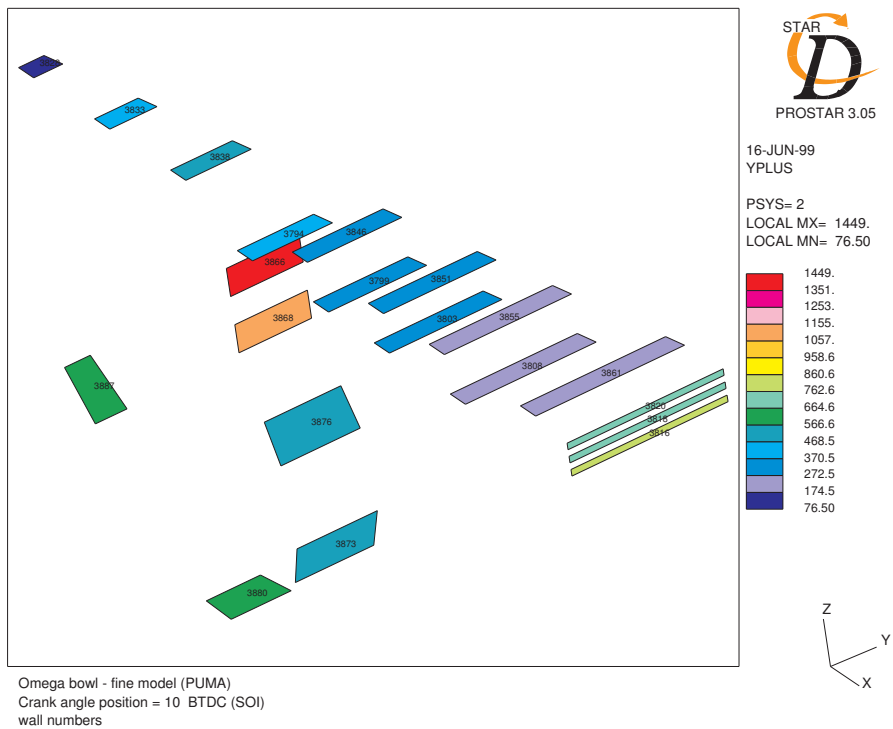


Figure 5.b: Echantillons de parois et paramètre y^+ à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

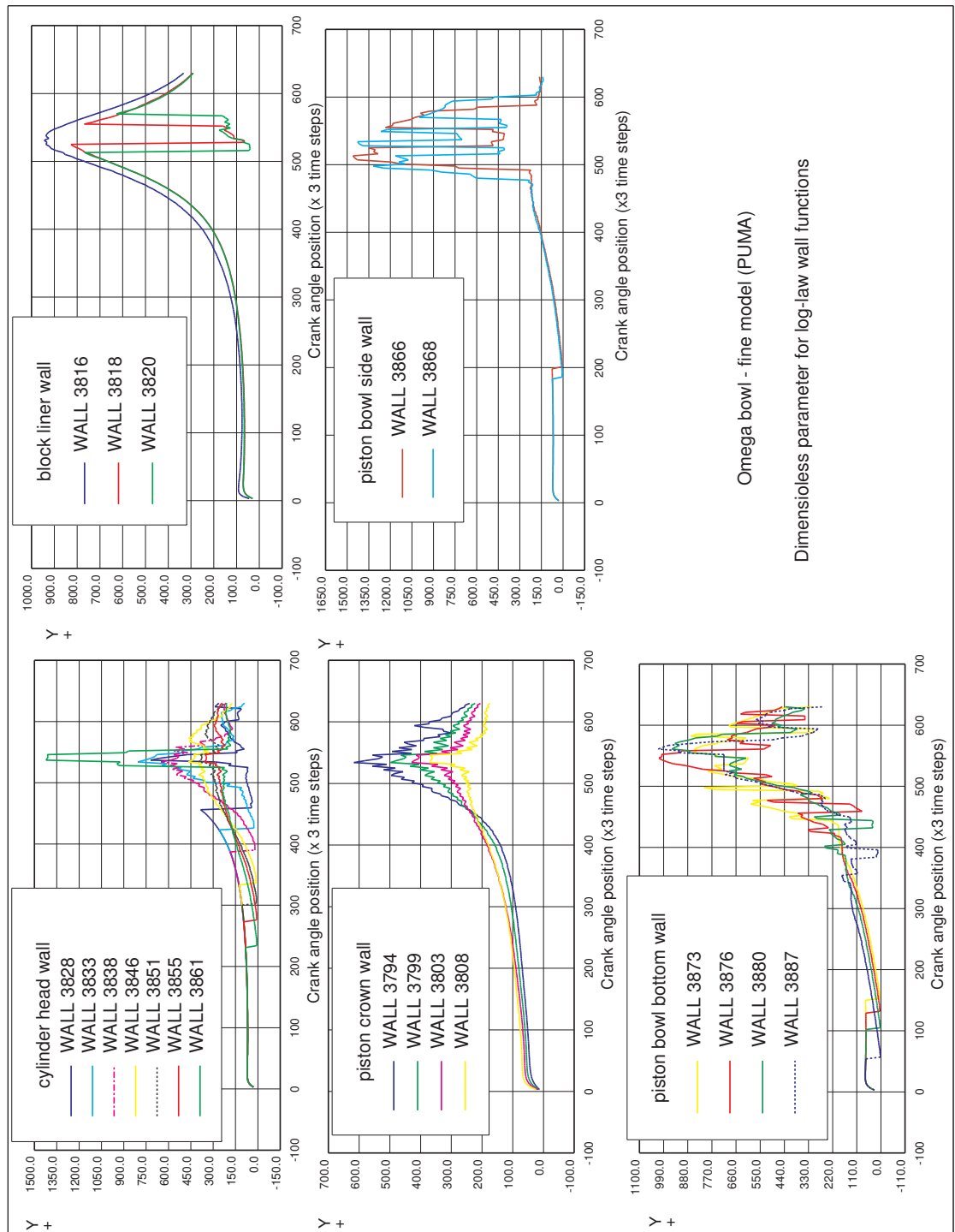


Figure 5.c: Paramètre y^+ pour les fonctions de parois logarithmiques.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

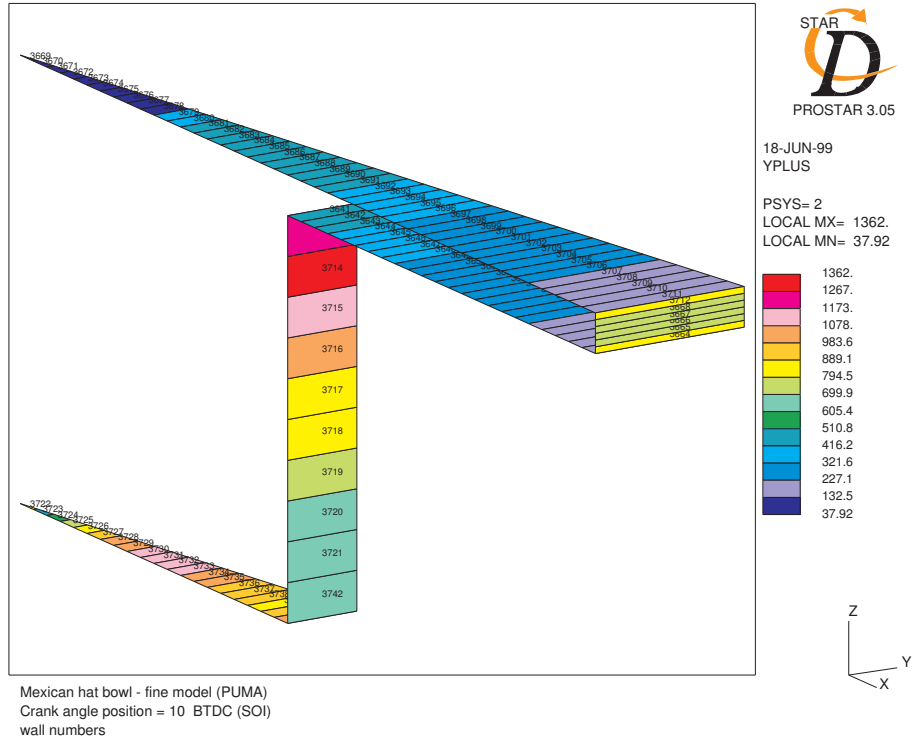


Figure 6.a: Identification des parois et paramètre y^+ à SOI.

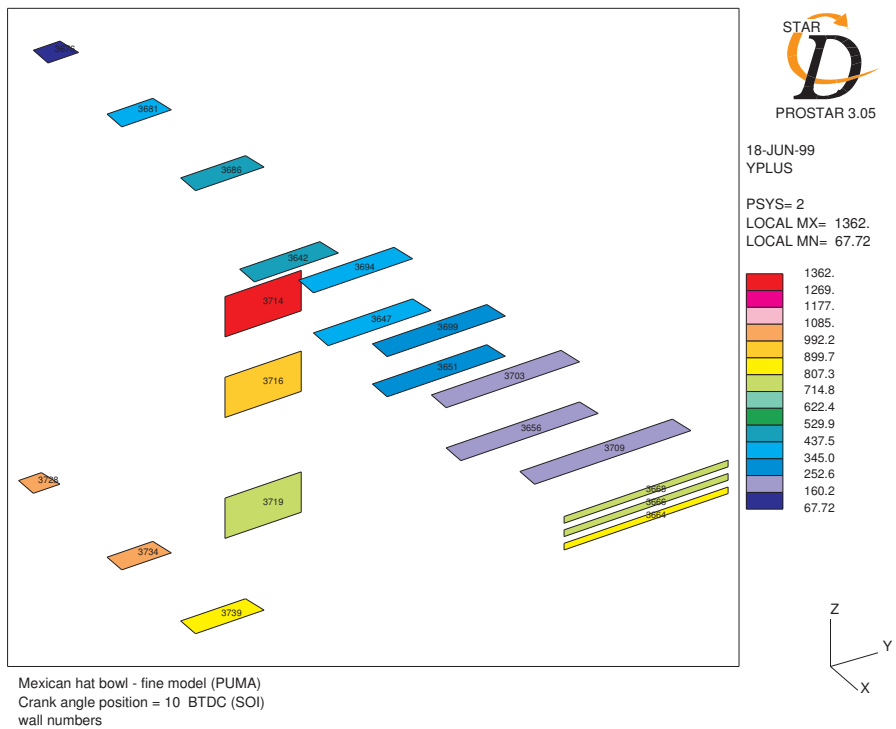


Figure 6.b: Echantillons de parois et paramètre y^+ à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

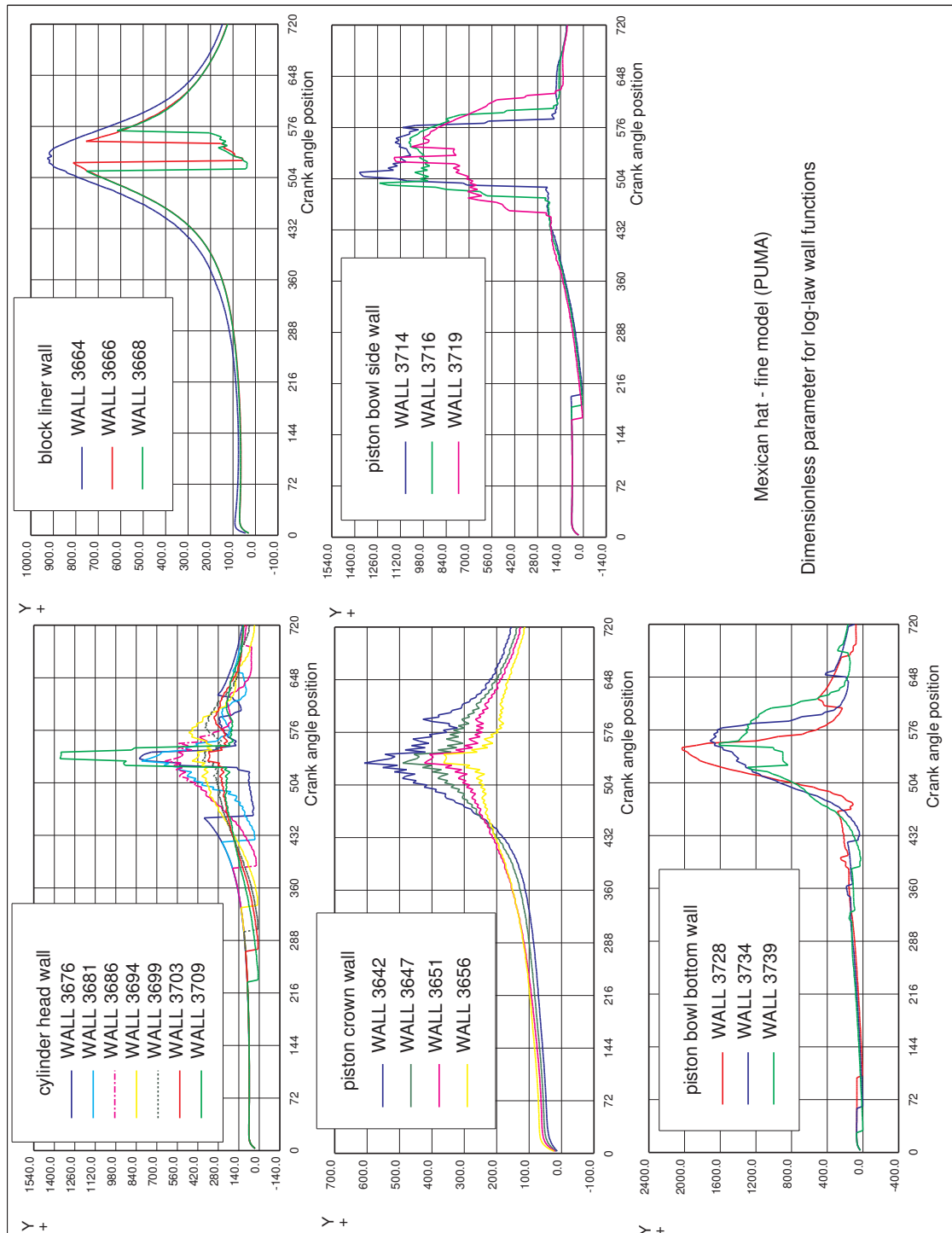


Figure 6.c: Paramètre y^+ pour les fonctions de parois logarithmiques.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

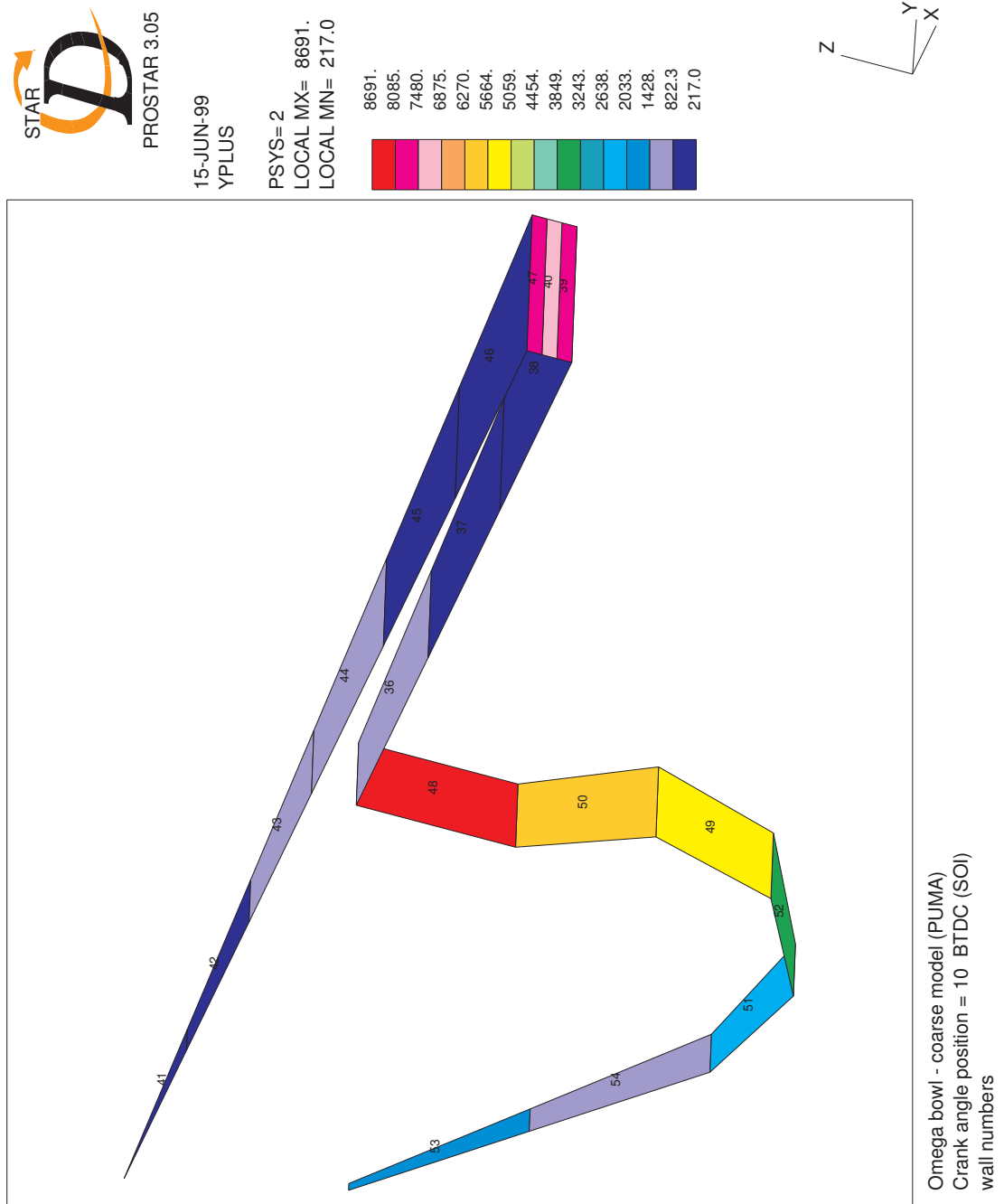


Figure 7.a: Identification des parois et paramètre y^+ à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

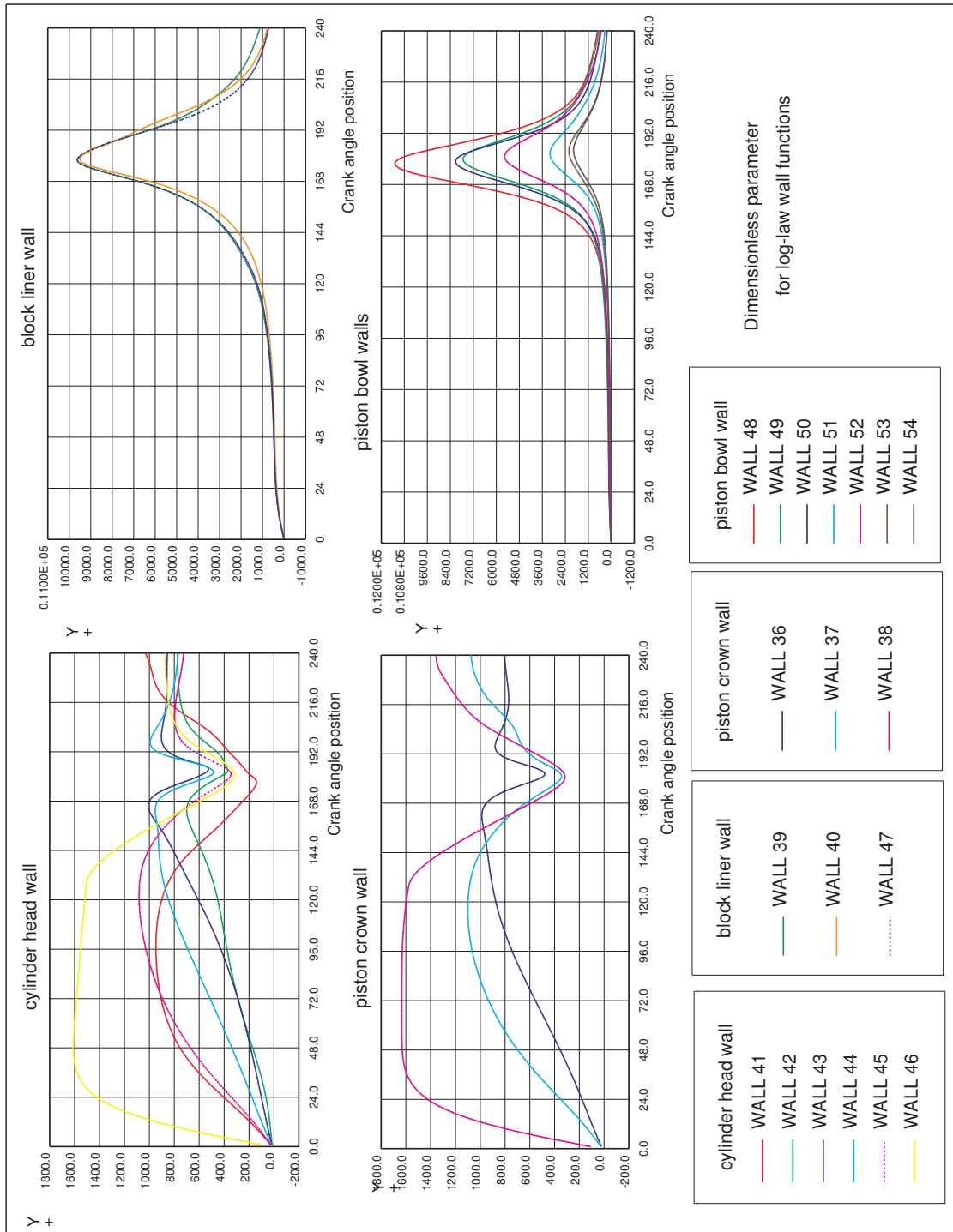


Figure 7.b: Paramètre y^+ pour les fonctions de parois logarithmiques.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

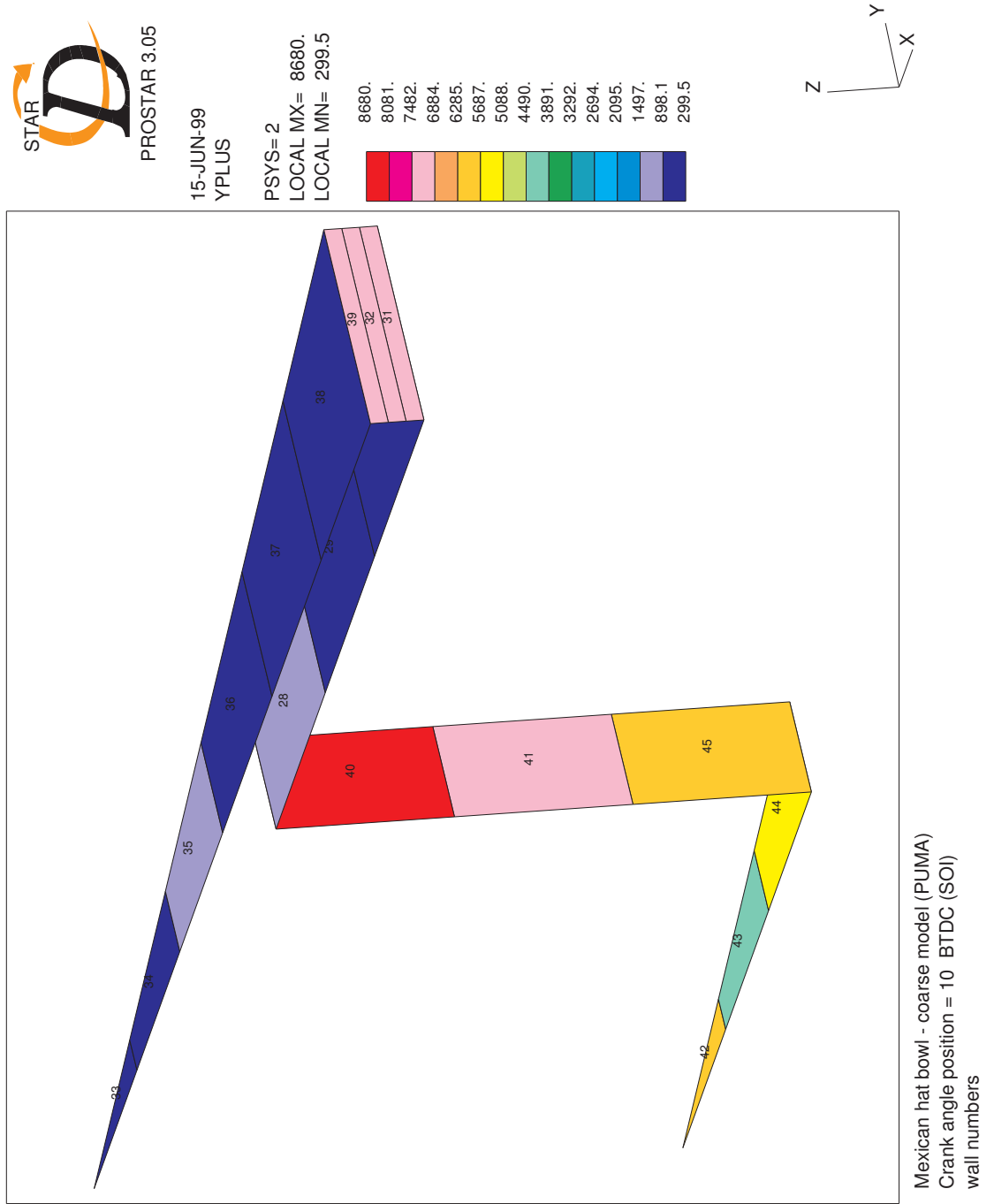


Figure 8.a: Identification des parois et paramètre y^+ à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

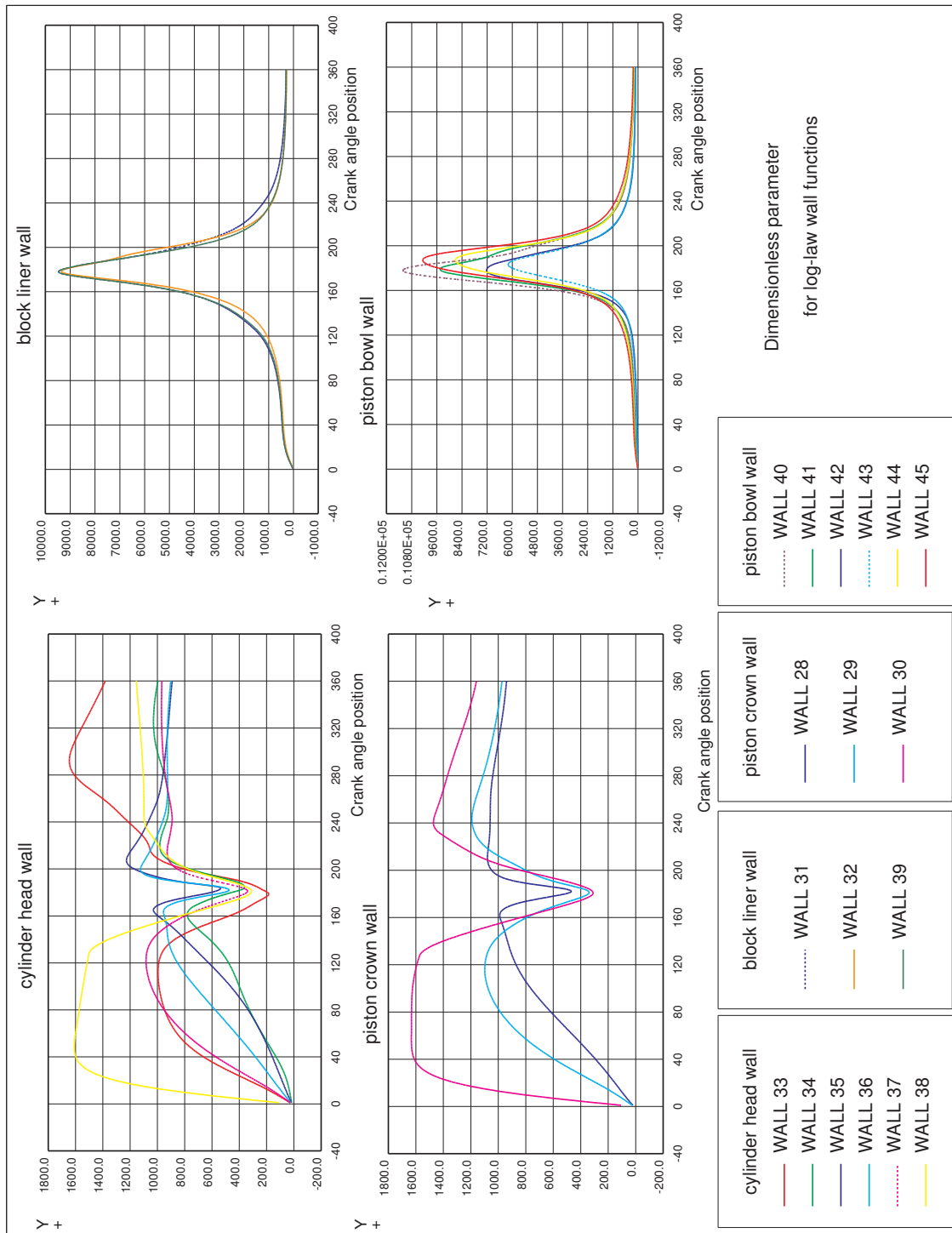


Figure 8.b: Paramètre y^+ pour les fonctions de parois logarithmiques.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

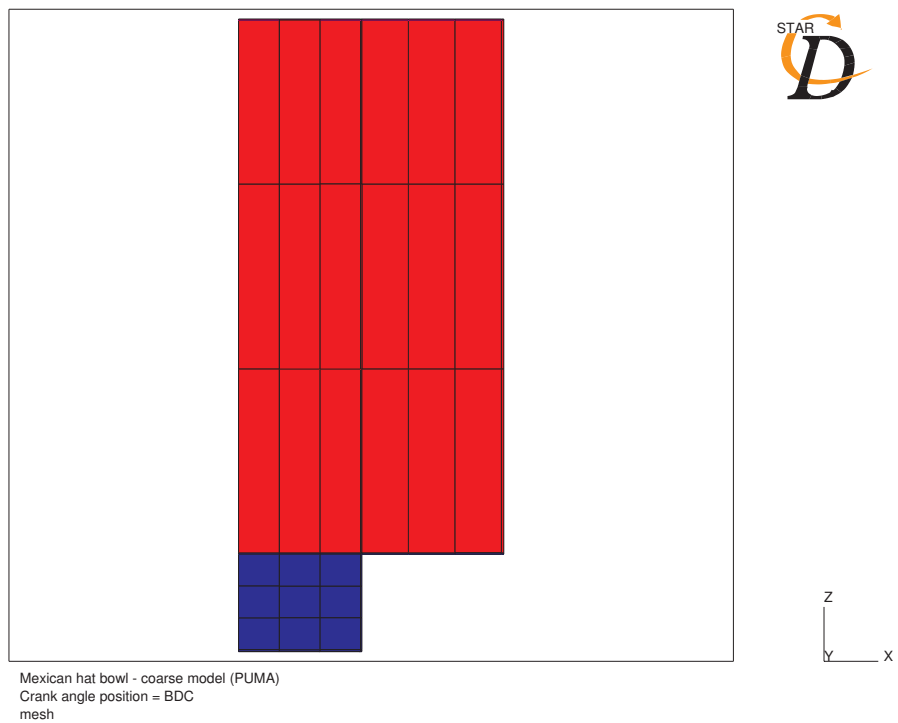


Figure 9.a: Vue du maillage.

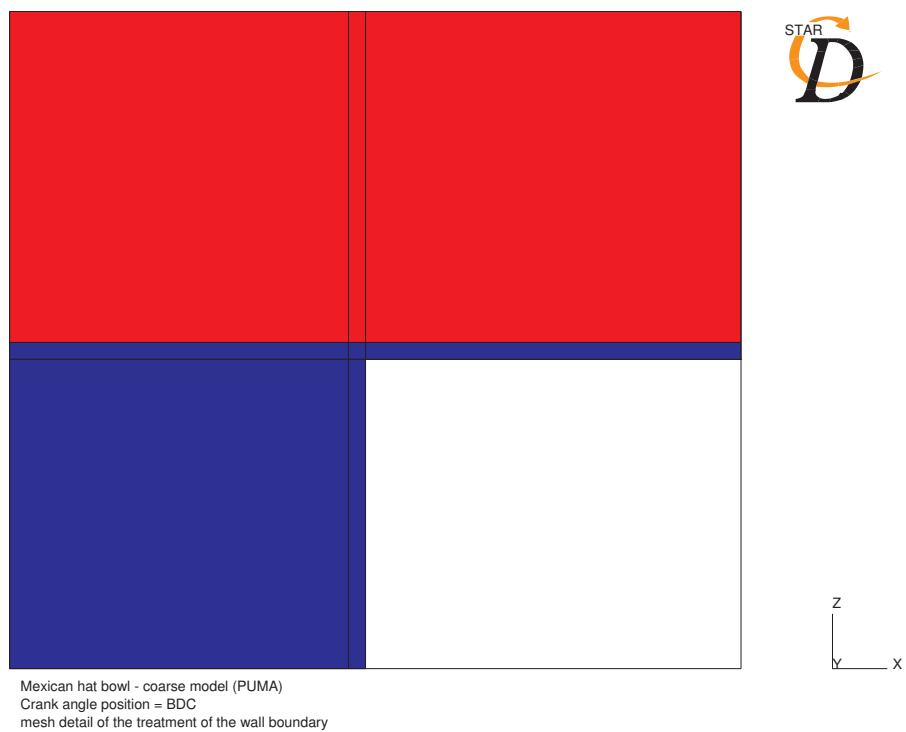


Figure 9.b: Détail du maillage à proximité de la lèvre de la cuvette.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

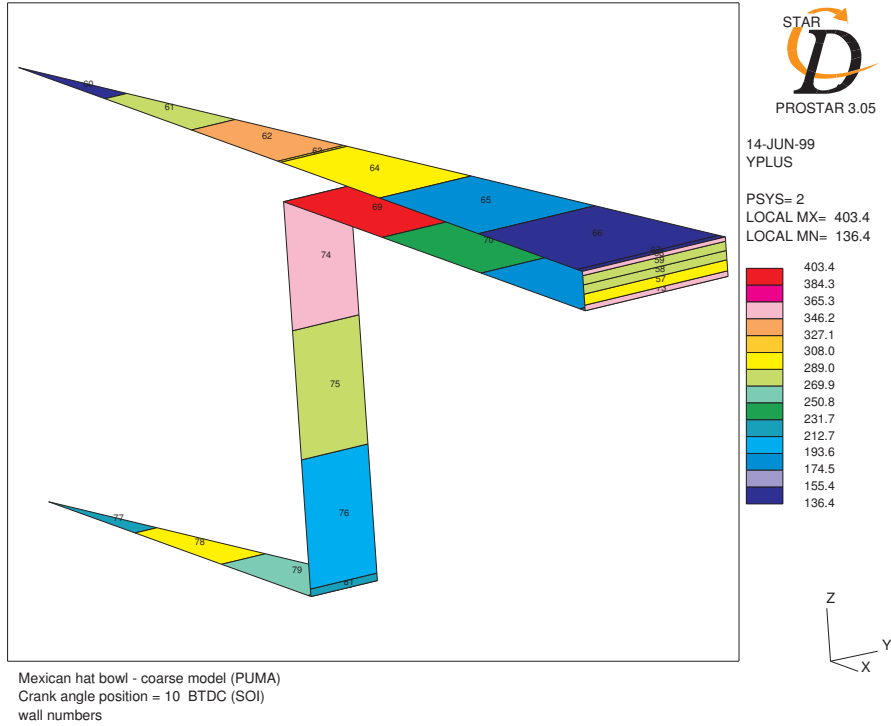


Figure 9.c: Identification des parois et paramètre y^+ à SOI.

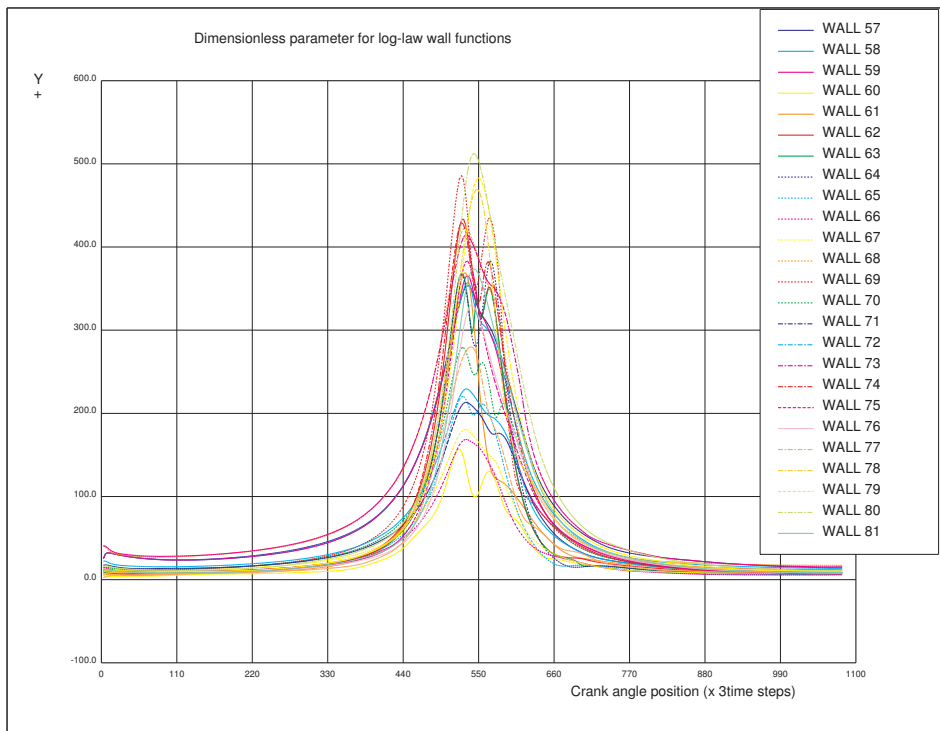


Figure 9.d: Paramètre y^+ pour les fonctions de parois logarithmiques.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

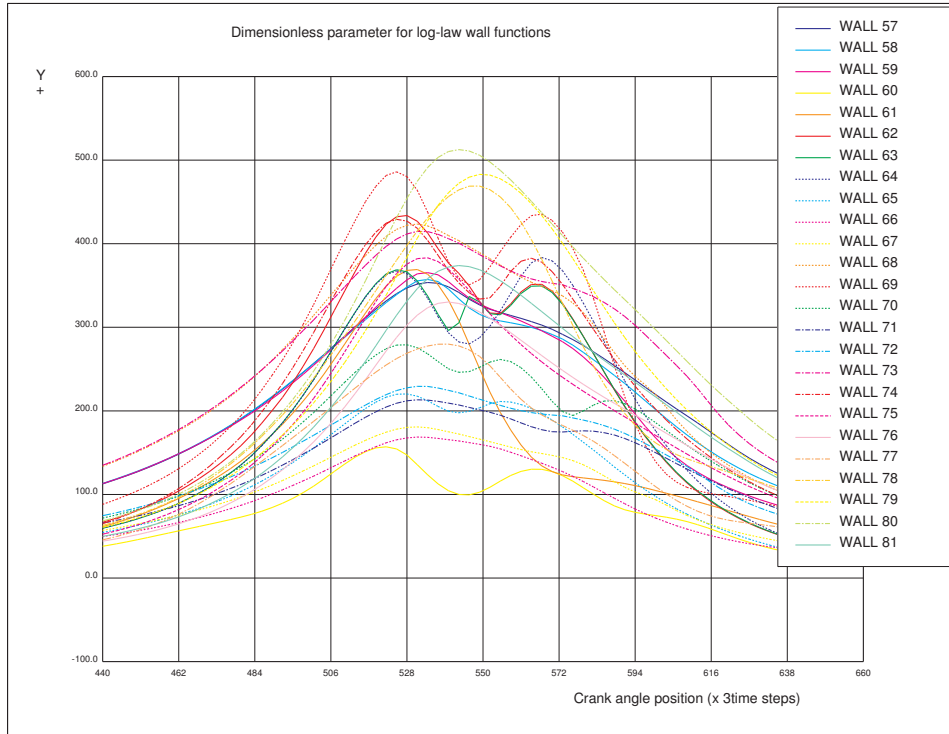


Figure 9.e: Détail du paramètre y^+ vers TDC.

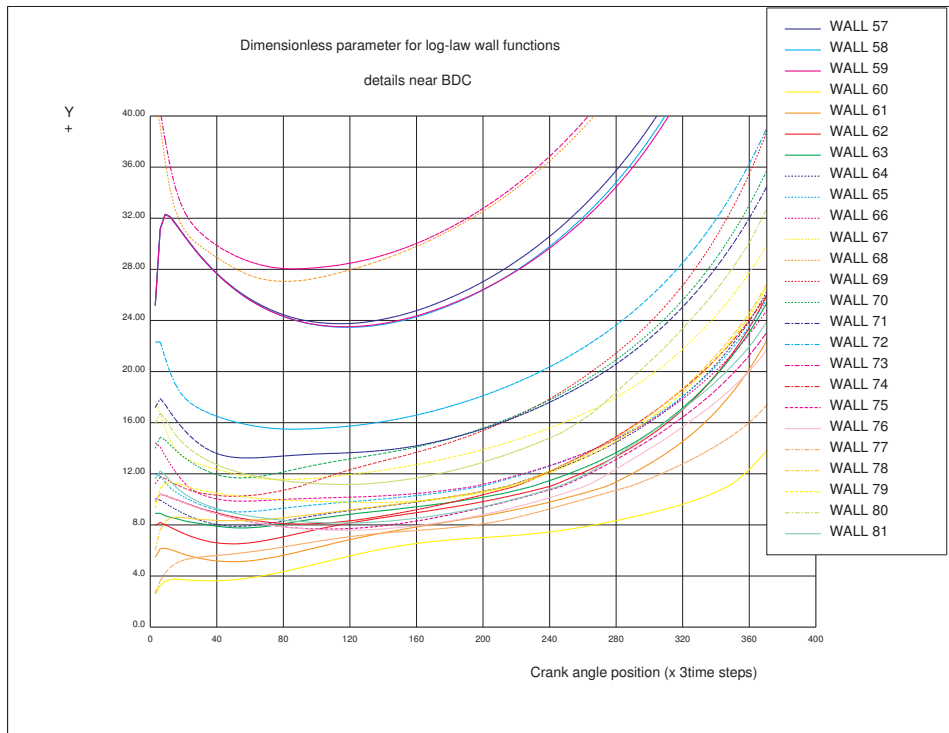


Figure 9.f: Détail du paramètre y^+ vers BDC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

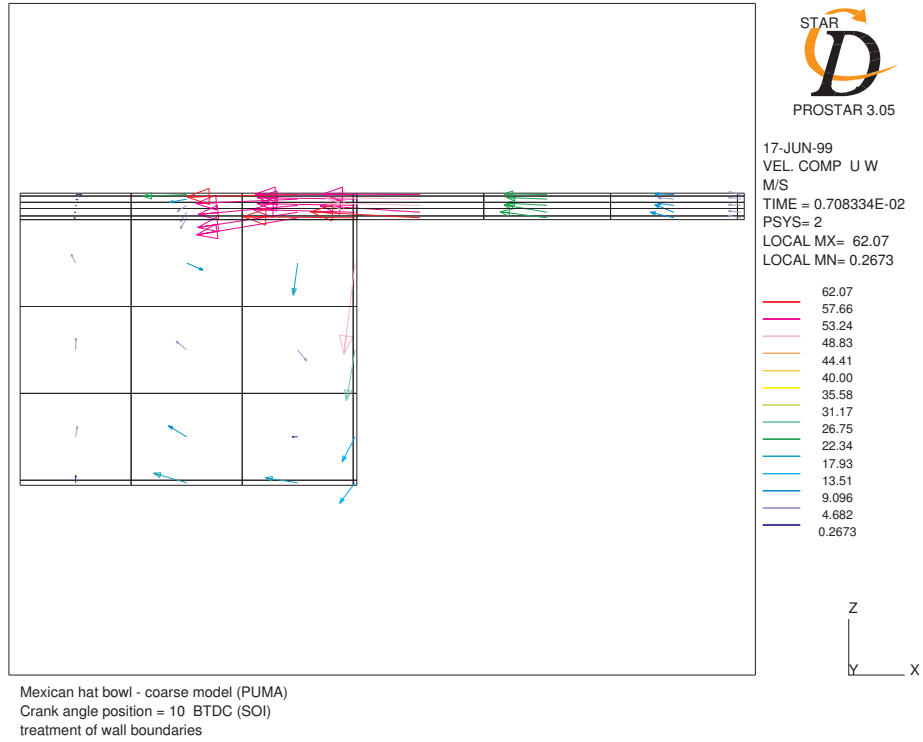


Figure 9.g: Vitesses axiales – radiales à SOI.

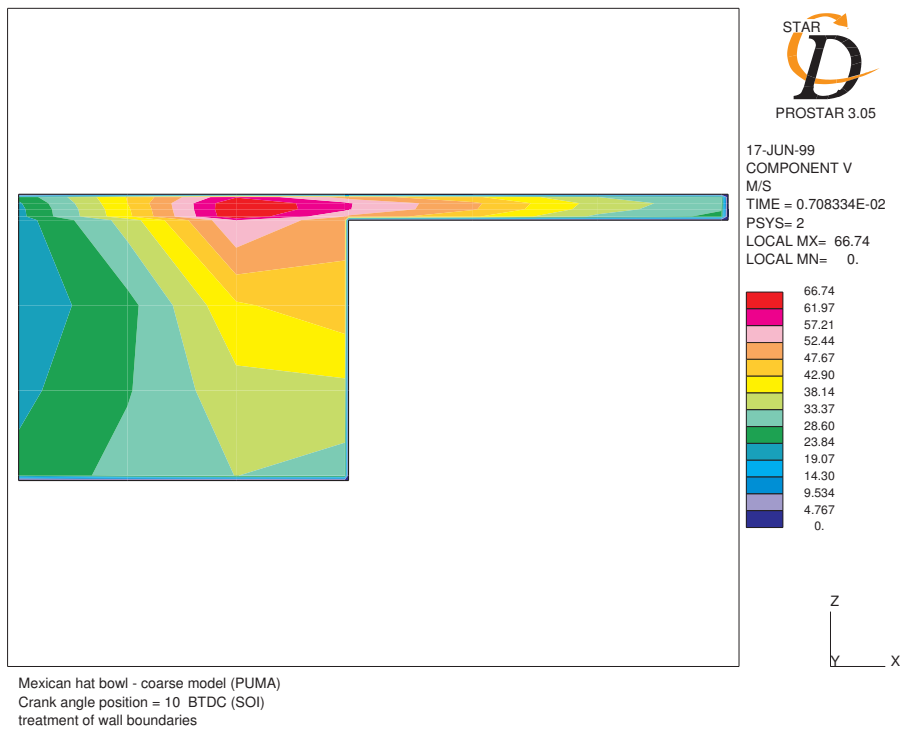


Figure 9.h: Vitesses de swirl à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

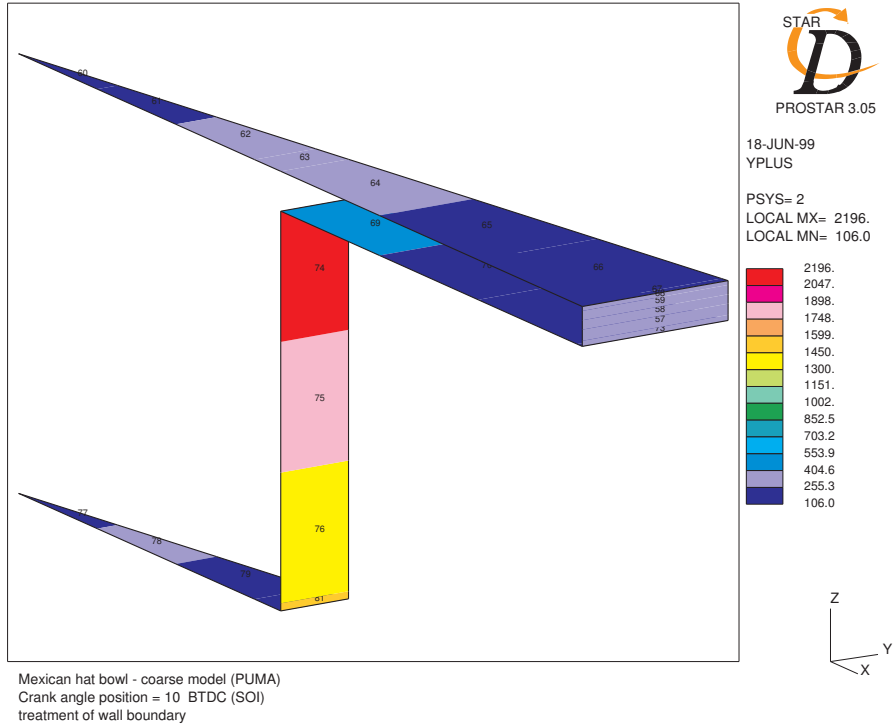


Figure 9.i: Identification des parois et paramètre y^+ corrigés à SOI.

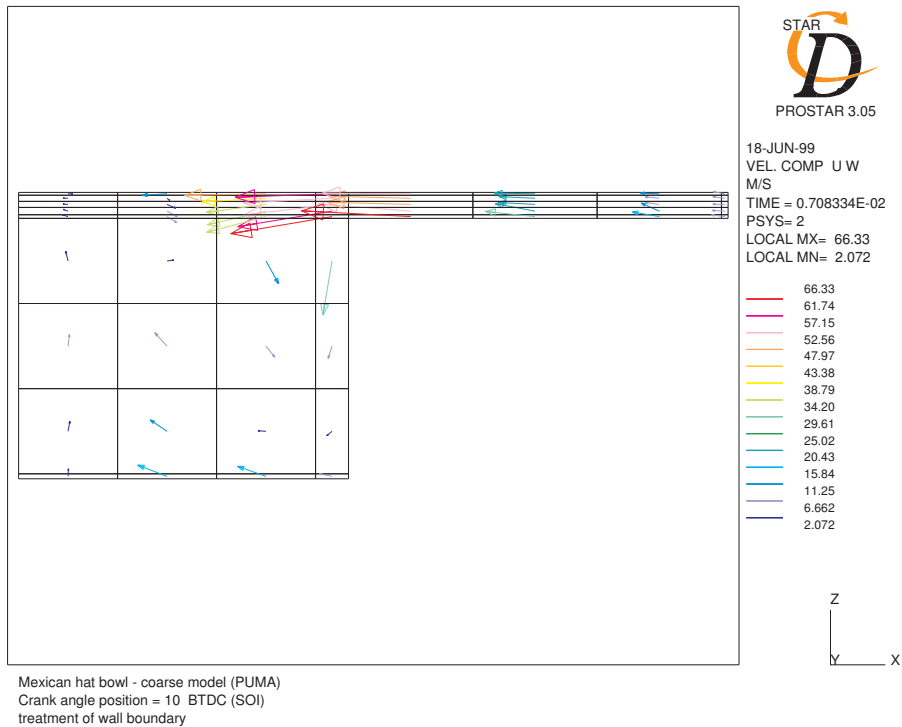


Figure 9.j: Vitesses axiales – radiales à SOI pour le maillage corrigé.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

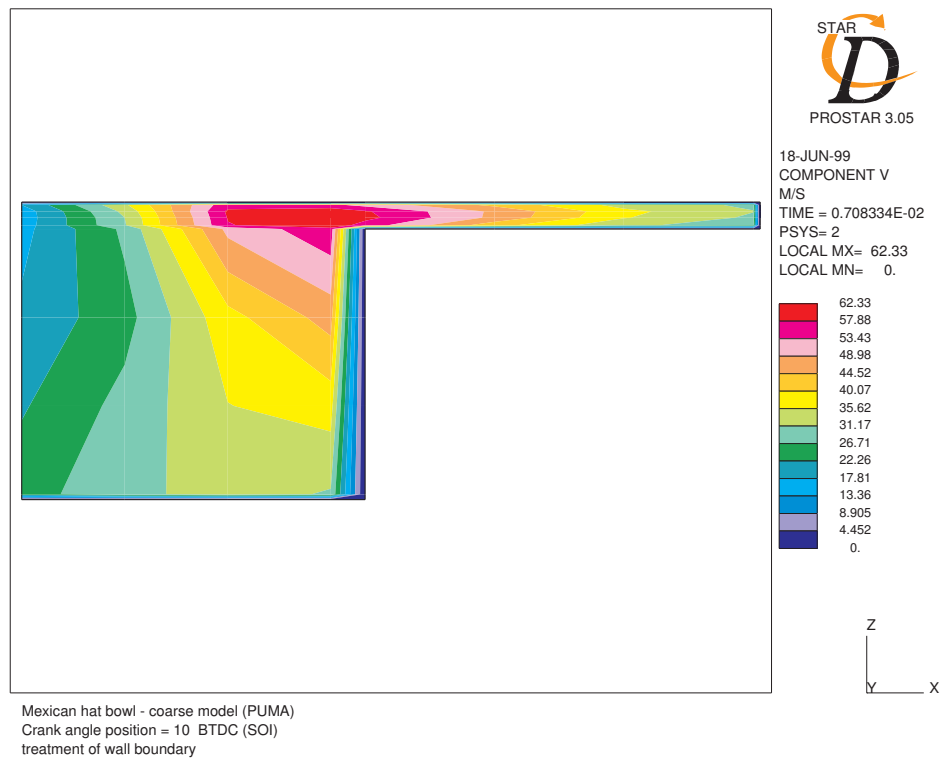


Figure 9.k: Vitesses de swirl à SOI pour le maillage corrigé.

Annexe F: Modèles avec admission.

Partie 10: Comparaisons des profils de vitesses d'admission.

Partie 11: Sensibilité de la position de l' admission.

Partie 12: Sensibilité de la résolution du maillage sur les conditions d'admission
– Modèles Bloc cylindriques

Partie 13: Conditions d'admission avec les maillages à faible résolution.

Partie 15: Modèle Bloc cylindrique avec traitement du maillage près des parois

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

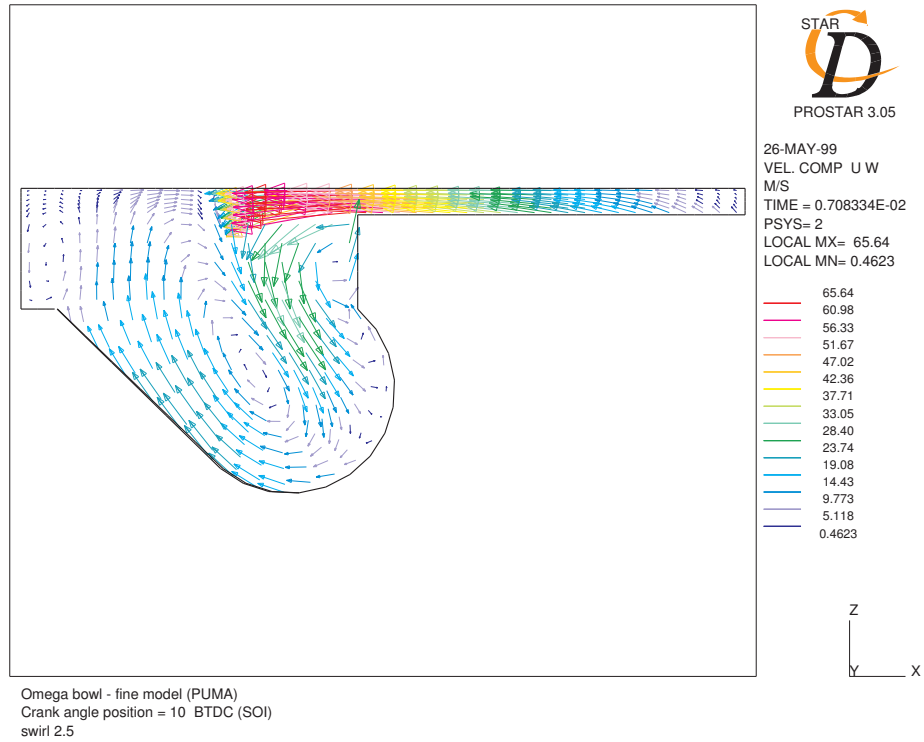


Figure 10.a: Vitesses axiales – radiales à SOI.- Référence.

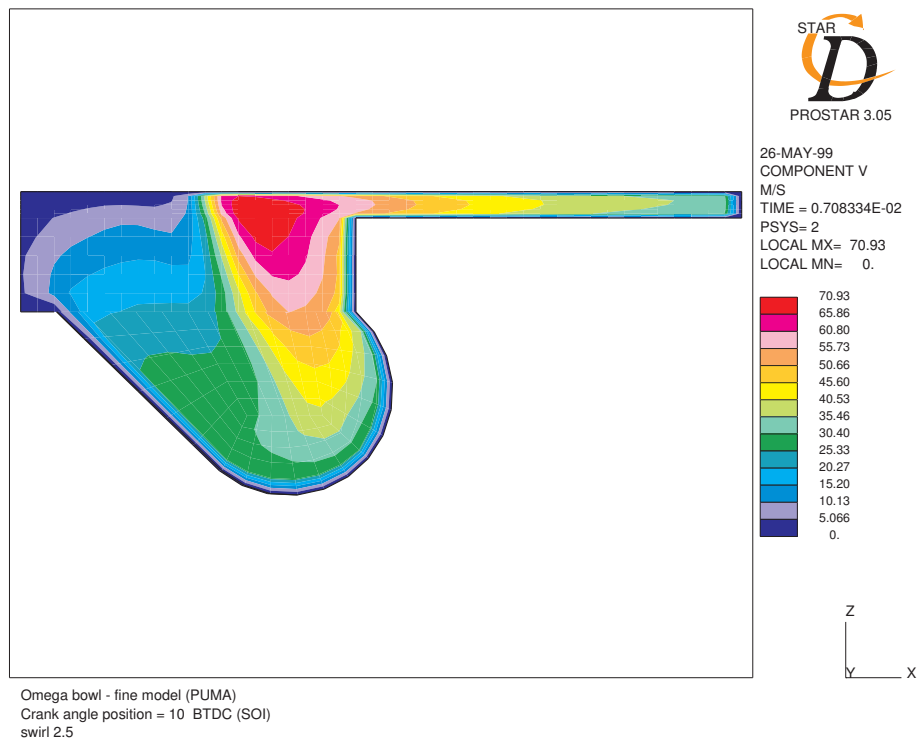


Figure 10.b: Vitesses de swirl à SOI.- Référence.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

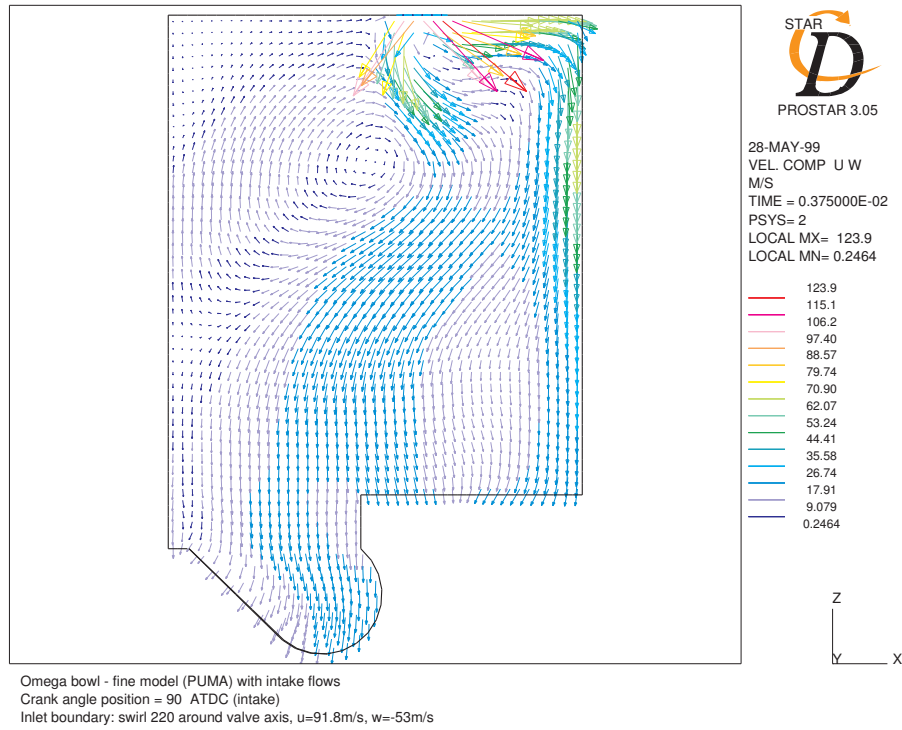


Figure 10.c: Vitesses axiales – radiales à 90° ATDC (processus d’admission) avec le profil de vitesses (a).

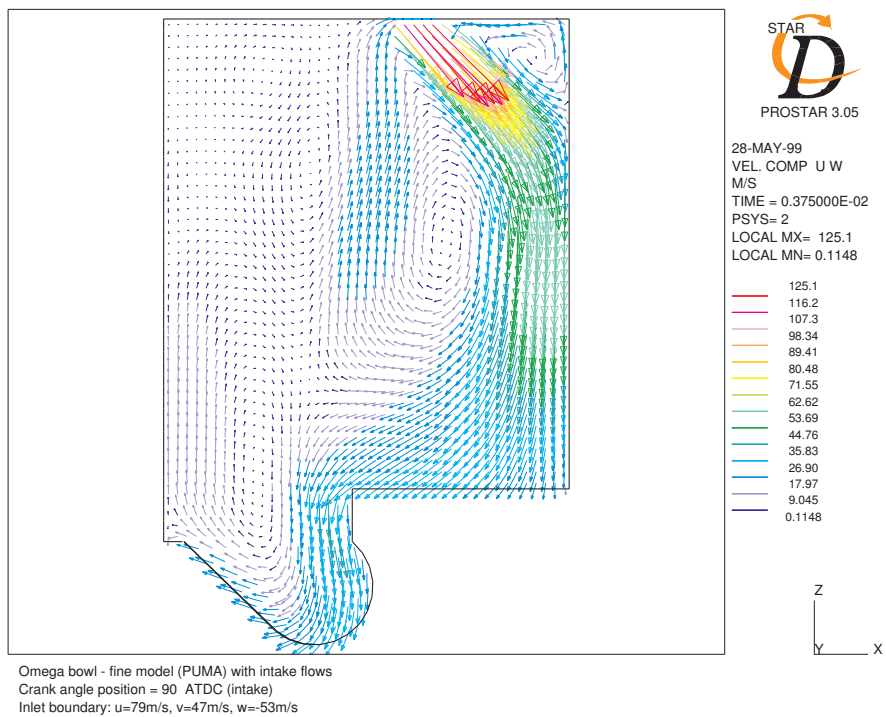


Figure 10.d: Vitesses axiales – radiales à 90° ATDC (processus d’admission) avec le profil de vitesses (g).

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

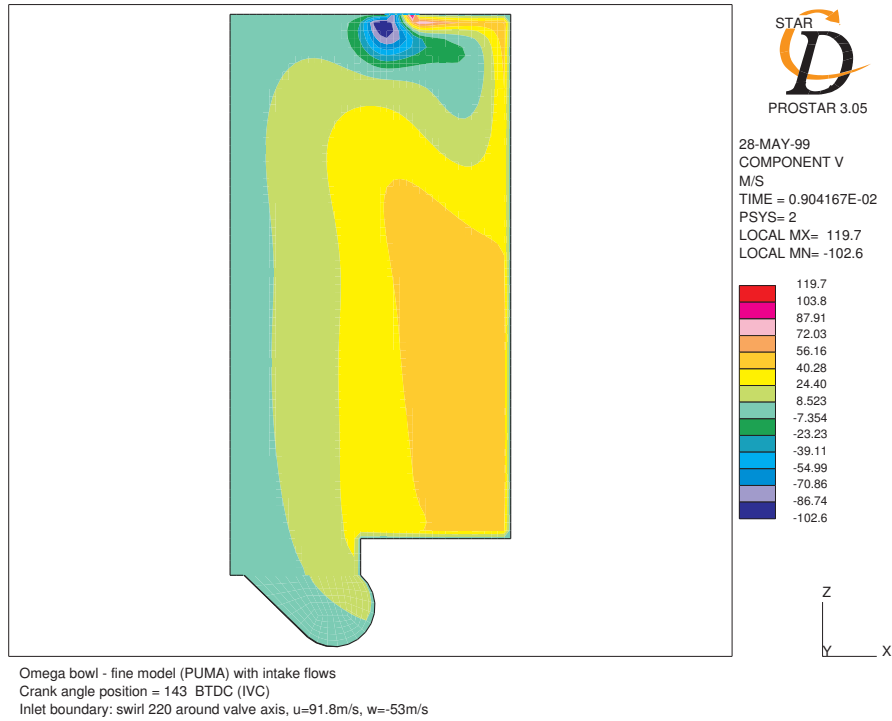


Figure 10.e: Vitesses de swirl à IVC avec le profil de vitesses d'admission autour de l'axe des soupapes (a)

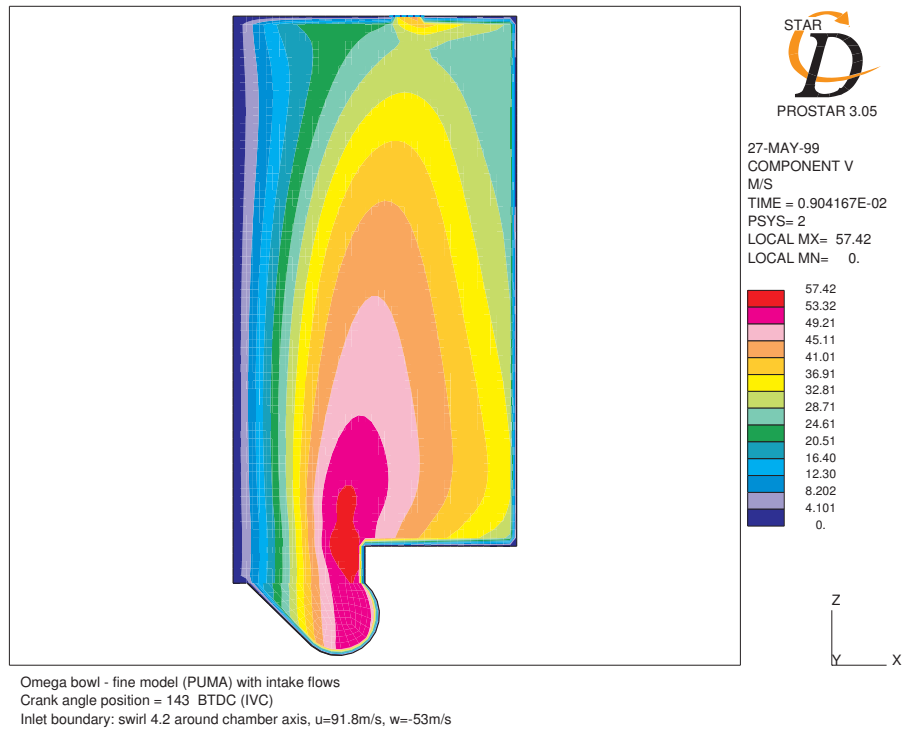


Figure 10.f: Vitesses de swirl à IVC avec le profil de vitesses d'admission autour de l'axe de la chambre (c)

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

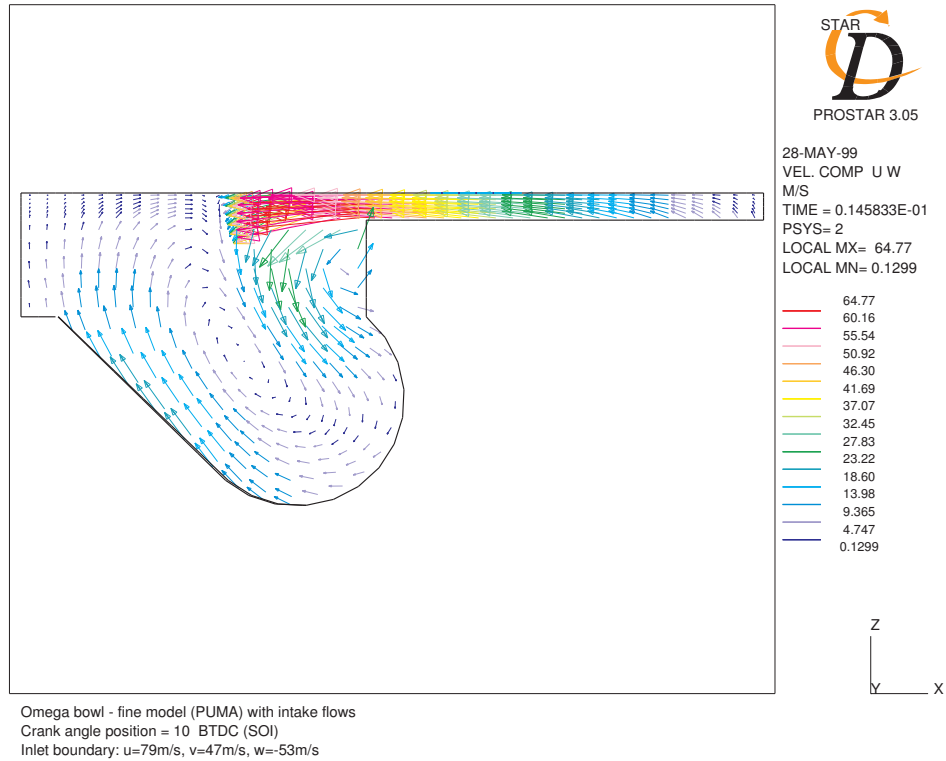


Figure 10.g: Vitesses axiales – radiales à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g).

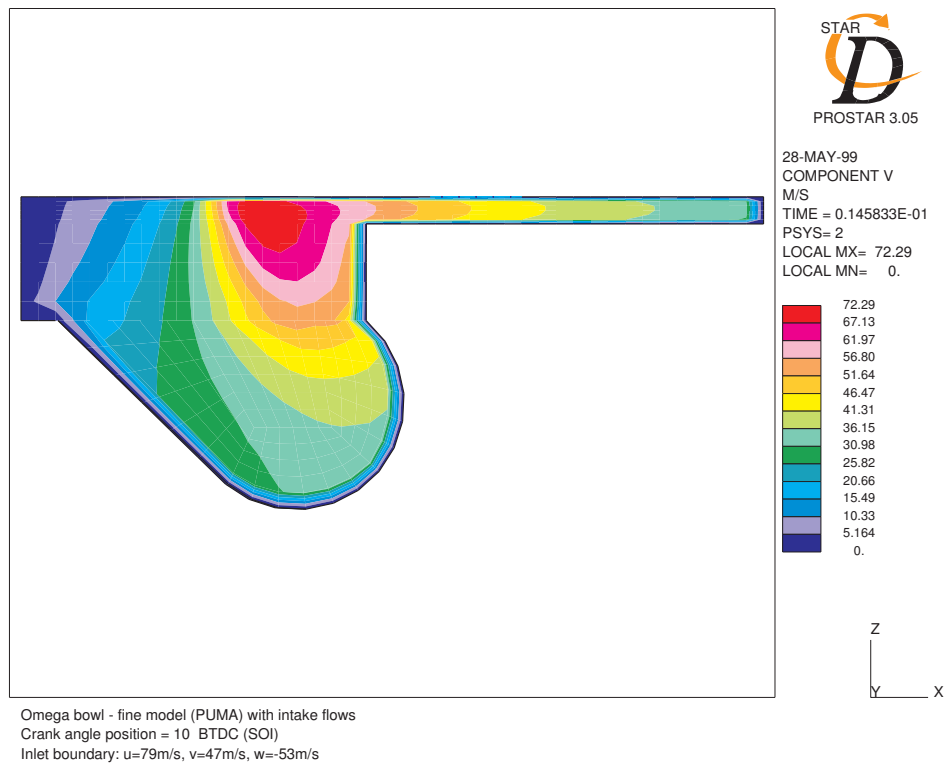


Figure 10.h: Vitesses de swirl à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g).

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

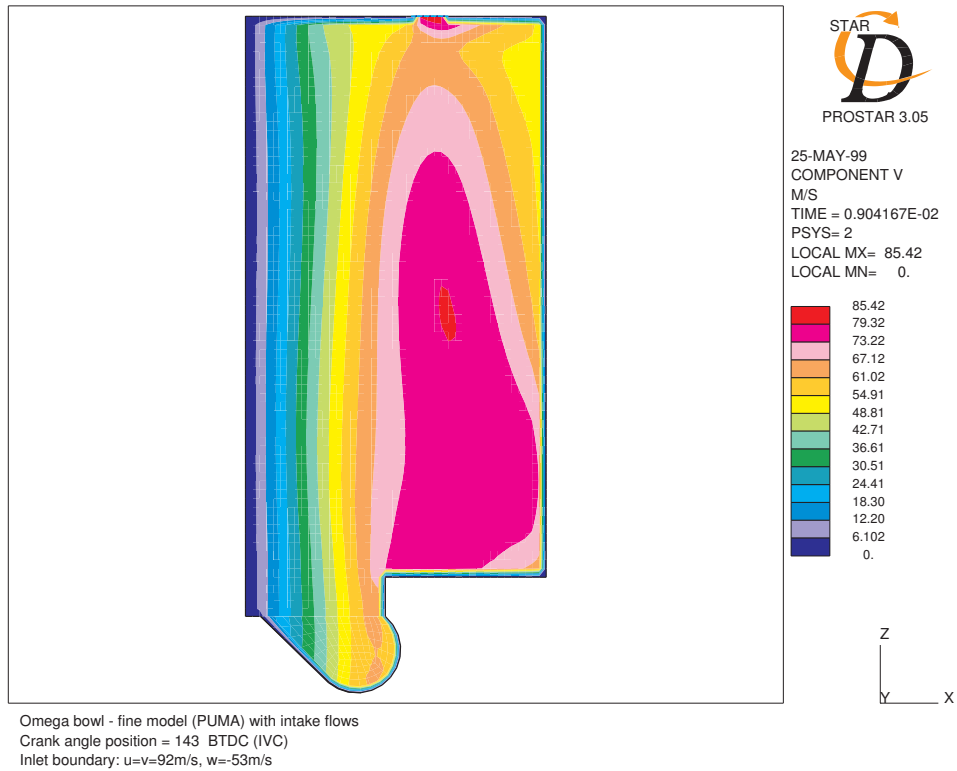


Figure 10.i: Vitesses de swirl à IVC avec le profil de vitesses d'admission (g) – Génération de swirl plus élevée.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

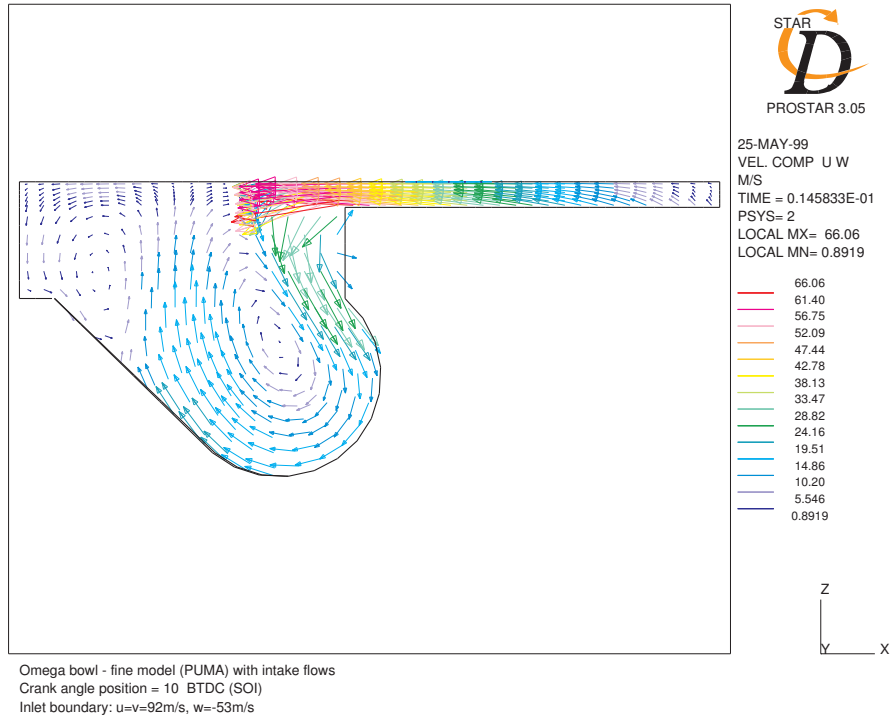


Figure 10.j: Vitesses axiales – radiales à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Génération de swirl plus élevée.

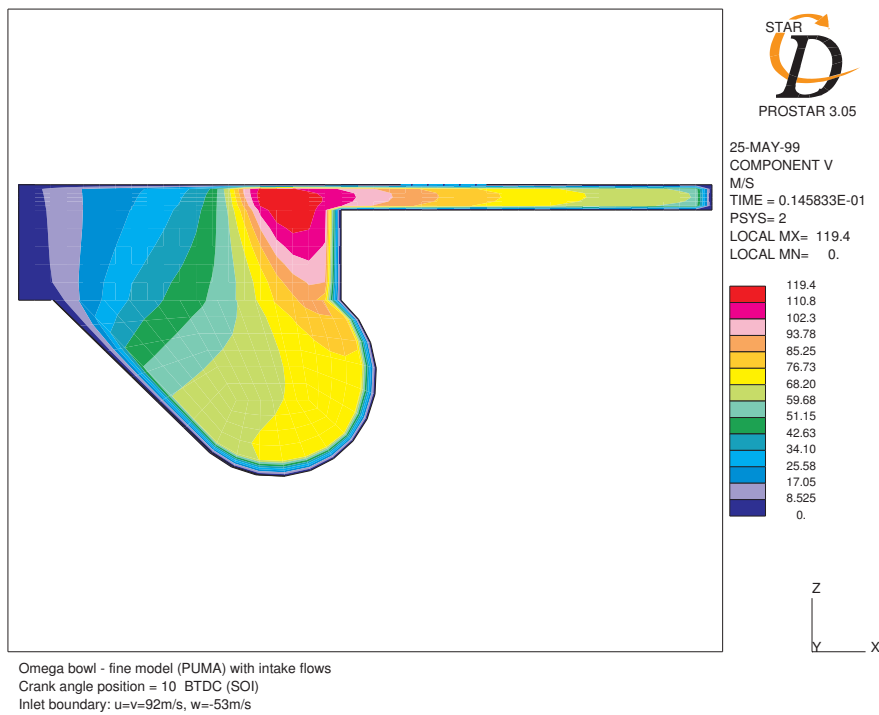


Figure 10.k: Vitesses de swirl à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Génération de swirl plus élevée.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

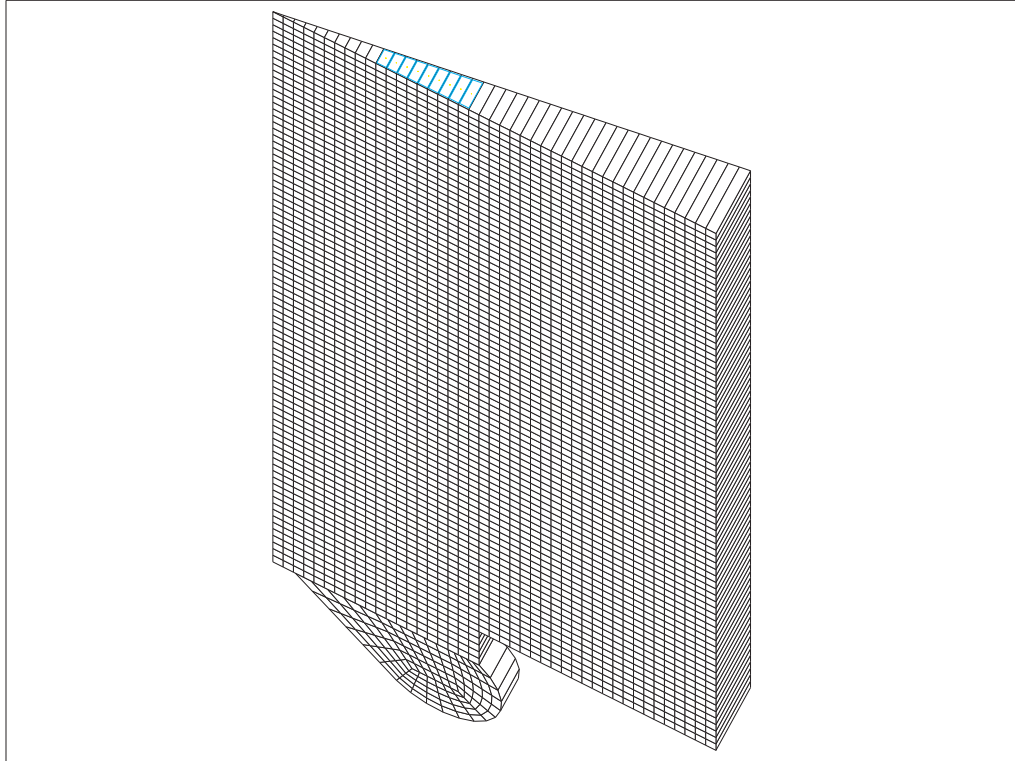


Figure 11.a: Position de la condition limite d'admission vers l'axe de la chambre.

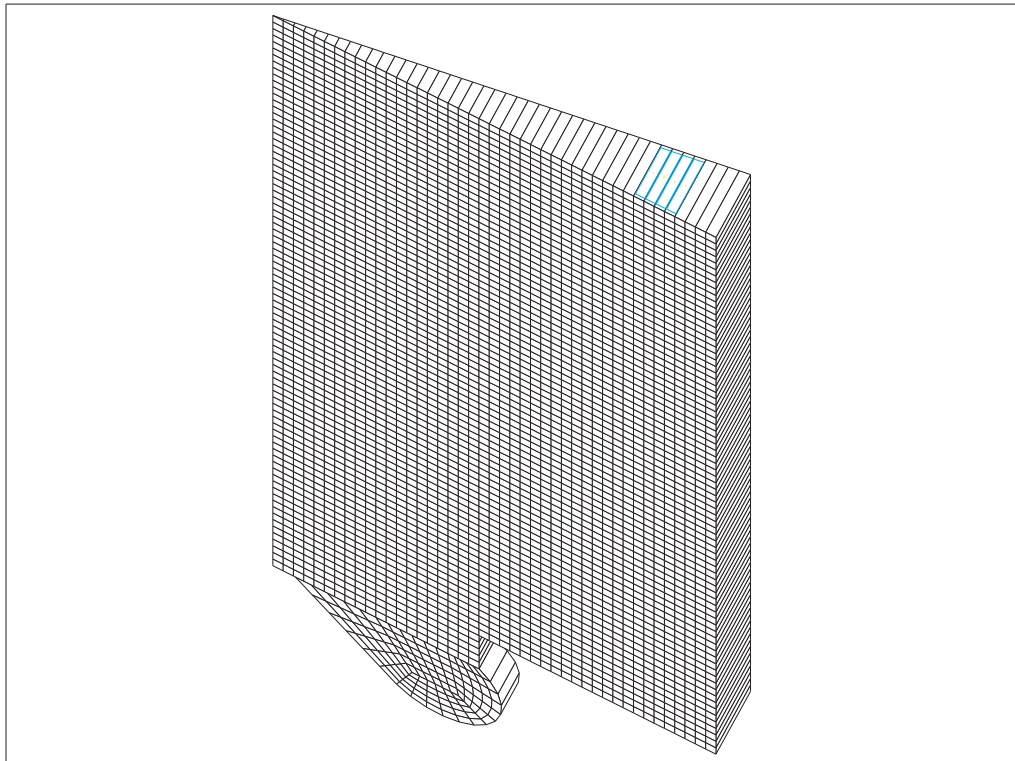


Figure 11.b: Position de la condition limite d'admission vers la paroi du cylindre.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

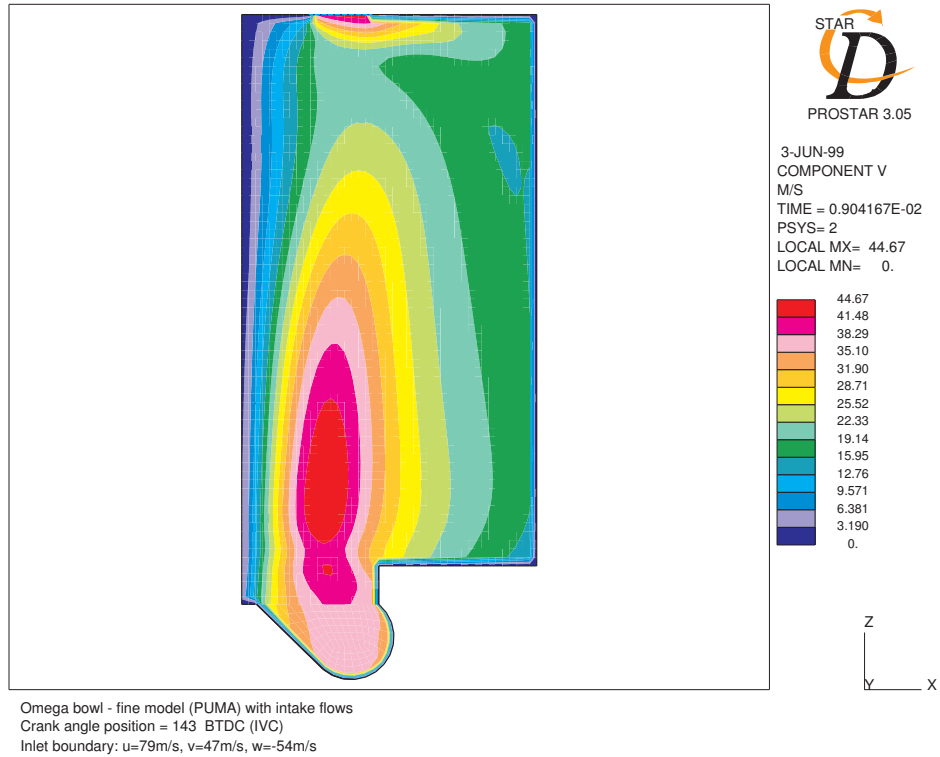


Figure 11.c: Vitesses de swirl à IVC avec la position de l'admission vers l'axe de la chambre.

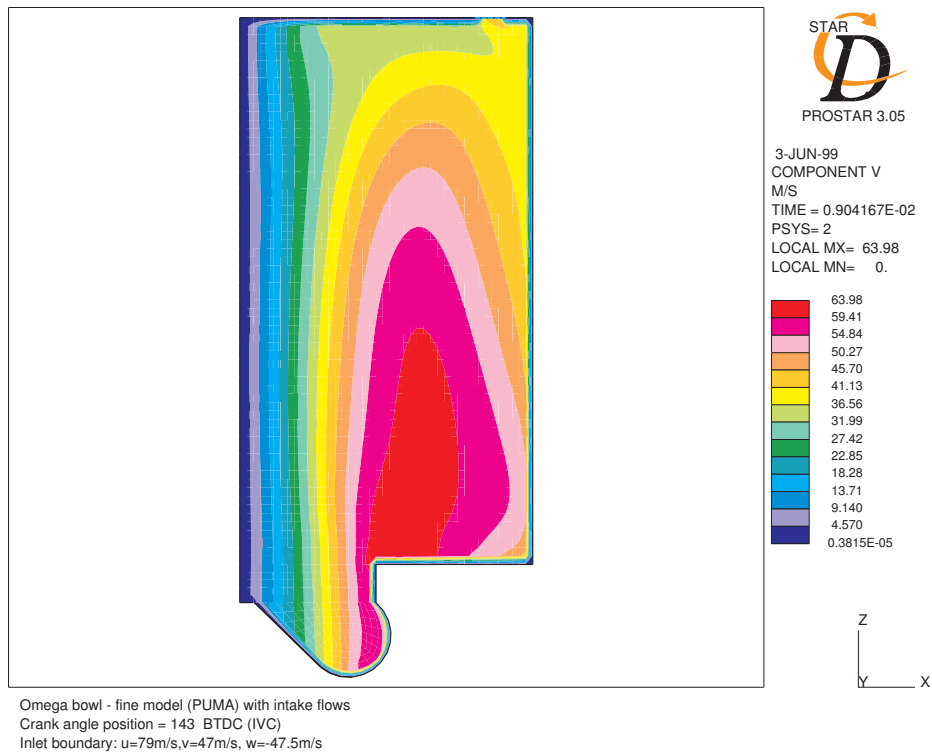


Figure 11.d: Vitesses de swirl à IVC avec la position de l'admission vers la paroi du cylindre.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

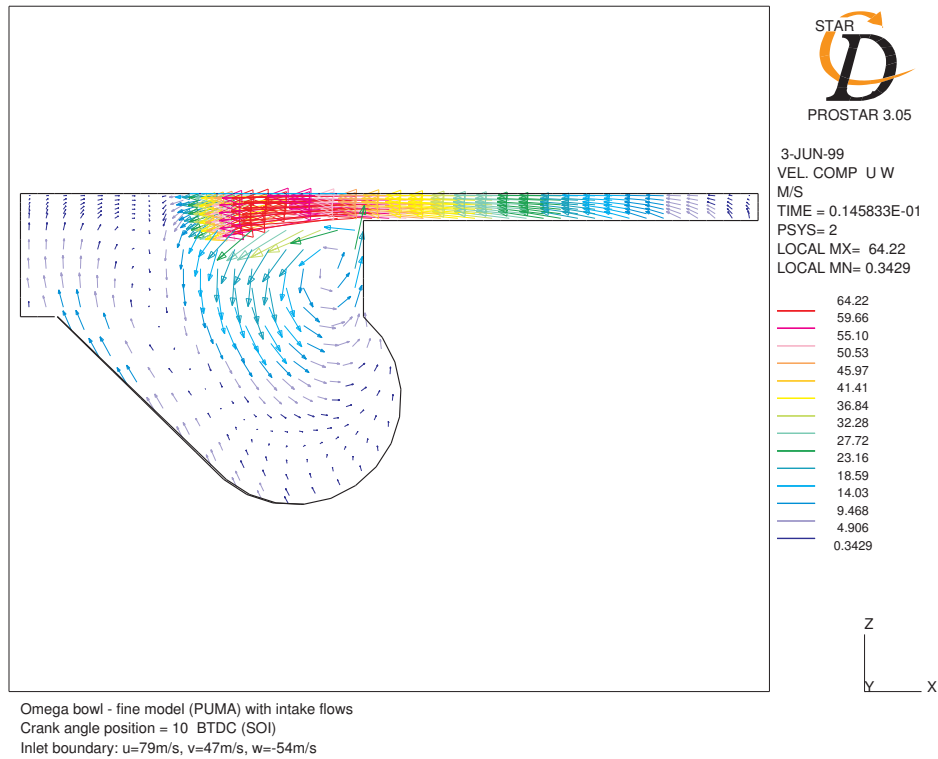


Figure 11.e: Vitesses axiales – radiales à SOI avec la position de l’admission vers l’axe de la chambre.

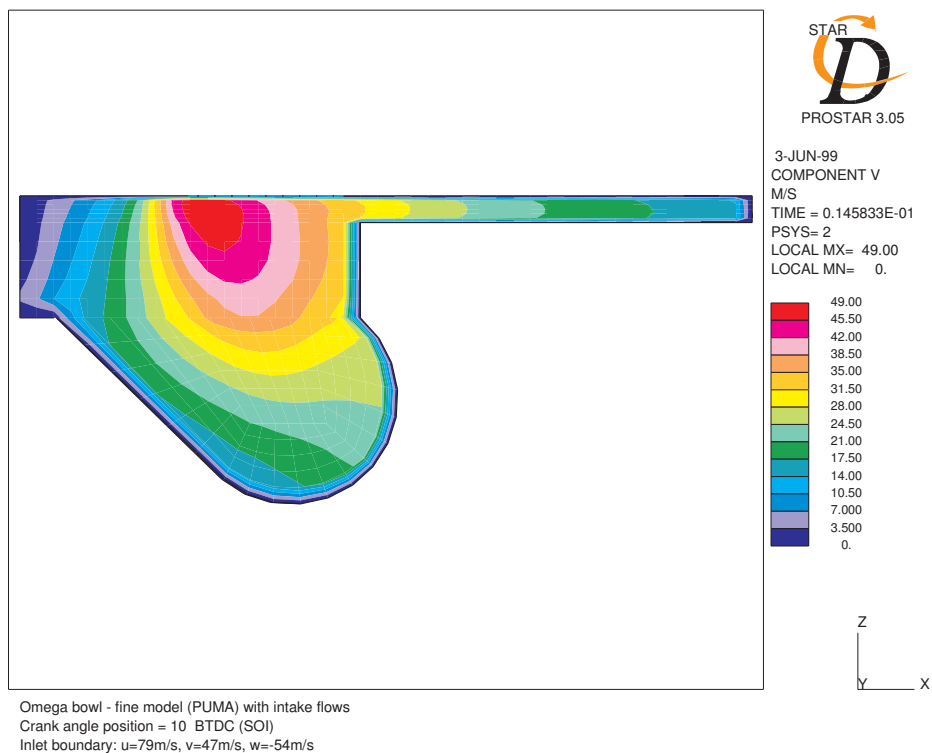


Figure 11.f: Vitesses de swirl à SOI avec la position de l’admission vers l’axe de la chambre.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

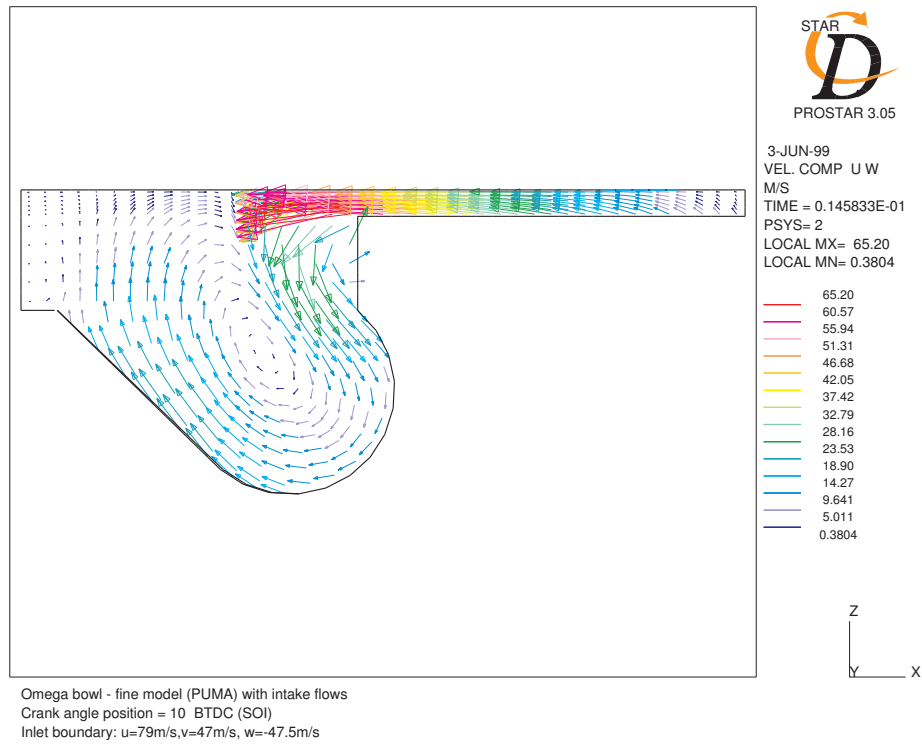


Figure 11.g: Vitesses axiales – radiales à SOI avec la position de l’admission vers la paroi du cylindre.

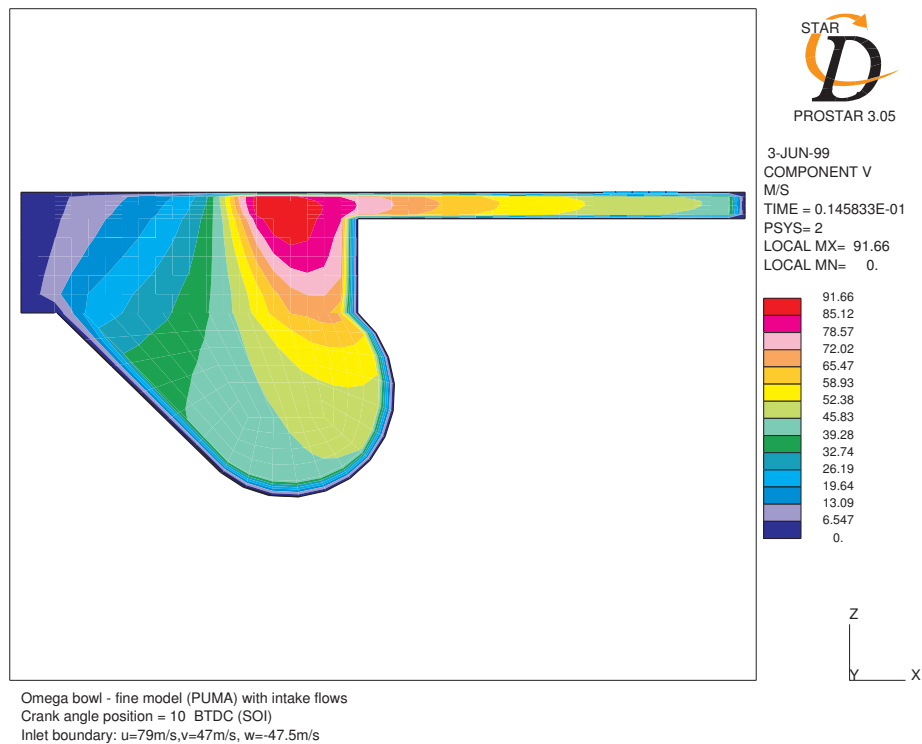


Figure 11.h: Vitesses de swirl à SOI avec la position de l’admission vers la paroi du cylindre.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

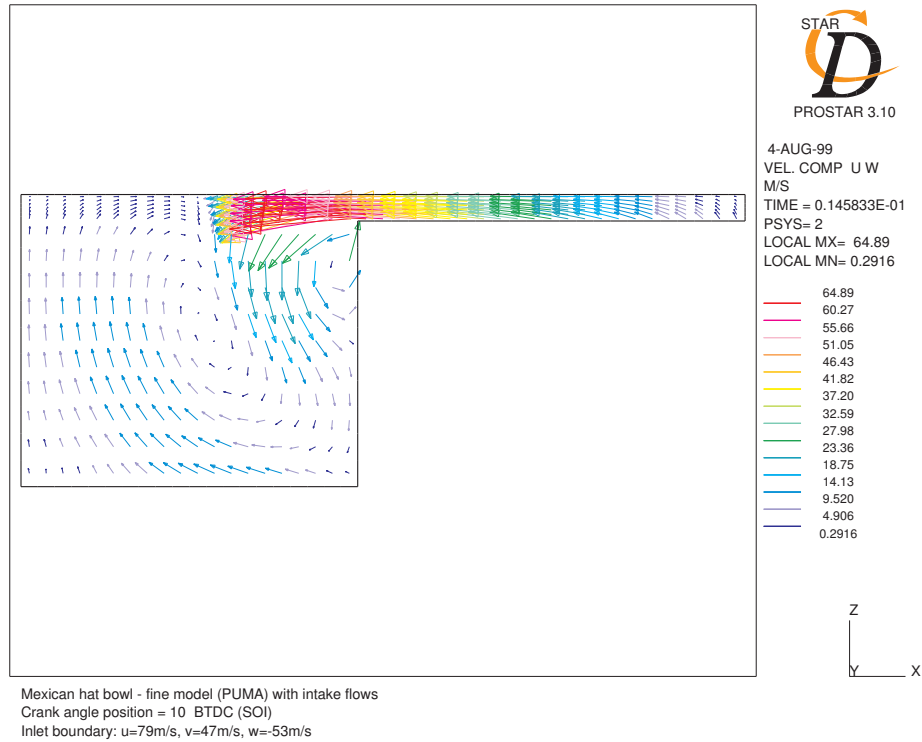


Figure 12.a: Vitesses axiales – radiales à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Maillage fin.

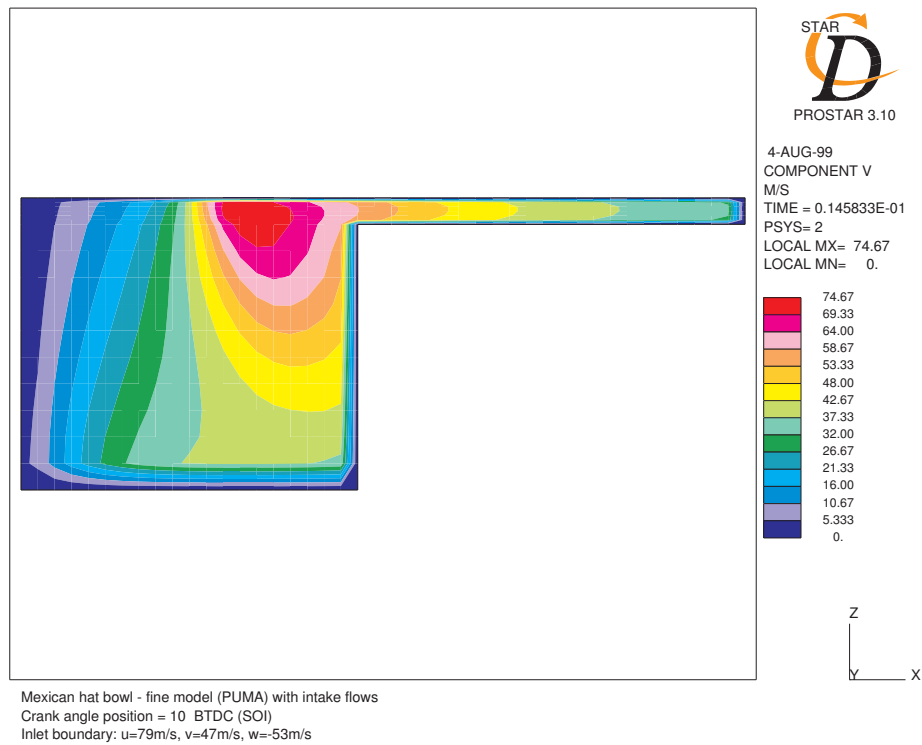


Figure 12.b: Vitesses de swirl à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Maillage fin.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

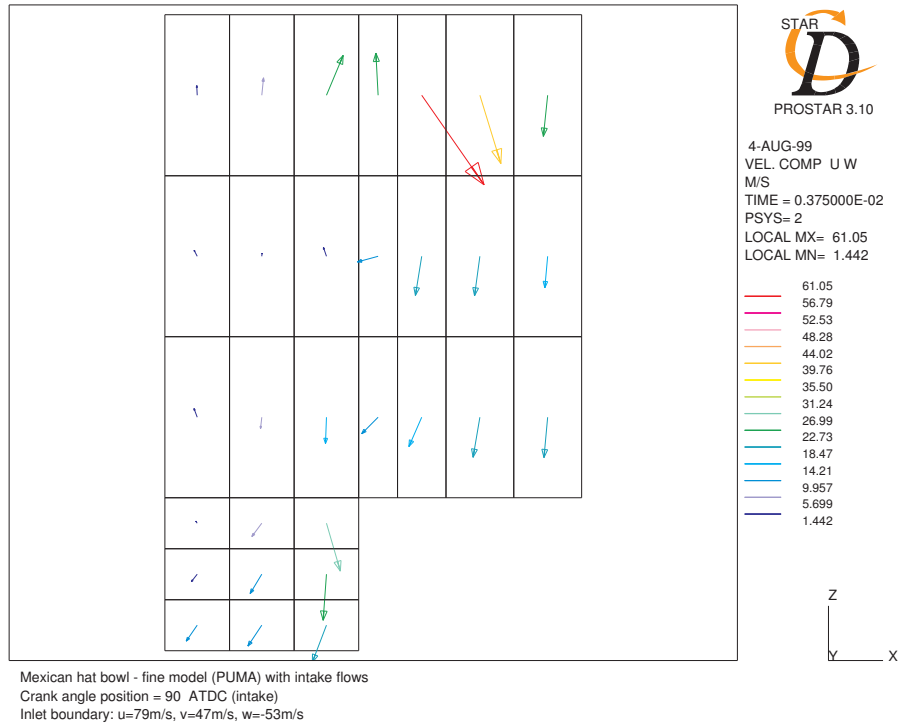


Figure 12.c: Vitesses axiales – radiales à 90° ATDC (processus d’admission) avec le profil de vitesses (g) – Maillage à faible résolution.

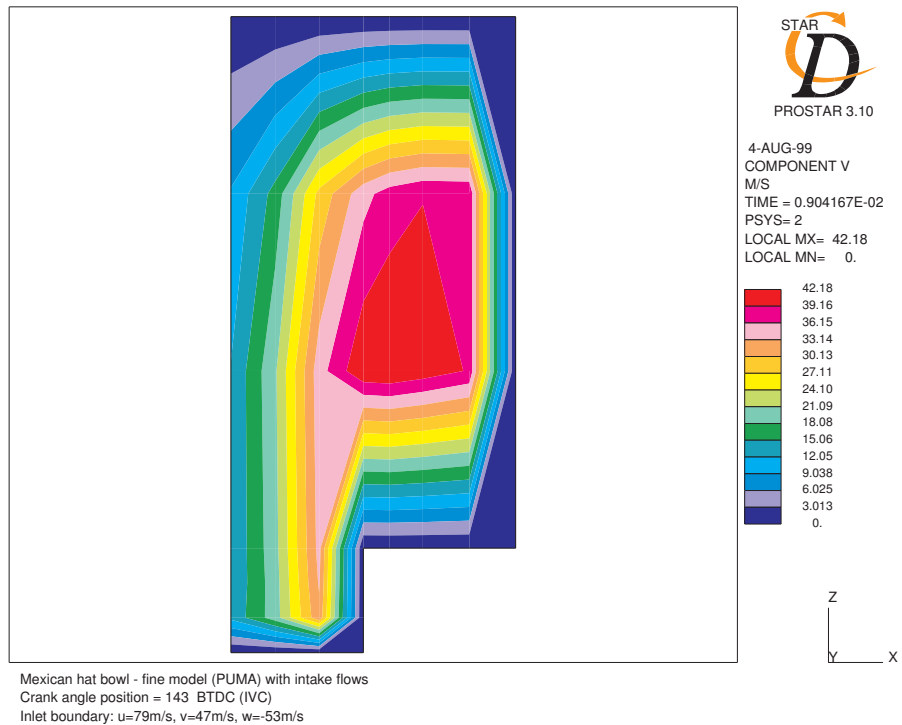


Figure 12.d: Vitesses de swirl à IVC avec le profil de vitesses d’admission (g) – Maillage à faible résolution.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

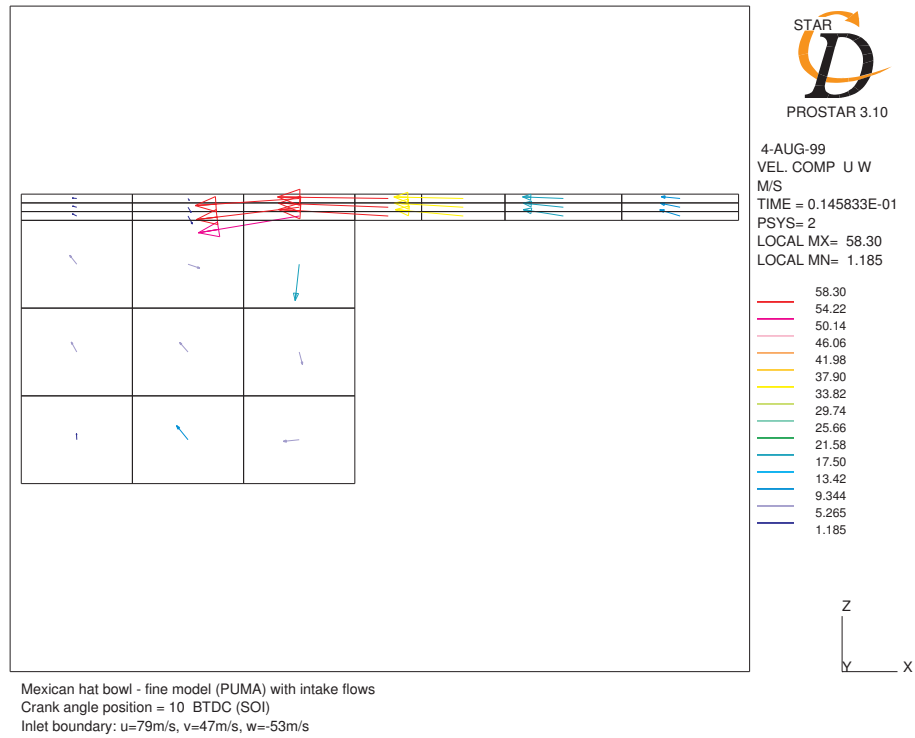


Figure 12.e: Vitesses axiales – radiales à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Maillage à faible résolution.

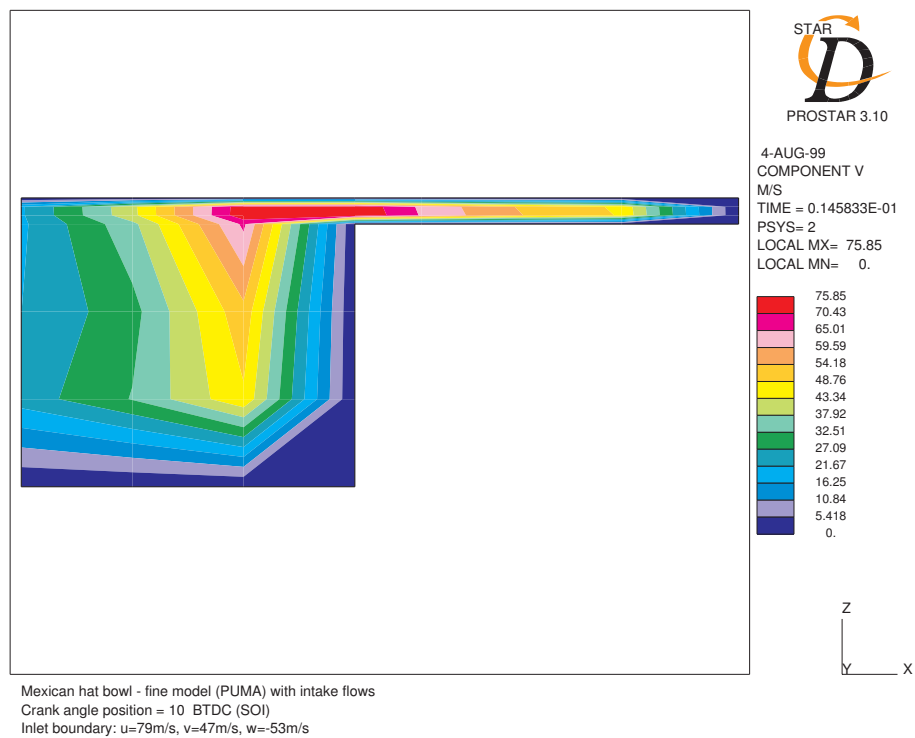


Figure 12.f: Vitesses de swirl à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Maillage à faible résolution.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

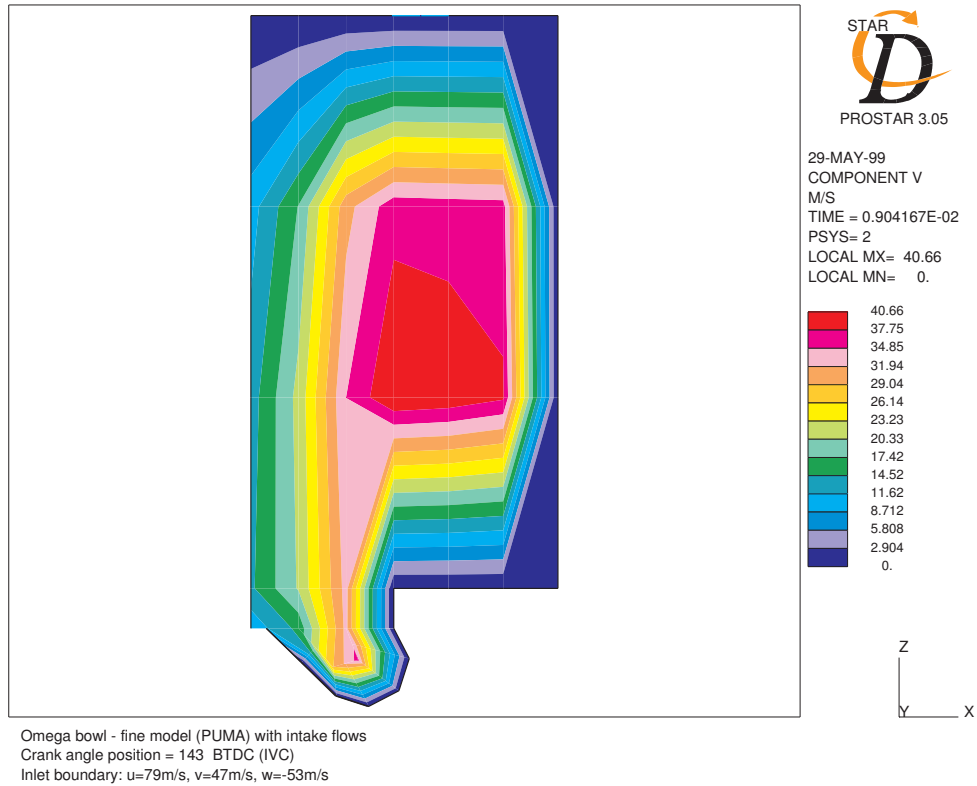


Figure 13.a: Vitesses de swirl à IVC avec le profil de vitesses d'admission (g) – Modèle Omega.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

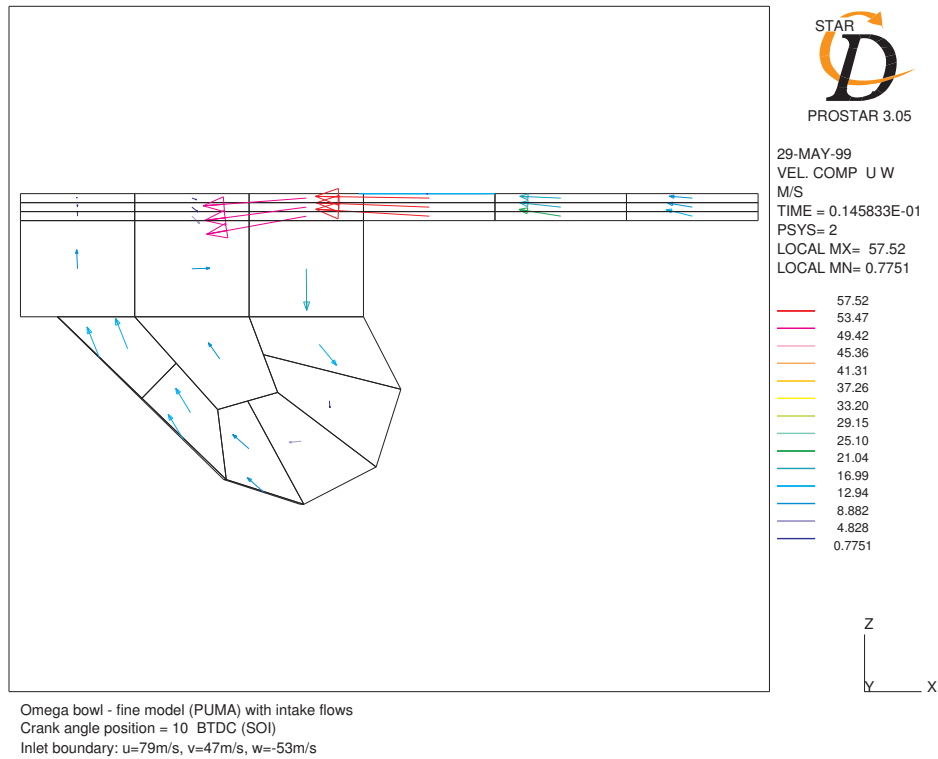


Figure 13.b: Vitesses axiales – radiales à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Modèle Omega.

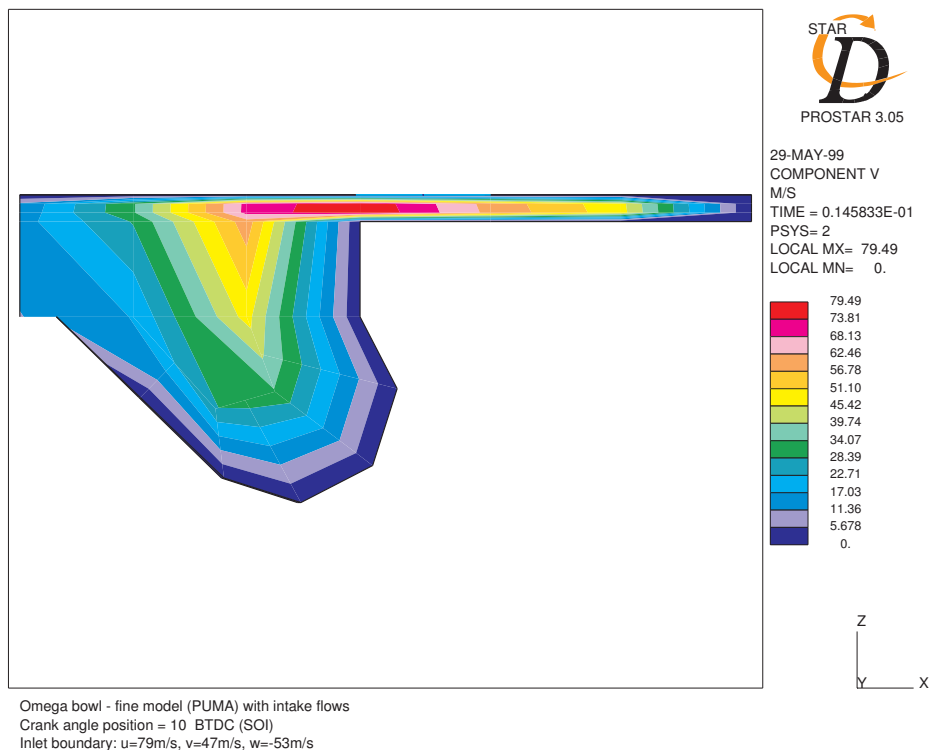


Figure 13.c: Vitesses de swirl à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) – Modèle Omega.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

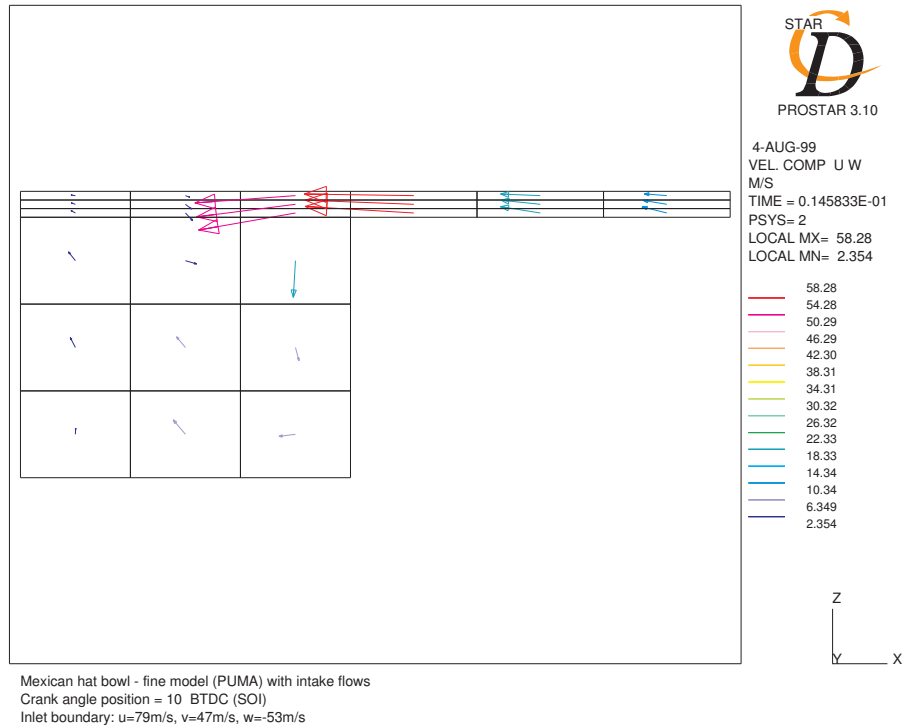


Figure 13.d: Vitesses axiales – radiales à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) –
Modèle Bloc cylindrique.

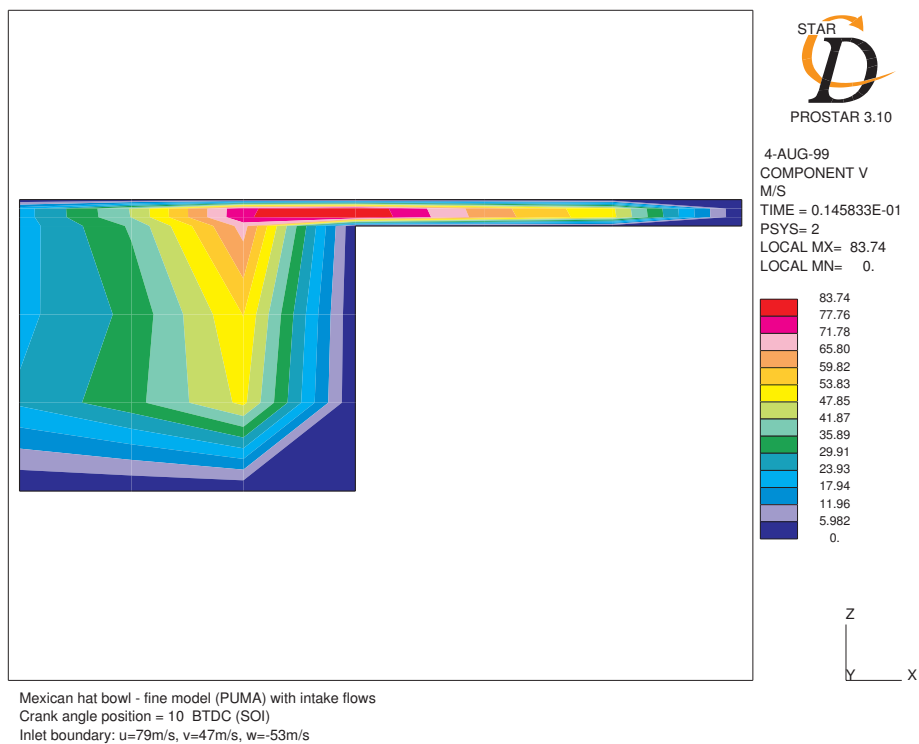


Figure 13.e: Vitesses de swirl à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g) –
Modèle Bloc cylindrique.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

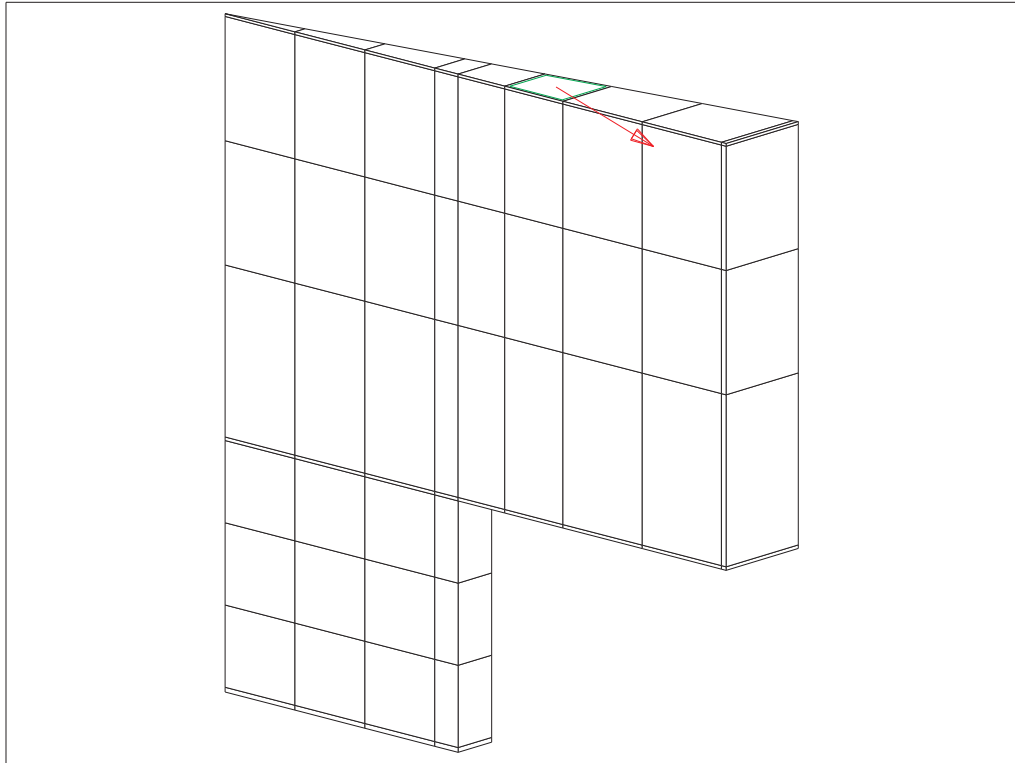


Figure 15.a: Maillage.

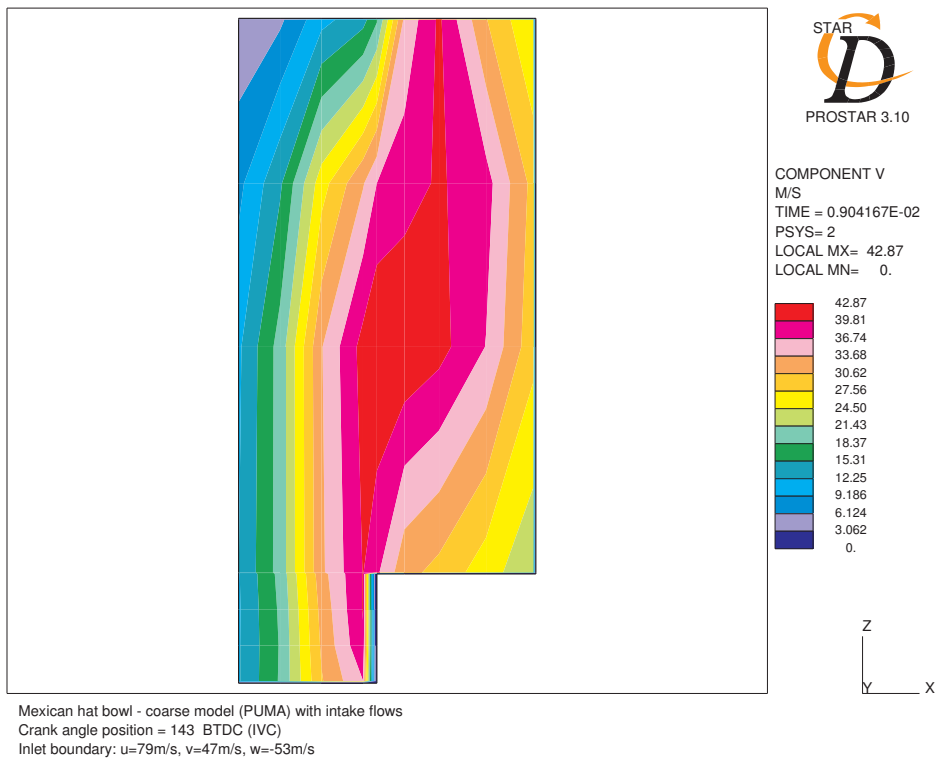


Figure 15.b: Vitesse de swirl à IVC avec le profil de vitesses d'admission (g).

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

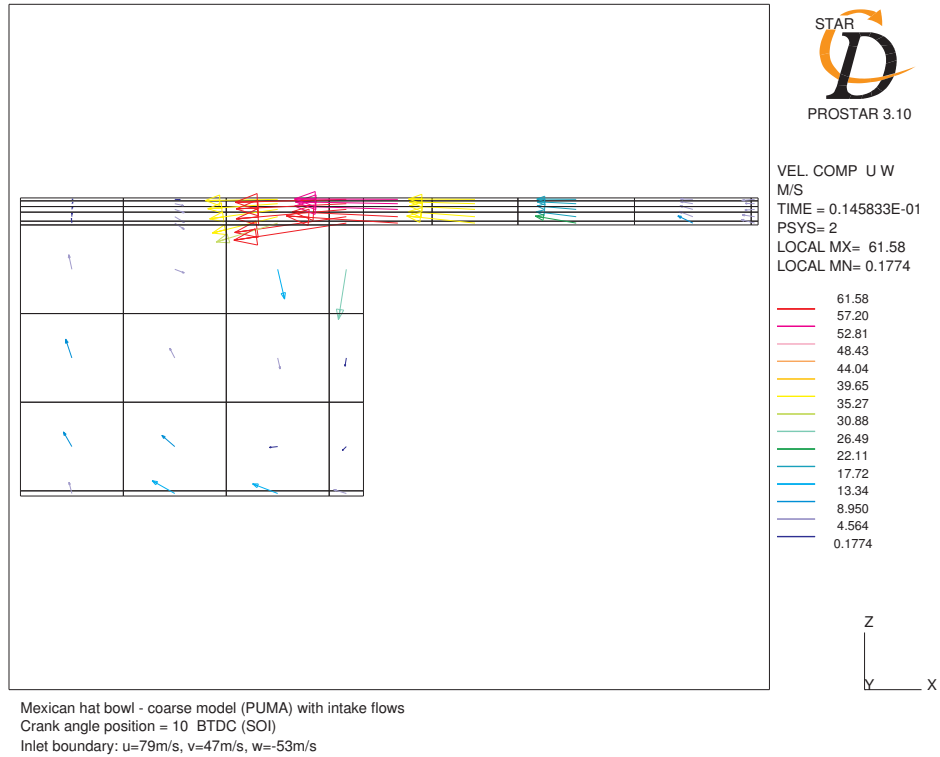


Figure 15.c: Vitesses axiales – radiales à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g).

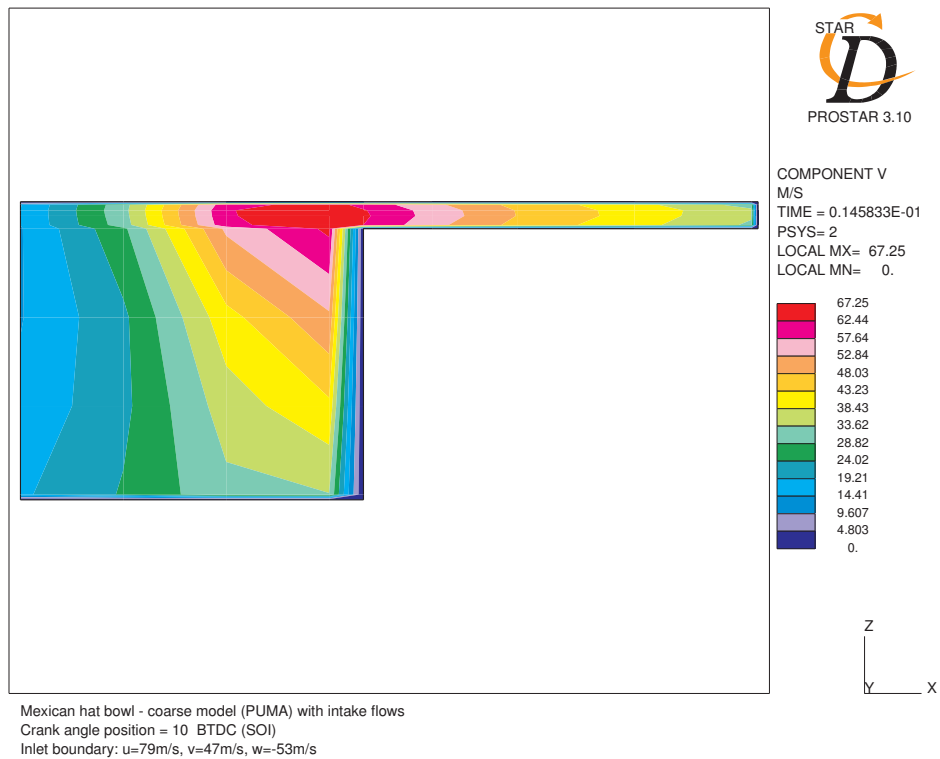


Figure 15.d: Vitesses de swirl à SOI avec le profil de vitesses d’admission (g).

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

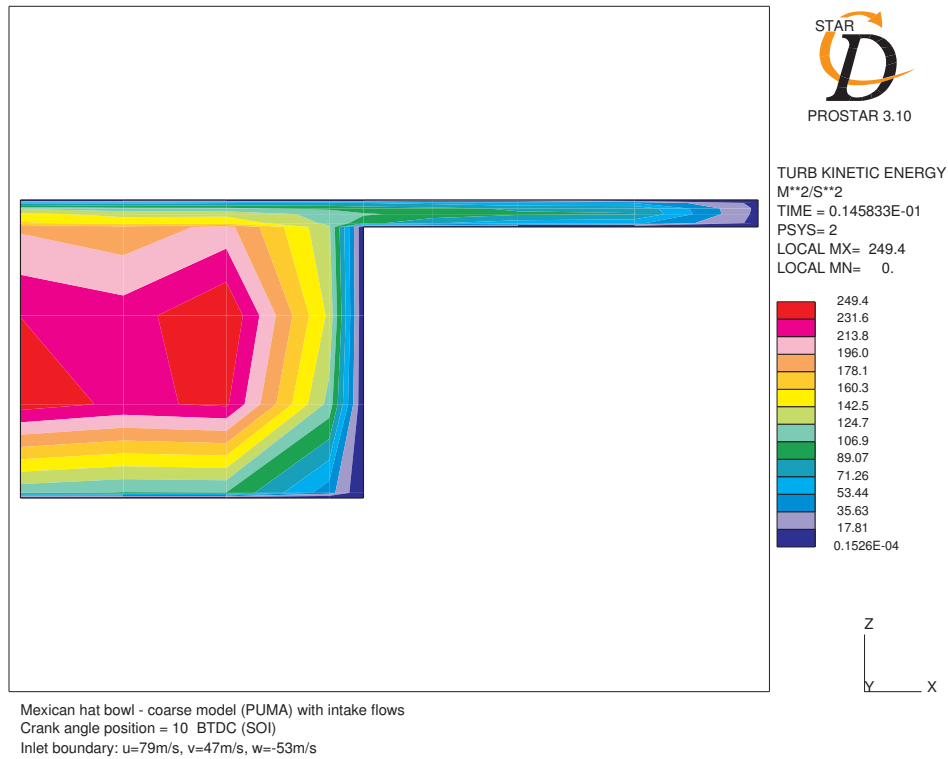


Figure 15.e: Energie cinétique de la turbulence à SOI.

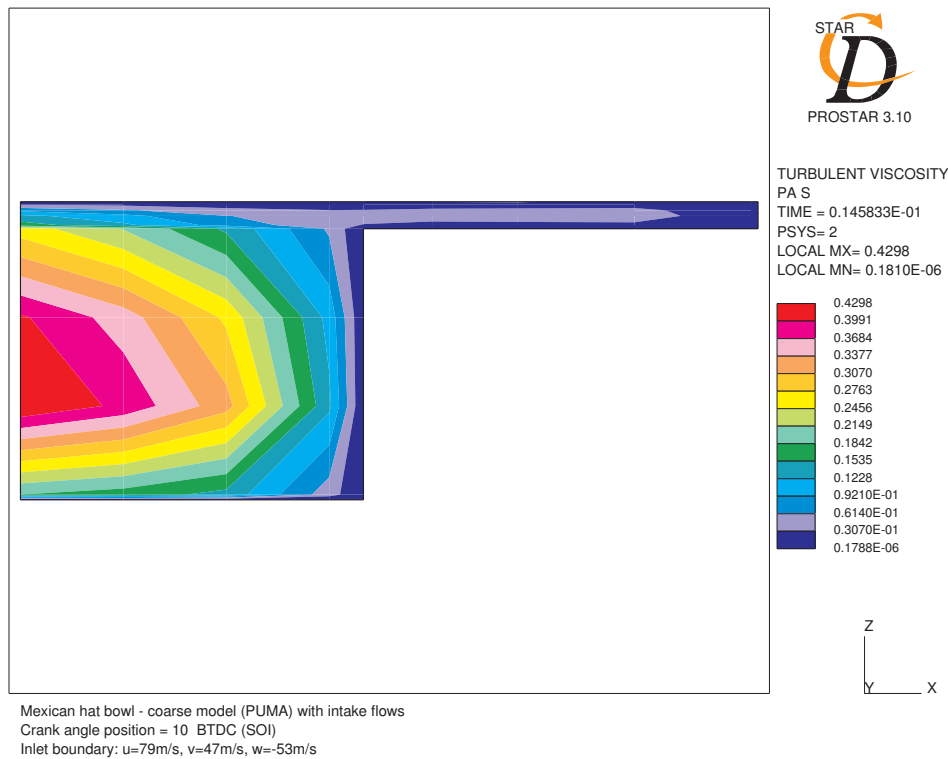


Figure 15.f: Viscosité turbulente à SOI.

Annexe G: Simulations pour validation.

Partie 14: Données de validation CFD en fonction de la position angulaire.

Partie 16: Simulation des paramètres thermiques du gaz aux parois.

Partie 17: Sensibilité de la résolution du maillage sur la turbulence

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

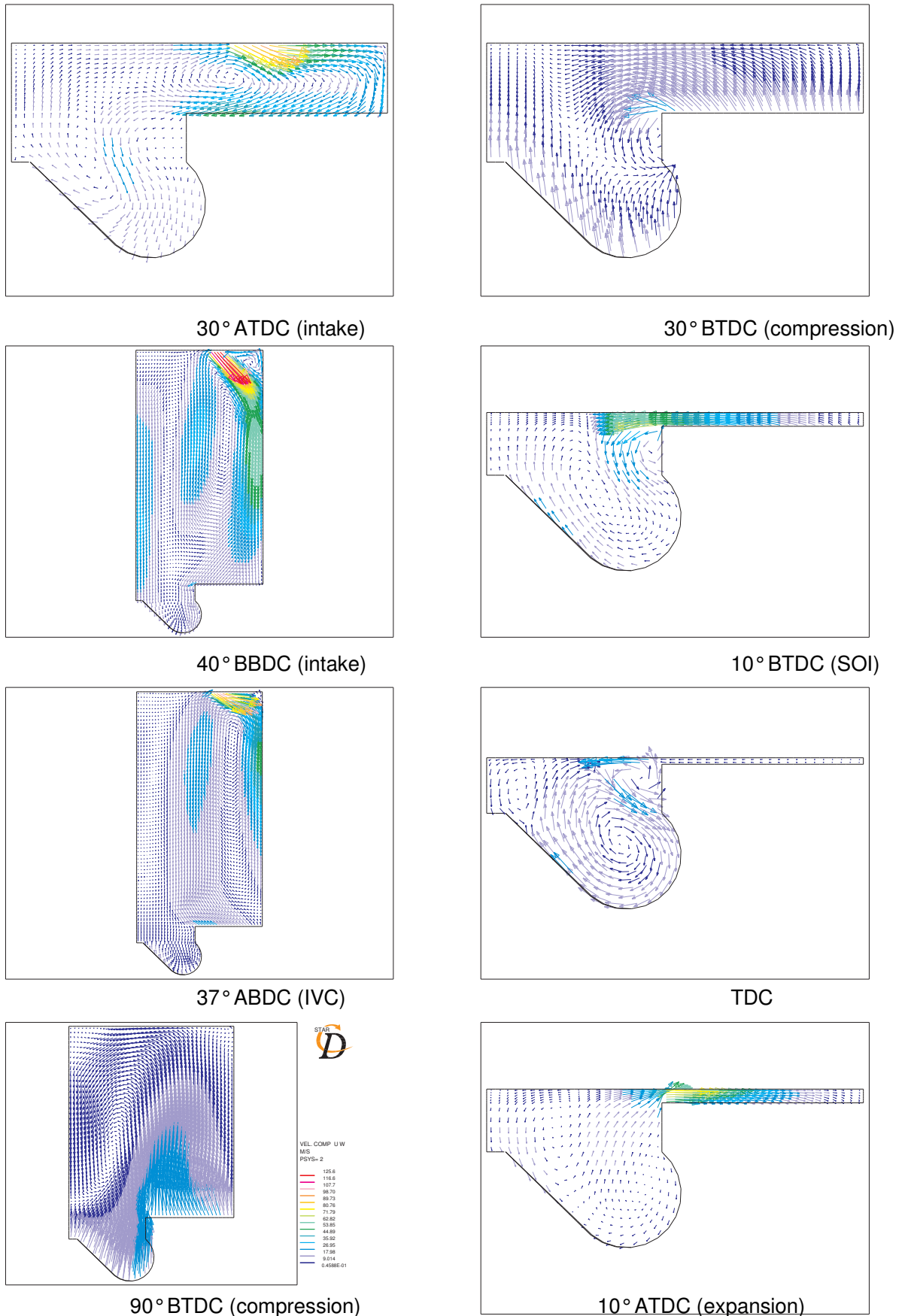


Figure 14.a: Vitesses axiales – radiales.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

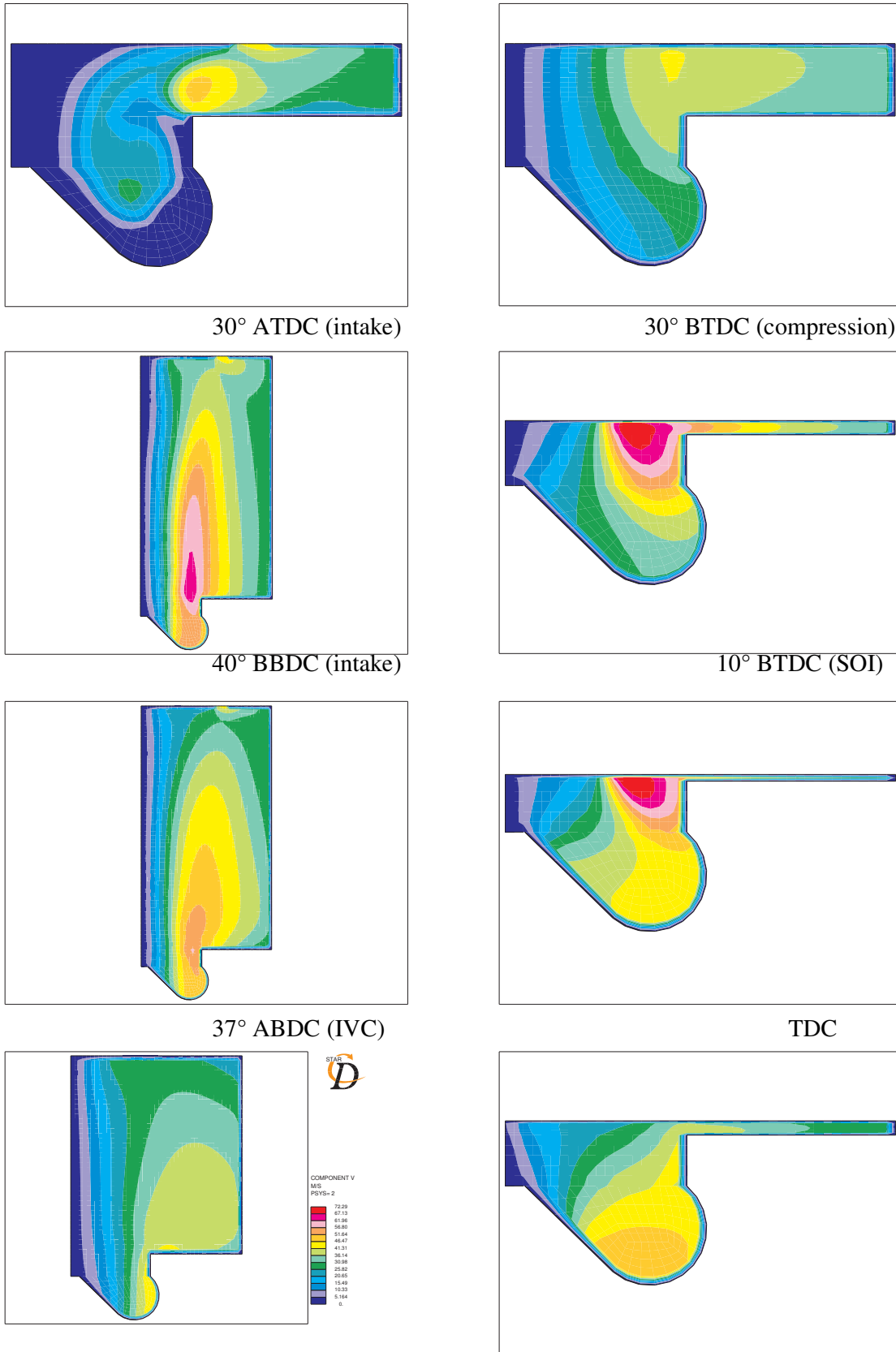


Figure 14.b: Swirl velocities.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

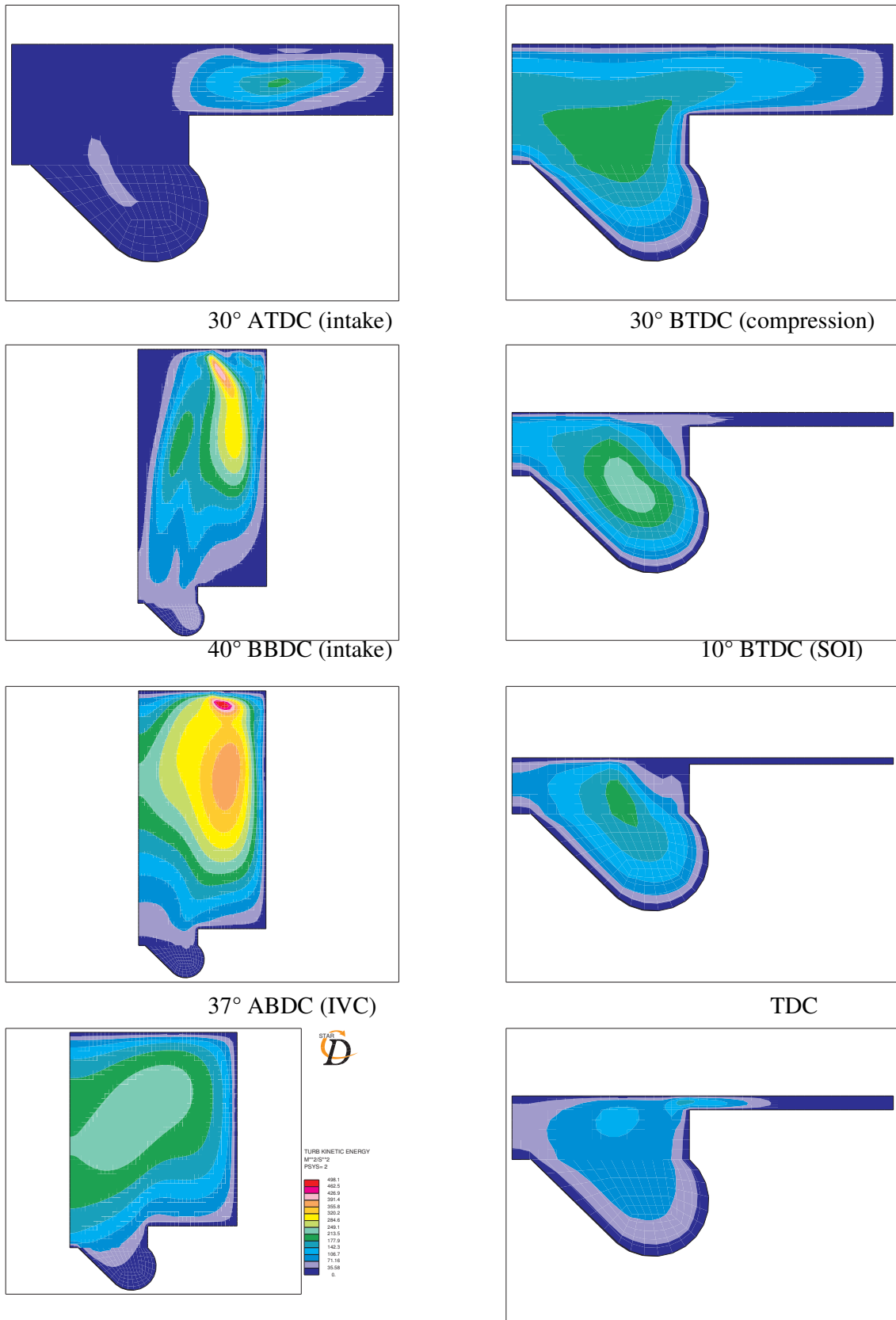


Figure 14.c: Energie cinétique de la turbulence.

10° ATDC (expansion)

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

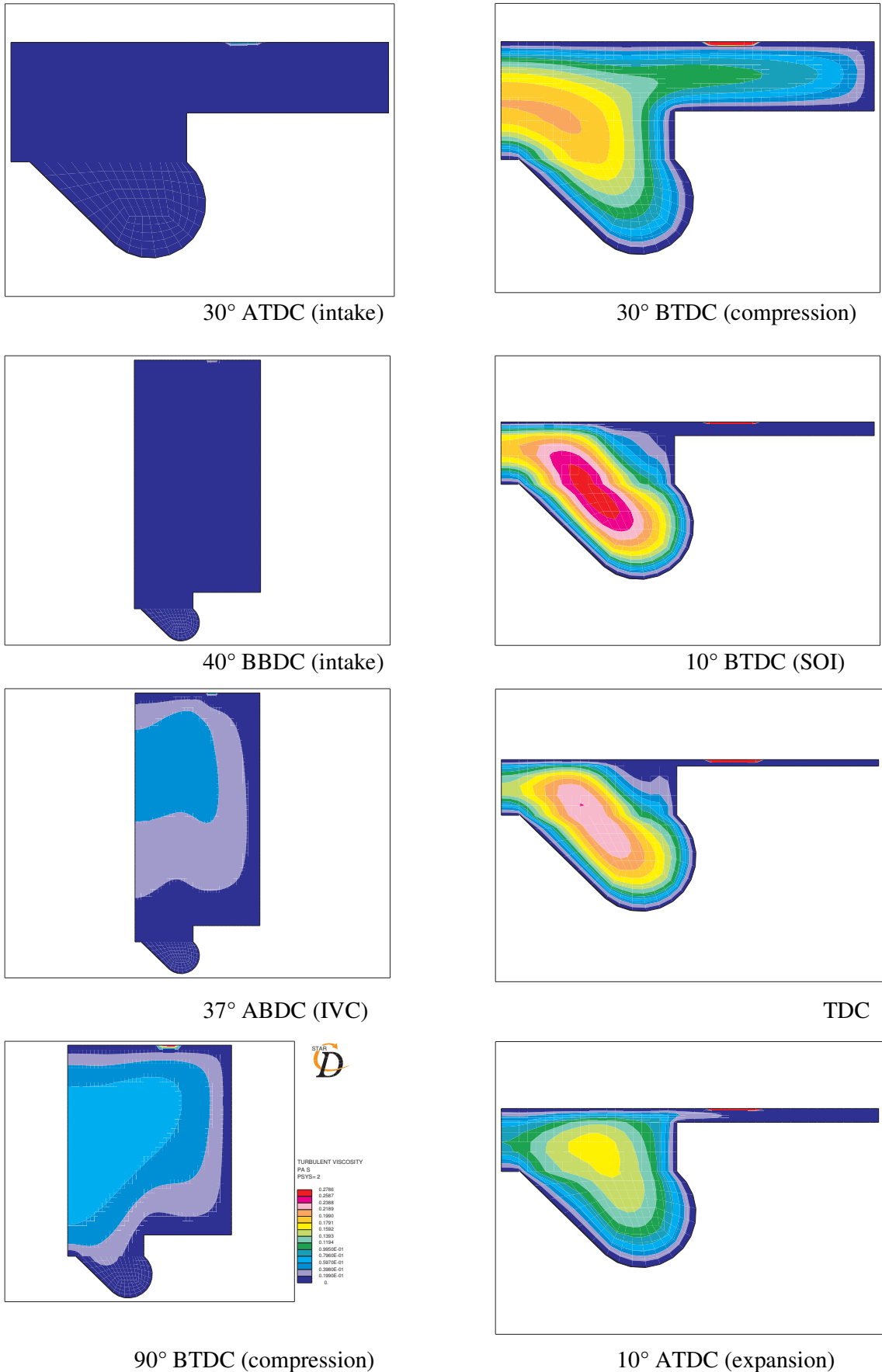
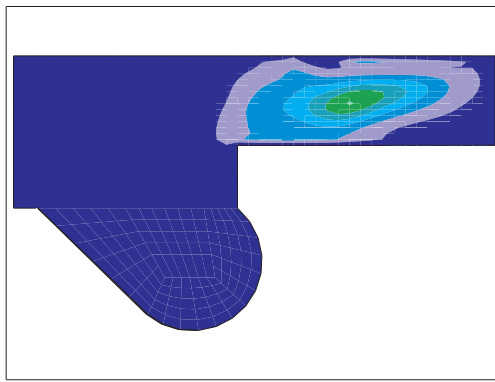
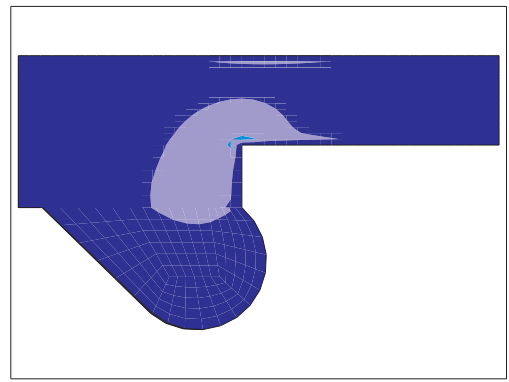


Figure 14.d: Viscosité turbulente.

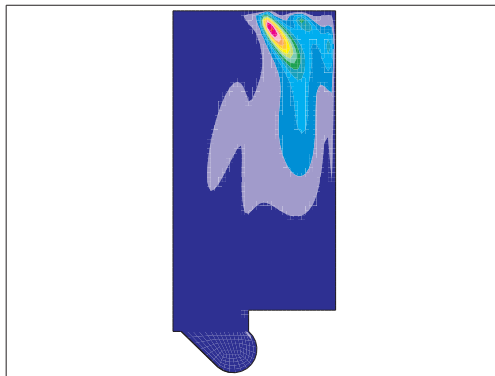
Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel



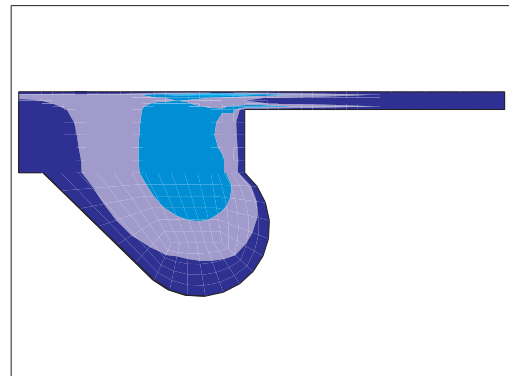
30° ATDC (intake)



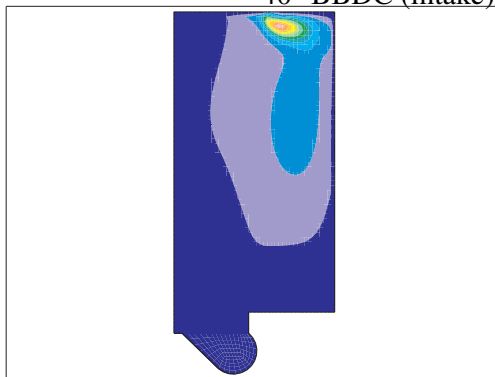
30° BTDC (compression)



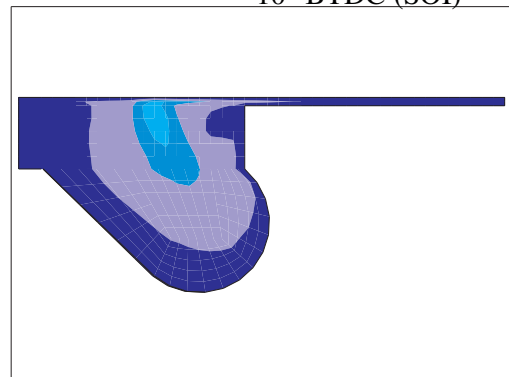
40° BBDC (intake)



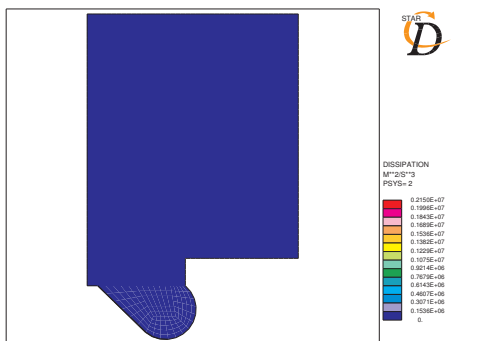
10° BTDC (SOI)



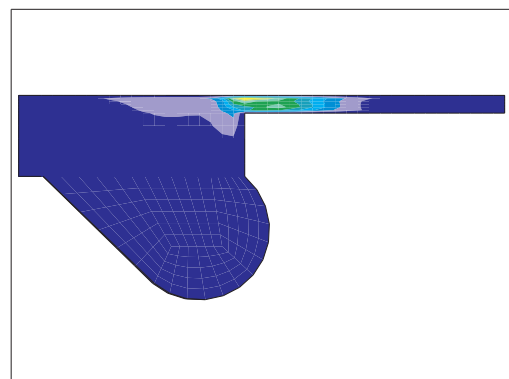
37° ABDC (IVC)



TDC



90° BTDC (compression)



10° ATDC (expansion)

Figure 14.e: Dissipation de la turbulence.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

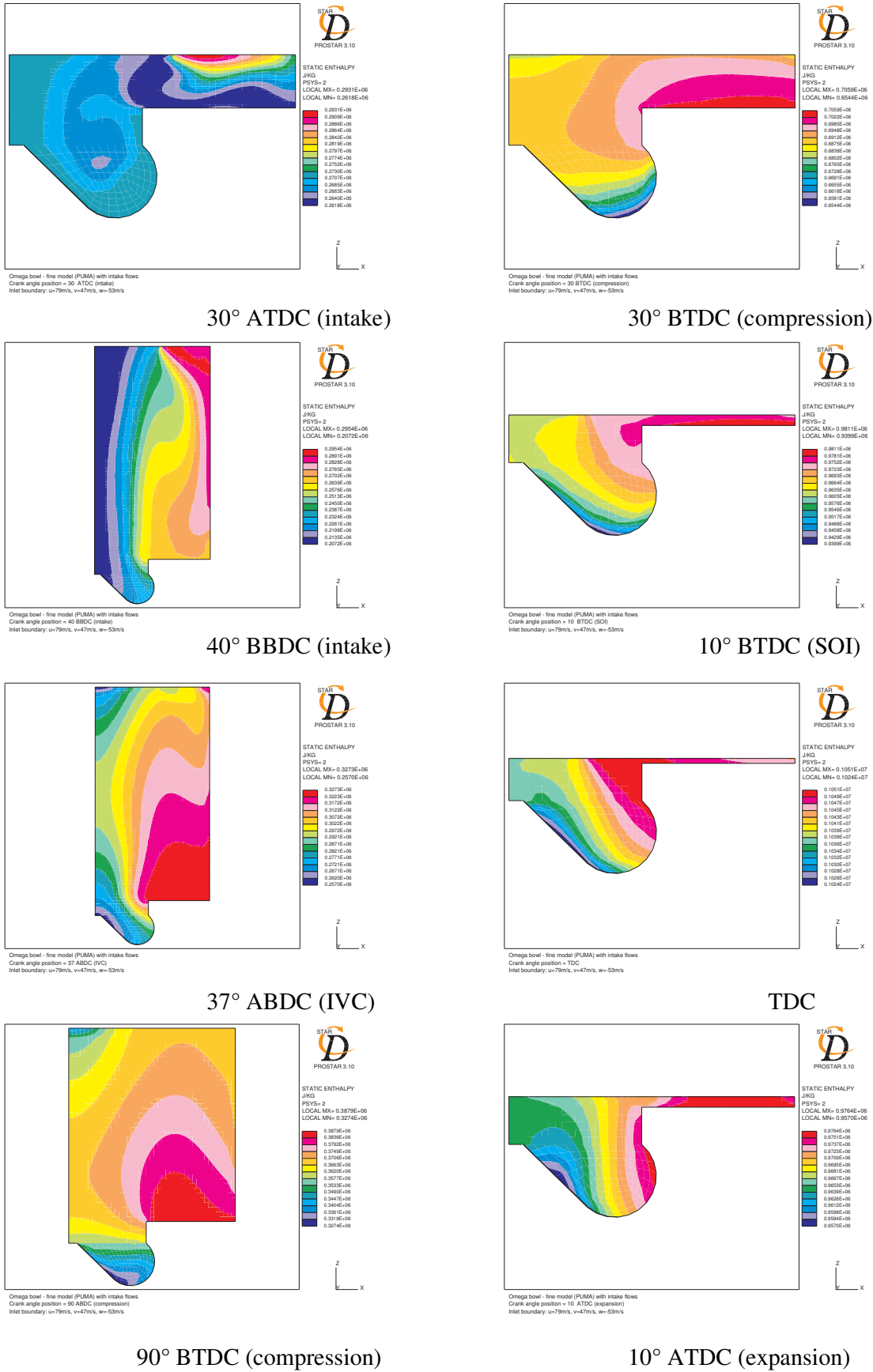


Figure 14.f: Enthalpie statique.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

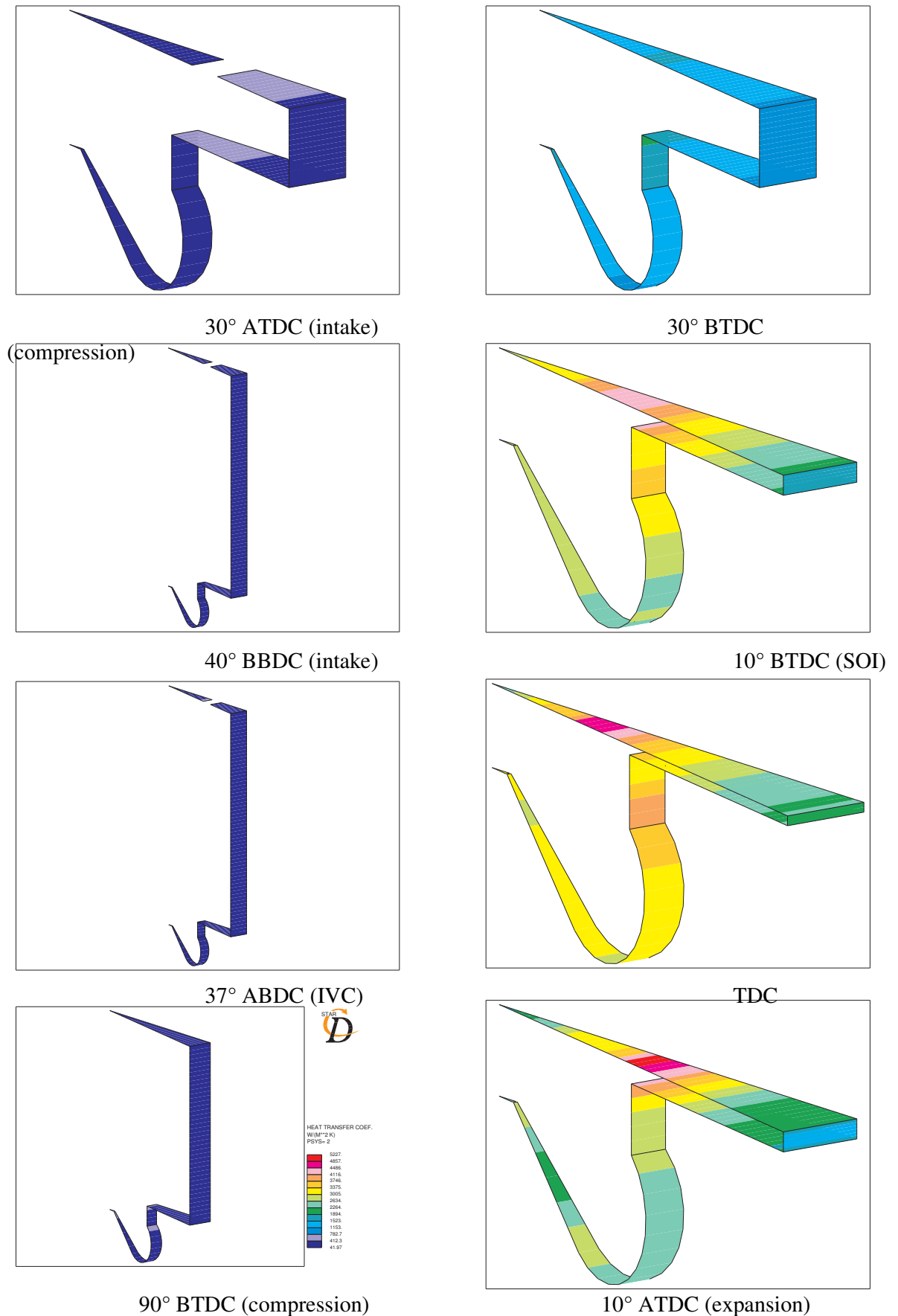
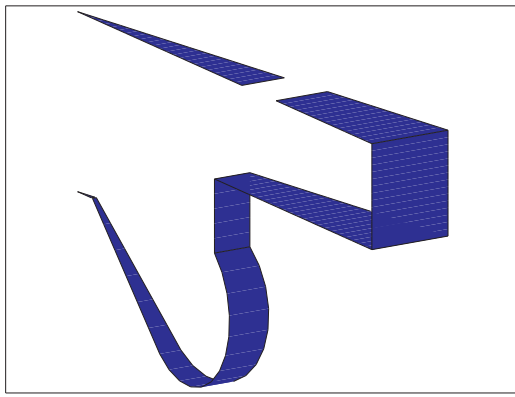
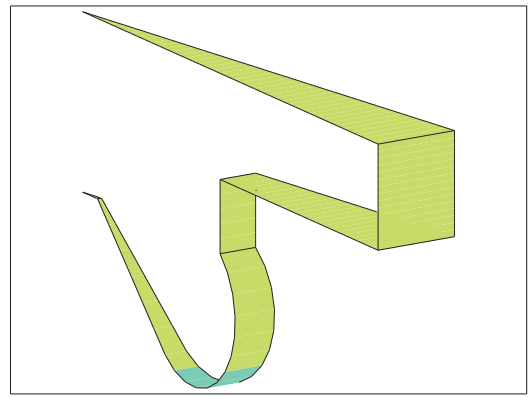


Figure 14.g: Coefficients de transfert de chaleur.

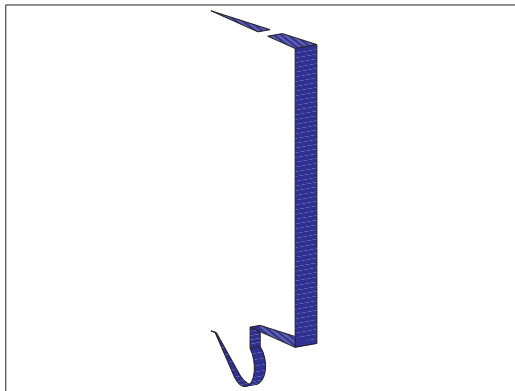
Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel



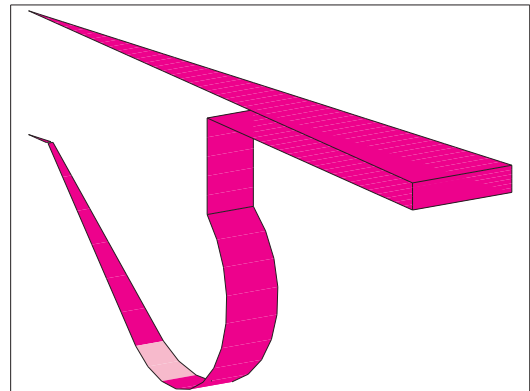
30° ATDC (intake)



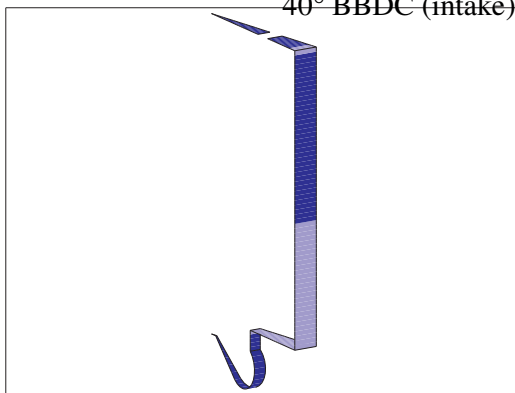
30° BTDC (compression)



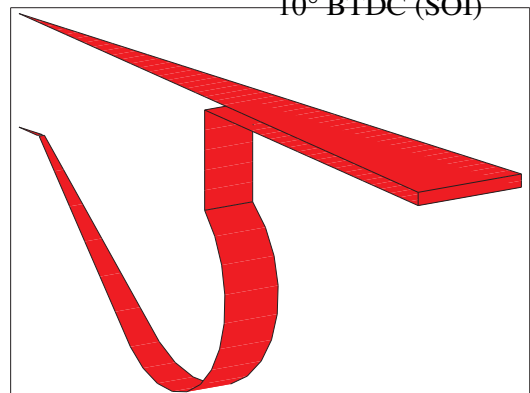
40° BBDC (intake)



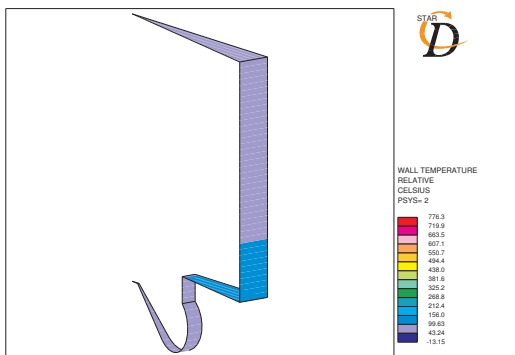
10° BTDC (SOI)



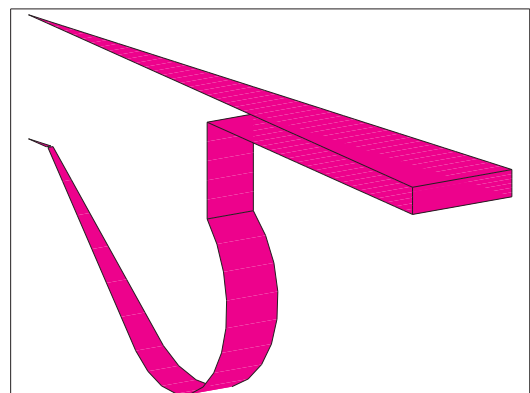
37° ABDC (IVC)



TDC



90° BTDC (compression)



10° ATDC (expansion)

Figure 14.h: Températures aux parois.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

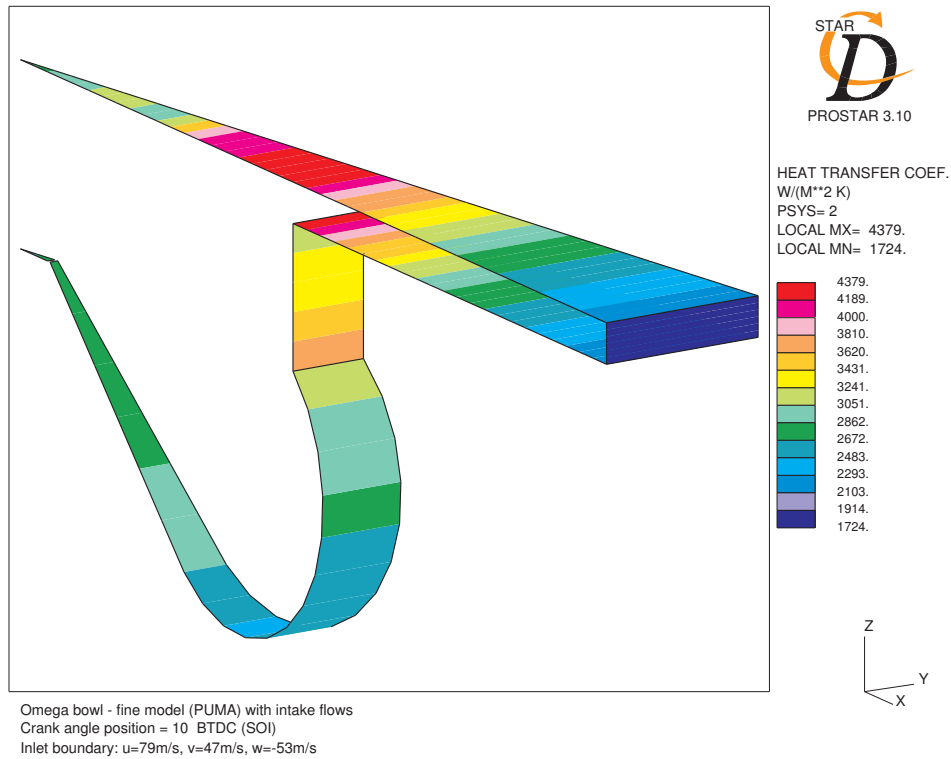


Figure 16.a: Coefficients de transfert de chaleur à SOI.

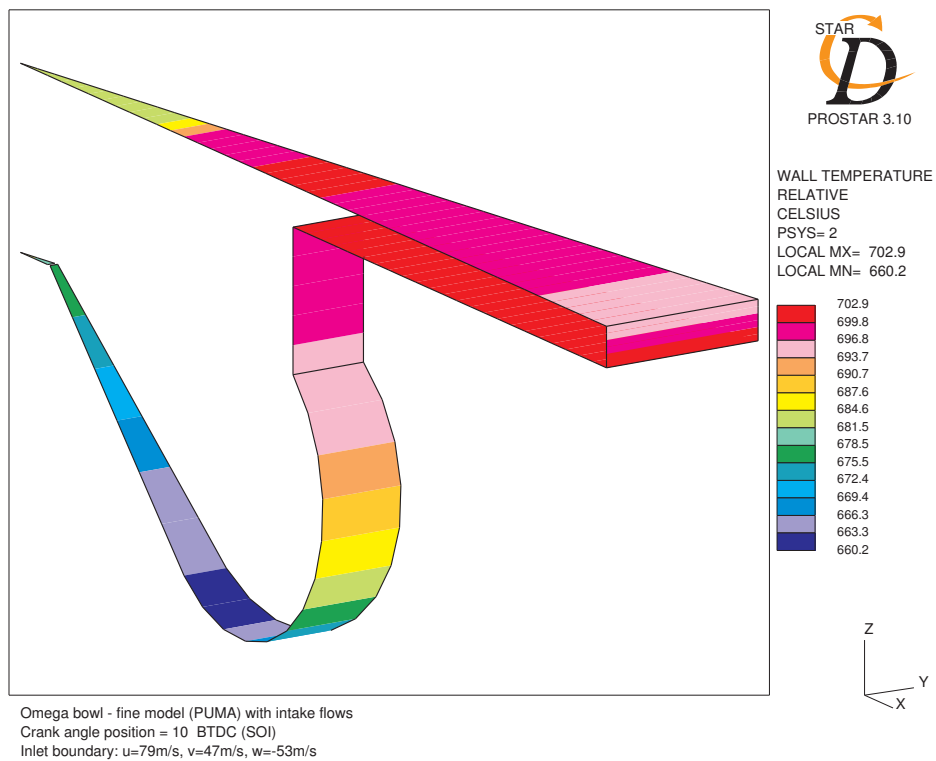


Figure 16.b: Températures aux parois à SOI.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

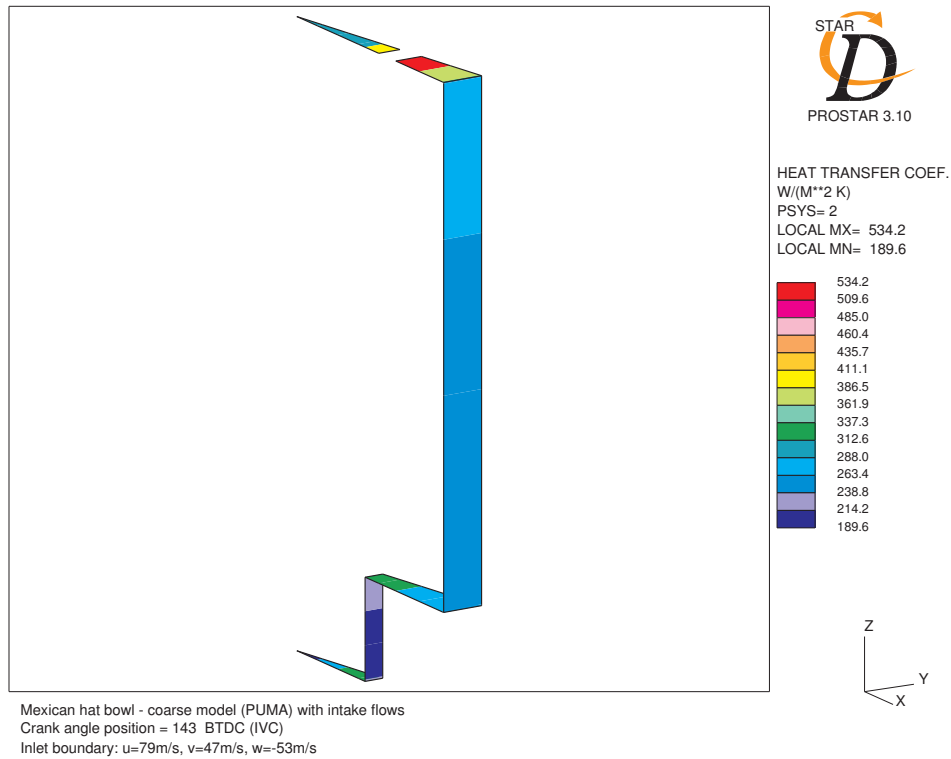


Figure 16.c: Coefficients de transfert de chaleur à IVC avec traitement du maillage près des parois.

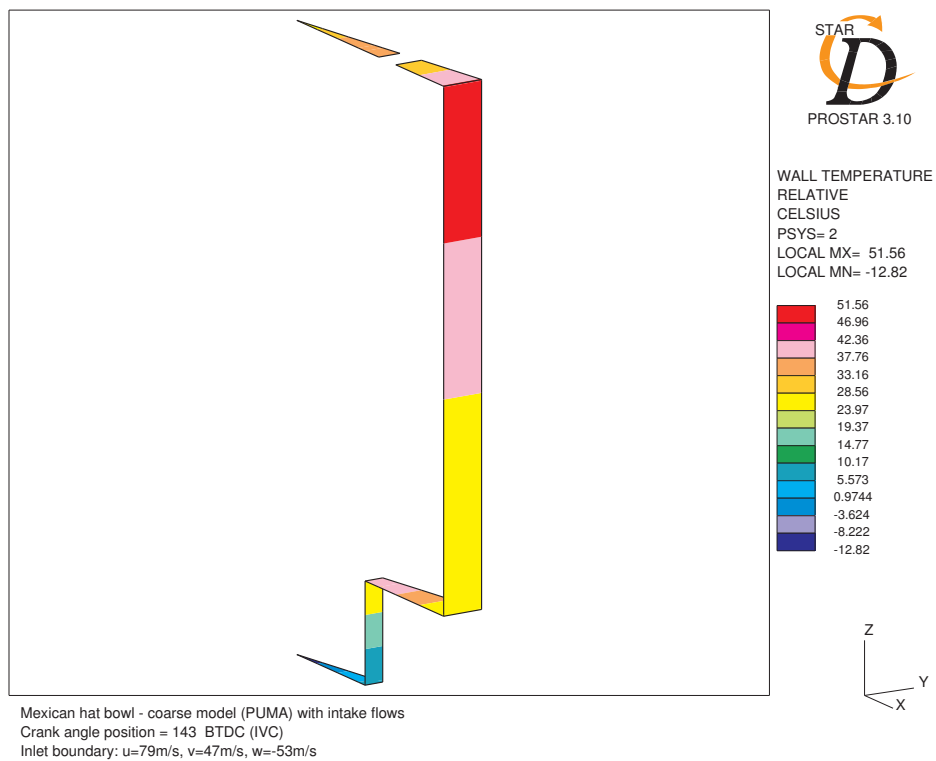


Figure 16.d: Températures aux parois à IVC avec traitement du maillage près des parois.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

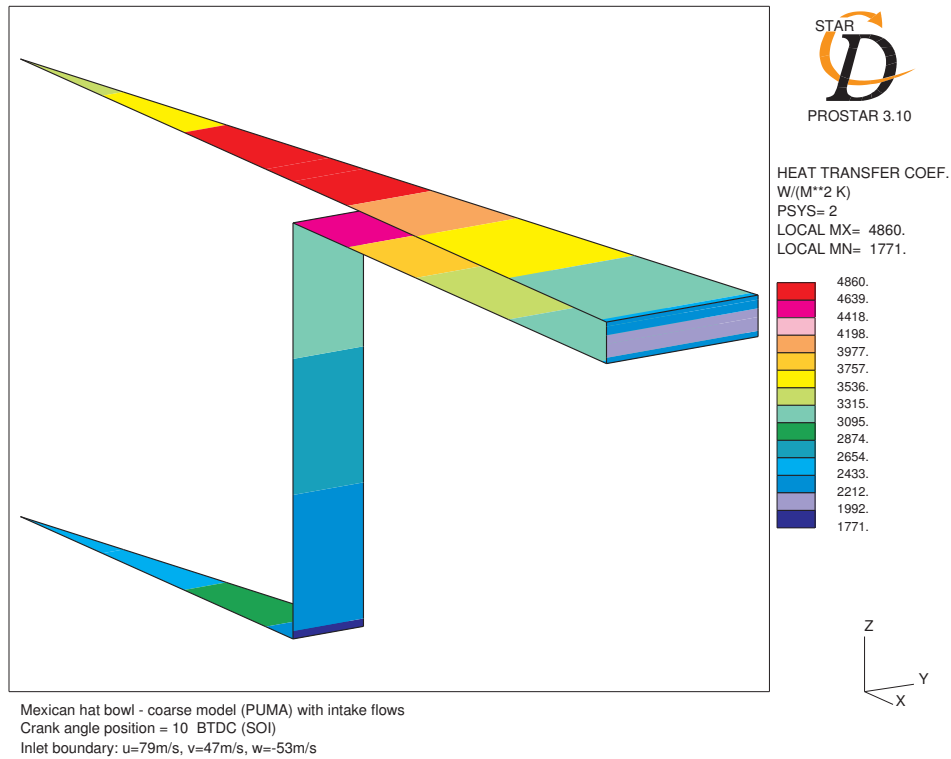


Figure 16.e: Coefficients de transfert de chaleur à SOI avec traitement du maillage près des parois.

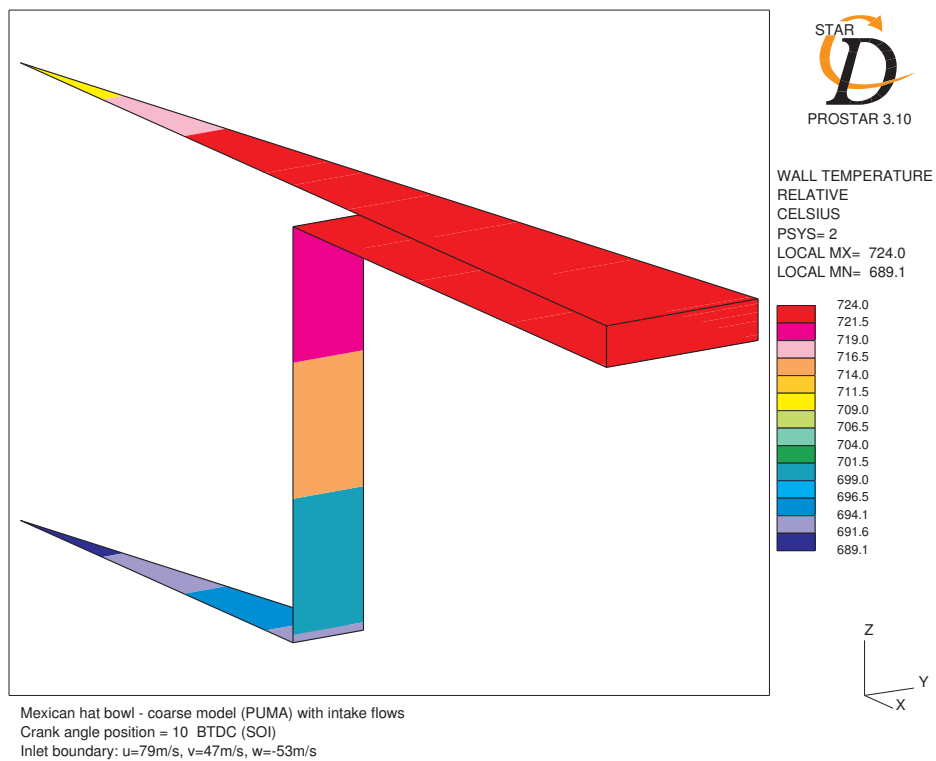


Figure 16.f: Températures aux parois à SOI avec traitement du maillage près des parois.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

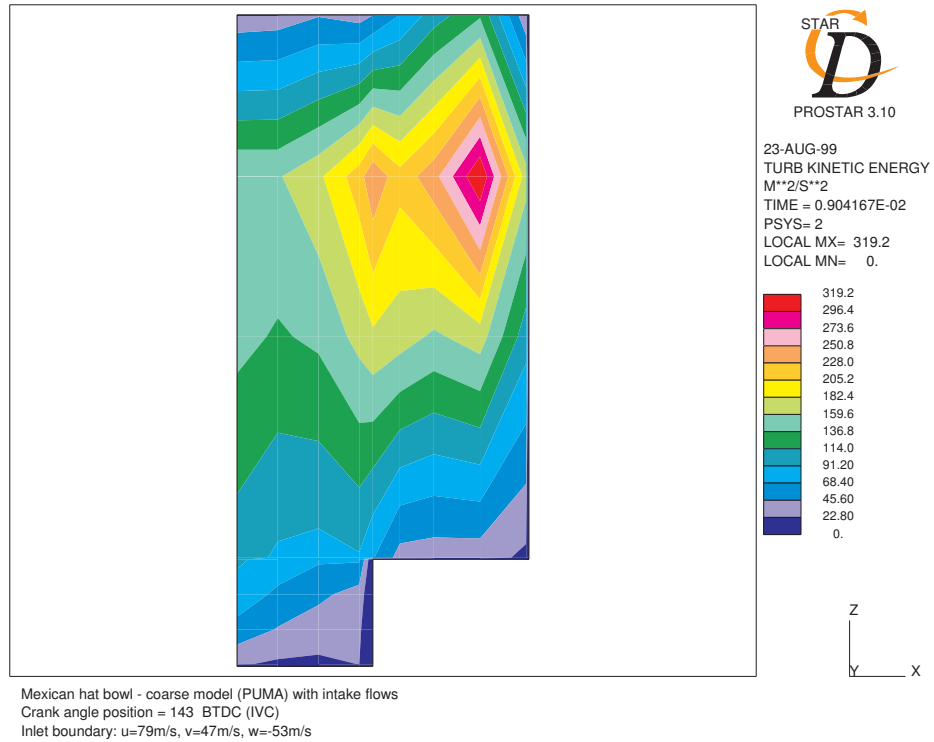


Figure 17.a: Energie cinétique de la turbulence à IVC.

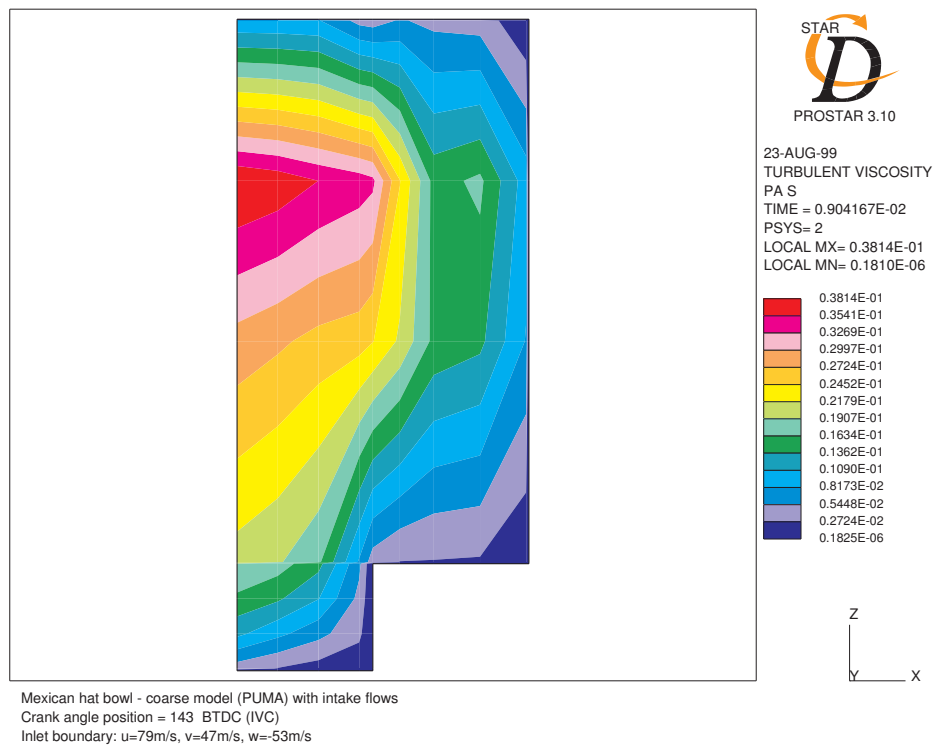


Figure 17.b: Viscosité turbulente à IVC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

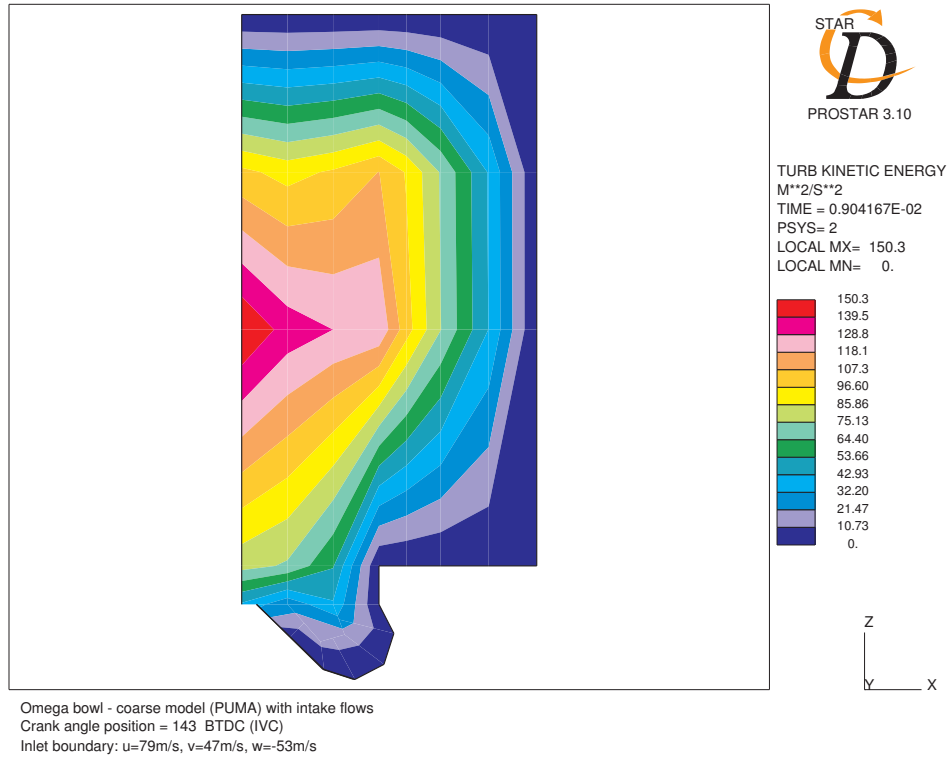


Figure 17.c: Energie cinétique de la turbulence à IVC

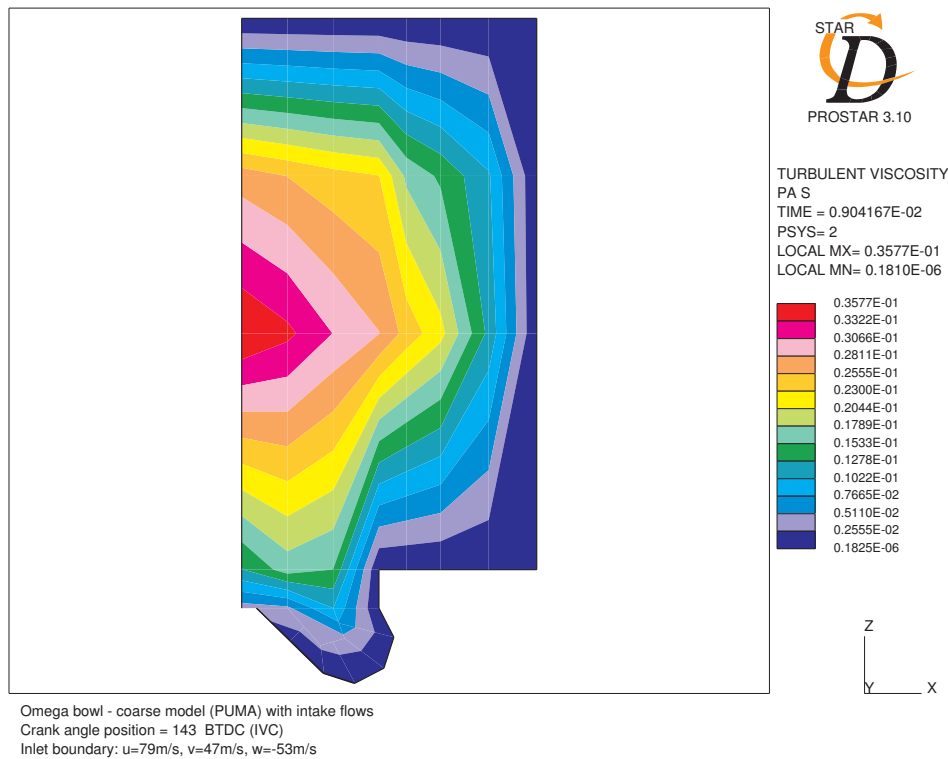


Figure 17.d: Viscosité turbulente à IVC.

Validation CFD axisymétrique de modèle zonal des écoulements gazeux de chambre de combustion de moteur Diesel

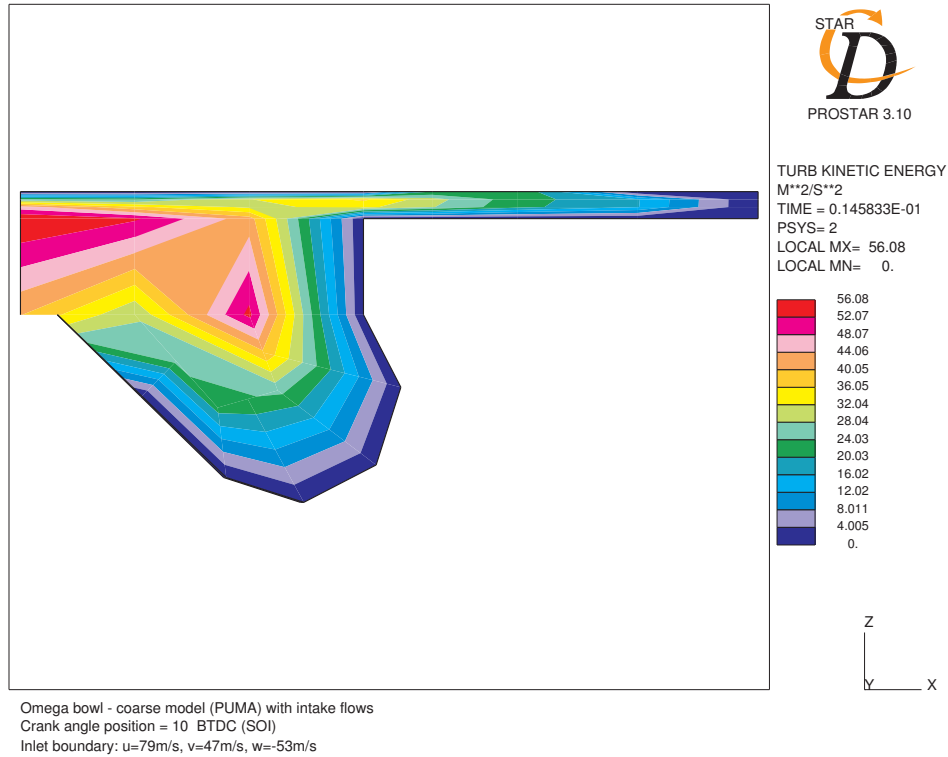


Figure 17.e: Energie cinétique de la turbulence à SOI.

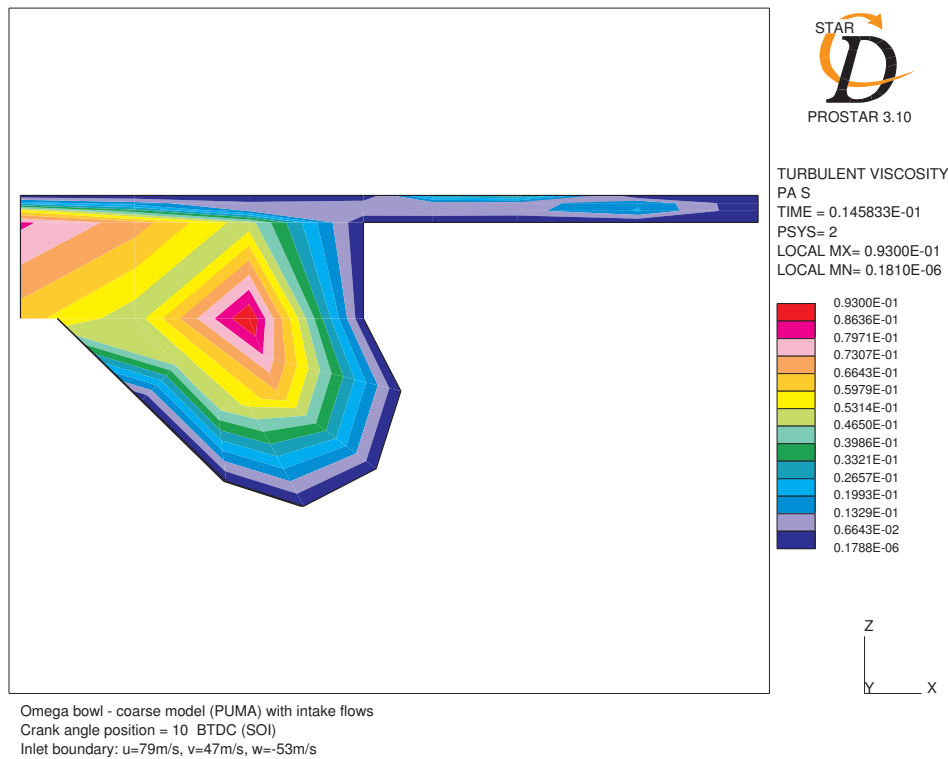


Figure 17.f: Viscosité turbulente à SOI.