



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF M'SILA



Module : Simulation des composants semiconducteurs

Structuration et planification du cours « Simulation des composants semiconducteurs »

**En vue d'un enseignement hybride au profit des étudiants
de 2^{ème} année Master, Spécialité : Microélectronique**

Responsable du module: Dr. Moufdi HADJAB

Année universitaire: 2023/2024

PLAN DE MODULE



FICHE TECHNIQUE

- Enseignant de la matière : **Dr. Hadjab Moufdi**
- Contact : **moufdi.hadjab@univ-msila.dz**
- Niveau: **2^{ième} année Master**
- Filière: **Electronique / Spécialité: Microélectronique**
- Semestre : **3^{ième} semestre**
- Unité d'enseignement: **UEM 2.1**
- Matière : **Simulation des composants semiconducteurs**
- Coefficient : **02**
- Crédit : **03**
- Volume Horaire Global (VHG) : **37.5 h**
- Volume Horaire de travail requis /semaine : **(Cours 1.5 h, TP: 1.00 h)**
- Mode d'évaluation : **60 % Examen, 40% Contrôle Continu (TP)**



FICHE TECHNIQUE

N°d'inscription: UN28012022181835081786

Niveau: **Master 2**

Domaine: **Sciences et Technologies**

Filière: **electronique**

Spécialité: **Microélectronique**

Diplôme préparé: **Master (Professionnel)**

| Unité d'enseignement (U.E) | | | | | | | Matière(s) constitutive(s) de l'unité d'enseignement | | | | | |
|----------------------------|--------------|---------|------|--------------|-------------------------|------|--|-----------|-------------------|-------|---------|------|
| Nature | Code Ue | Crédits | Coef | Moy | Crédits | Sess | Intitulé(s) | Crédits | Coef | Moy | Crédits | Sess |
| U.E.F | A00F0001M_S3 | 10 | 5.0 | 06,20 | 04 | N | Techniques et systèmes photovoltaïques | 6.0 | 3.0 | 03,40 | 0.0 | N |
| | | | | | | | Conception des CI analogiques/numériques CMOS | 4.0 | 2.0 | 10,40 | 4.0 | N |
| U.E.F | A00F0002M_S3 | 08 | 4.0 | 11,50 | 08 | N | Optoélectroniques et circuits électroniques associés | 4.0 | 2.0 | 11,40 | 4.0 | N |
| | | | | | | | Physique des composants semi-conducteurs 3 | 4.0 | 2.0 | 11,60 | 4.0 | N |
| U.E.M | A00M0001M_S3 | 09 | 5.0 | 12,94 | 09 | N | Simulation des composants SC | 3.0 | 2.0 | 13,85 | 3.0 | N |
| | | | | | | | TP Conception des CI analogiques / numériques CMOS | 2.0 | 1.0 | 13,00 | 2.0 | N |
| | | | | | | | TP Techniques et Systèmes photovoltaïques | 2.0 | 1.0 | 09,00 | 0.0 | N |
| | | | | | | | TP Optoélectronique | 2.0 | 1.0 | 15,00 | 2.0 | N |
| U.E.D | A00D0001M_S3 | 02 | 2.0 | 13,75 | 02 | N | Biomatériaux | 1.0 | 1.0 | 12,00 | 1.0 | N |
| | | | | | | | Matériaux pour l'électronique | 1.0 | 1.0 | 15,50 | 1.0 | N |
| U.E.T | A00T0001M_S3 | 01 | 1.0 | 09,50 | 00 | N | Recherche documentaire et conception de mémoire | 1.0 | 1.0 | 09,50 | 0.0 | N |
| Moyenne du Semestre 3 : | | | | 10.51 | Crédits du Semestre 3 : | | | 30 | Session: N | | | |
| U.E.M | A00M0001M_S4 | 30 | 17.0 | 17,00 | 30 | N | Stage en Entreprise | 6.0 | 4.0 | 17,00 | 6.0 | N |
| | | | | | | | Séminaires | 3.0 | 2.0 | 17,00 | 3.0 | N |
| | | | | | | | Encadrement | 3.0 | 2.0 | 17,00 | 3.0 | N |
| | | | | | | | Travail Personnel | 18.0 | 9.0 | 17,00 | 18.0 | N |
| Moyenne du Semestre 4 : | | | | 17.0 | Crédits du Semestre 4 : | | | 30 | Session: N | | | |

Moyenne **13,76**

Décision: **Admis(e) (session normale)**

N: Session Normale R: Session Rattrapage

Total des crédits cumulés pour l'année: **60**

Total des crédits cumulés dans le cursus: **120**

Le chef de département

Simulation des composants SC

TP Conception des CI analogiques / numériques CMOS

TP Techniques et Systèmes photovoltaïques

TP Optoélectronique

OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT

L'étudiant être capable de:



Modéliser (modélisation)



Simuler (simulation) des composants et des fonctions électroniques;



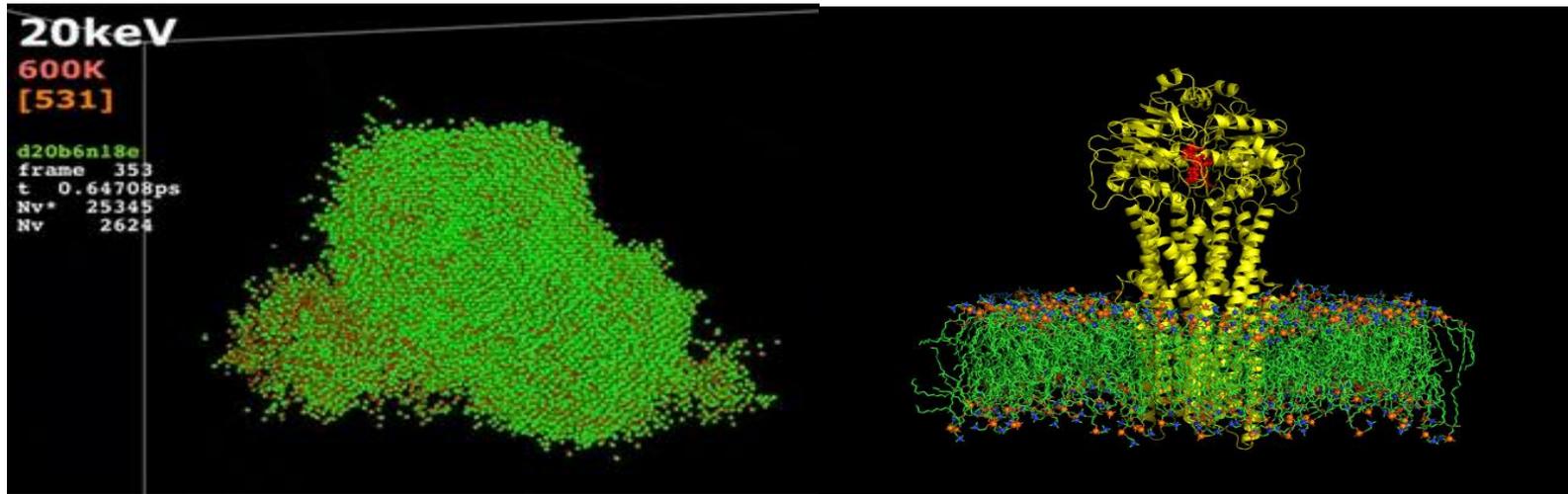
Avec des langages et des outils de description et de simulation de haut niveau.

OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT

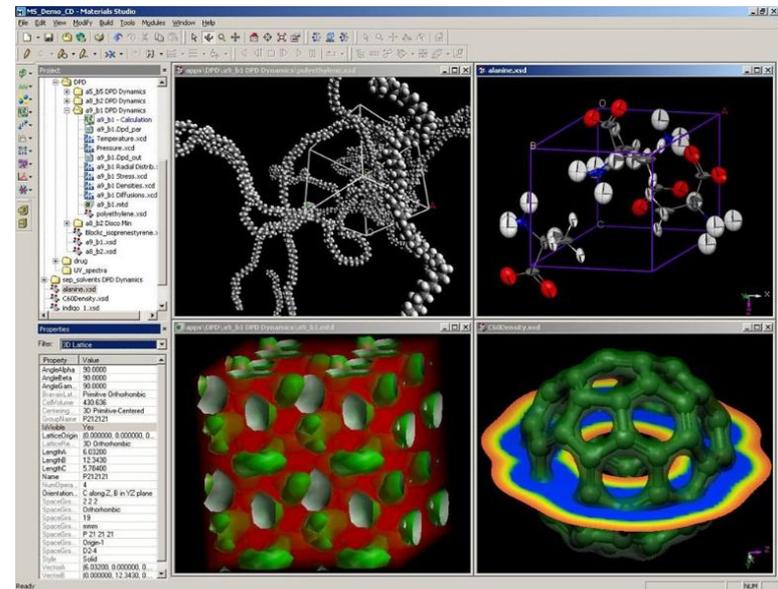
- *Qu'est ce que ça veut dire les mots: modéliser, simuler, modélisation, simulation mixte ?*
- *Qu'elles sont les différents outils de description, de modélisation et de simulation digital et analogique ?*
 - *Pourquoi la simulation et la modélisation ?*
 - *Quelle est l'utilité de la modélisation et de la simulation ?*



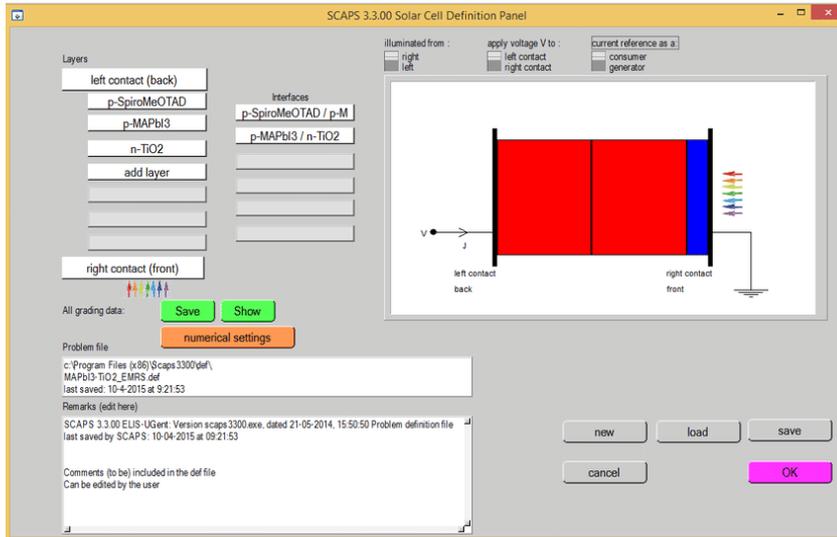
OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



MATERIALS
STUDIO



OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



DEVICE

Device area: 100 cm²

Front surface texture depth: 3 μm

No surface charge

Front reflectance from pvl_reflectancefile2.ref

No Exterior Rear Reflectance

Internal optical reflectance enabled

Front surface optically rough

Emitter contact enabled

Base contact: $1.5 \times 10^{-3} \Omega$

Internal conductor: 0.3 S

REGION 1

Thickness: 200 μm

Material from si.mat

Carrier mobilities from internal model

Dielectric constant: 11.9

Band gap: 1.124 eV

Intrinsic conc. at 300 K: $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

Refractive index from si.inr

Absorption coeff. from si300.abs

Free carrier absorption enabled

P-type background doping: $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$

1st front diff.: N-type, $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ peak

No 2nd front diffusion

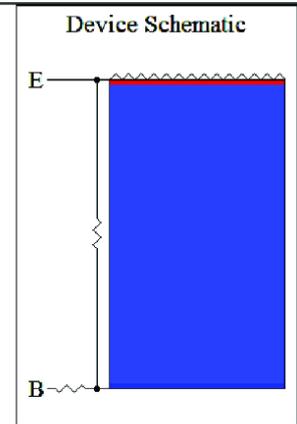
1st rear diff.: P-type, $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ peak

No 2nd rear diffusion

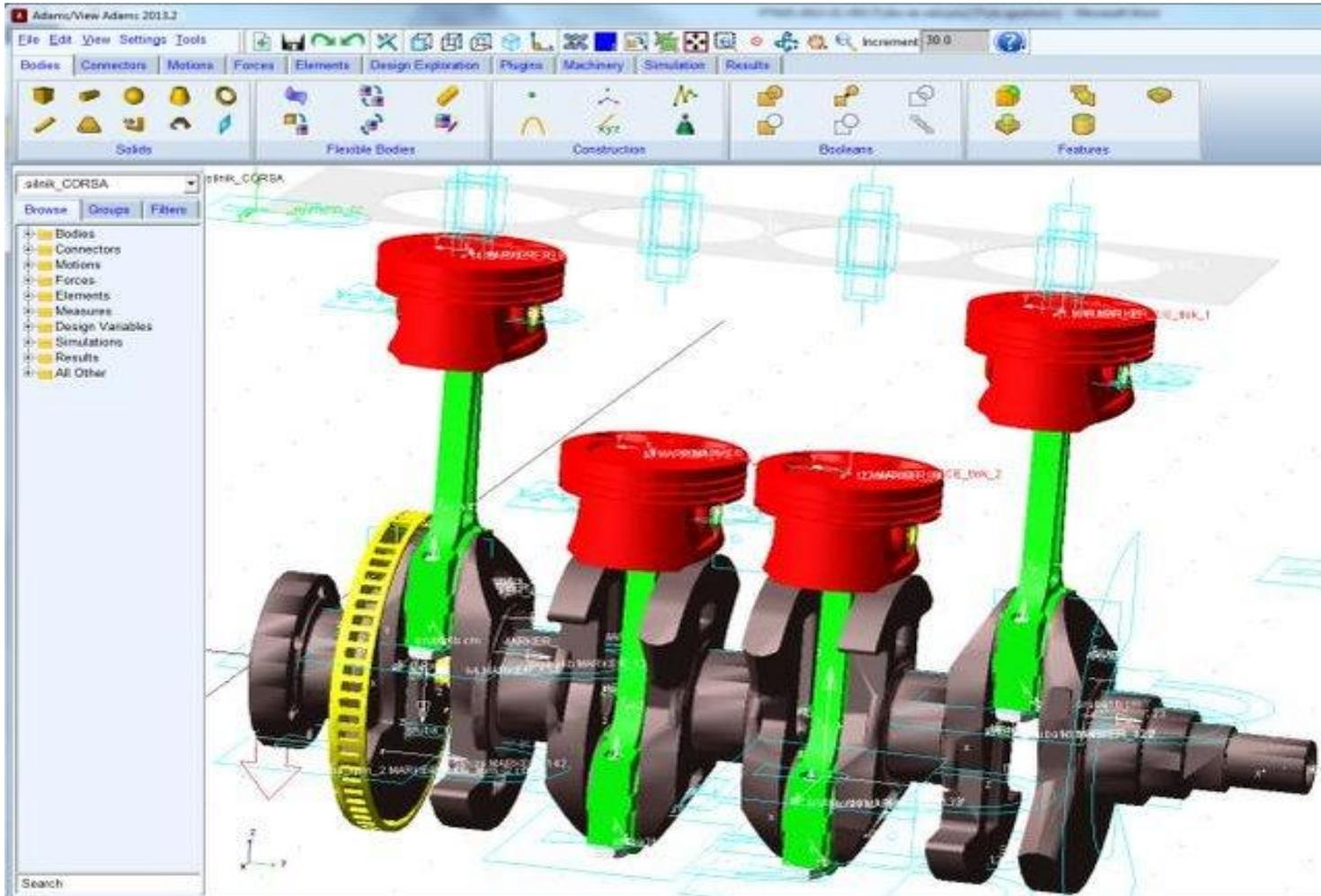
Bulk recombination: $\tau_n = \tau_p = 100 \mu\text{s}$

Front-surface recom.: S model, $S_n = S_p = 10000 \text{ cm/s}$

Rear-surface recom.: S model, $S_n = S_p = 10000 \text{ cm/s}$



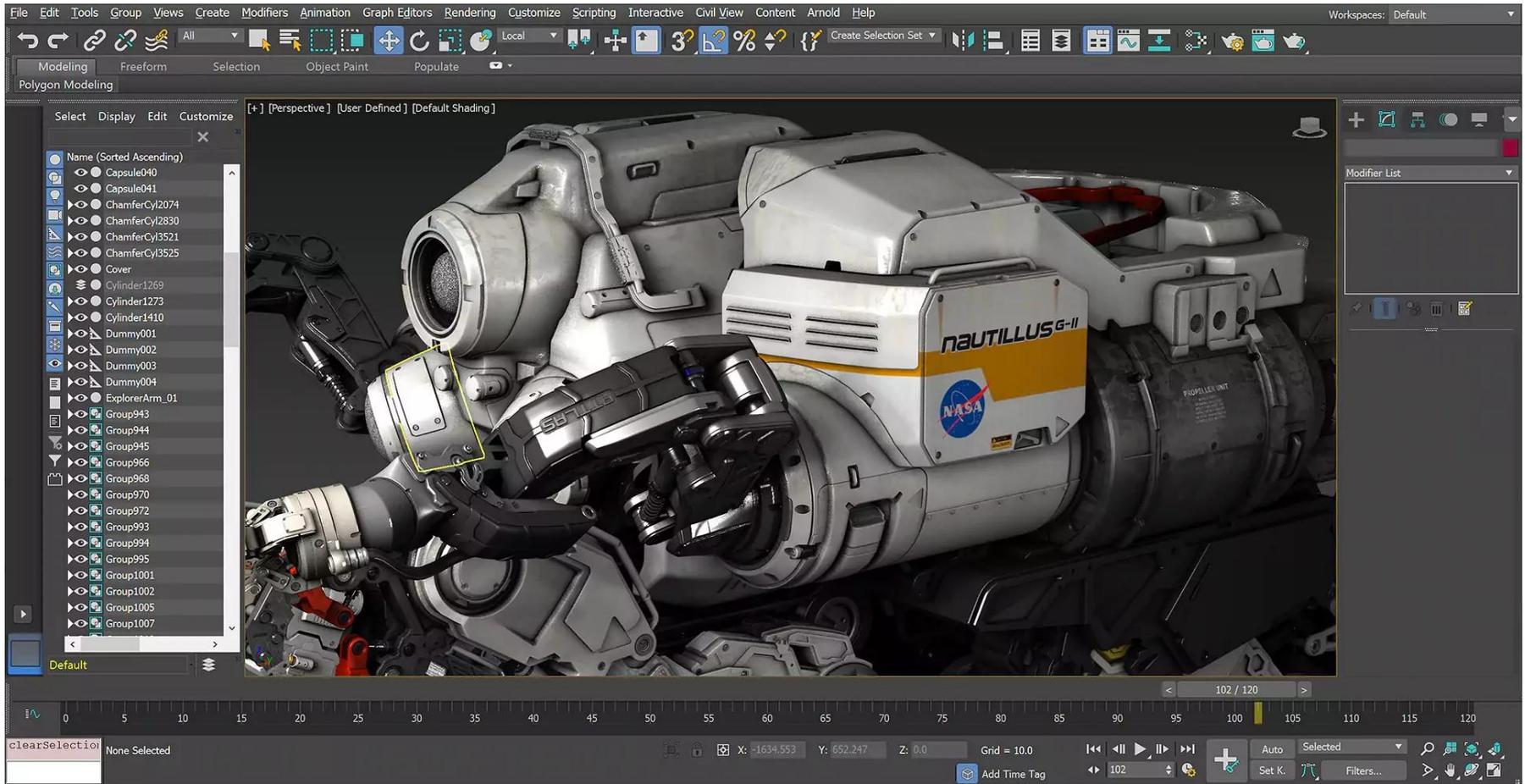
OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



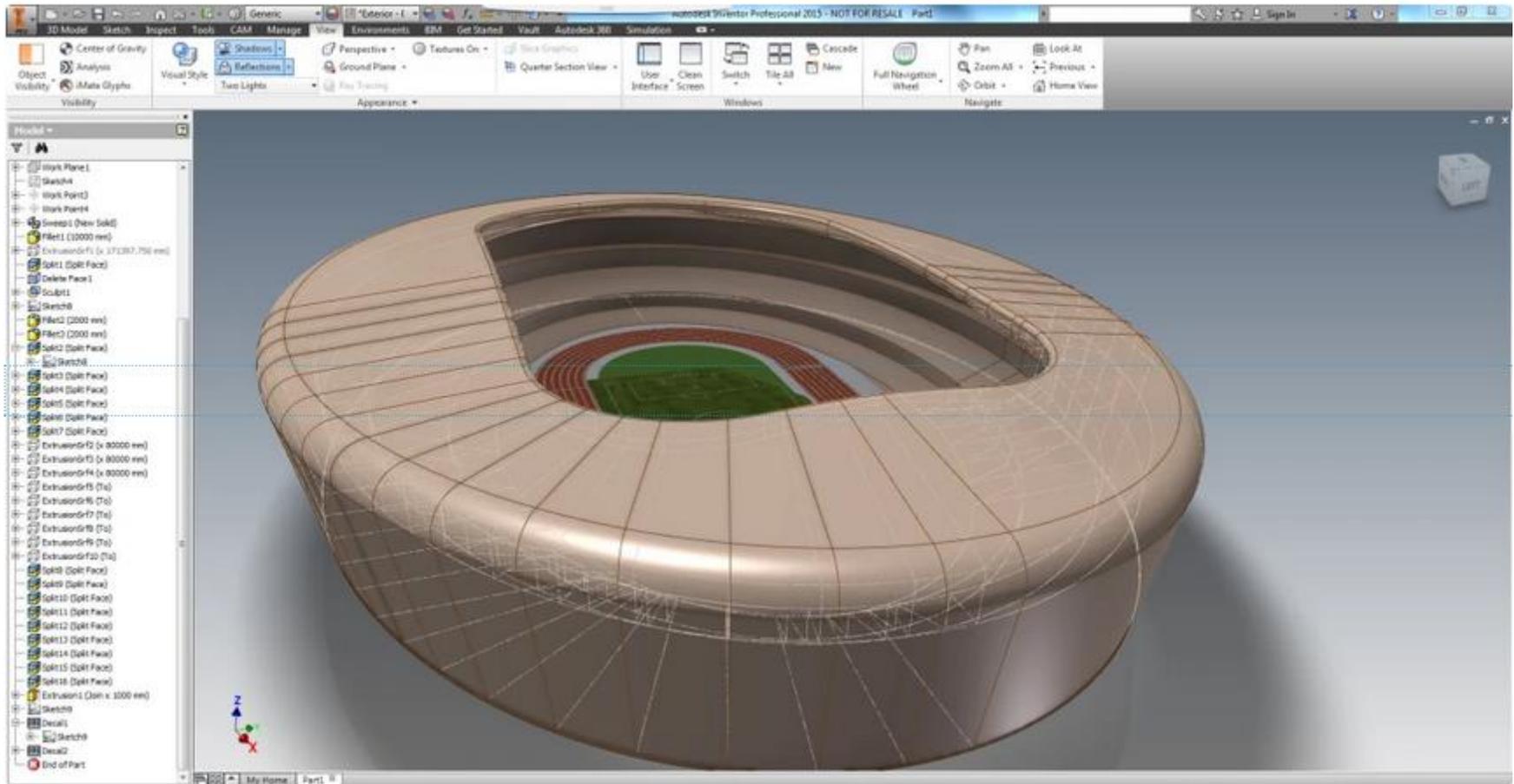
OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



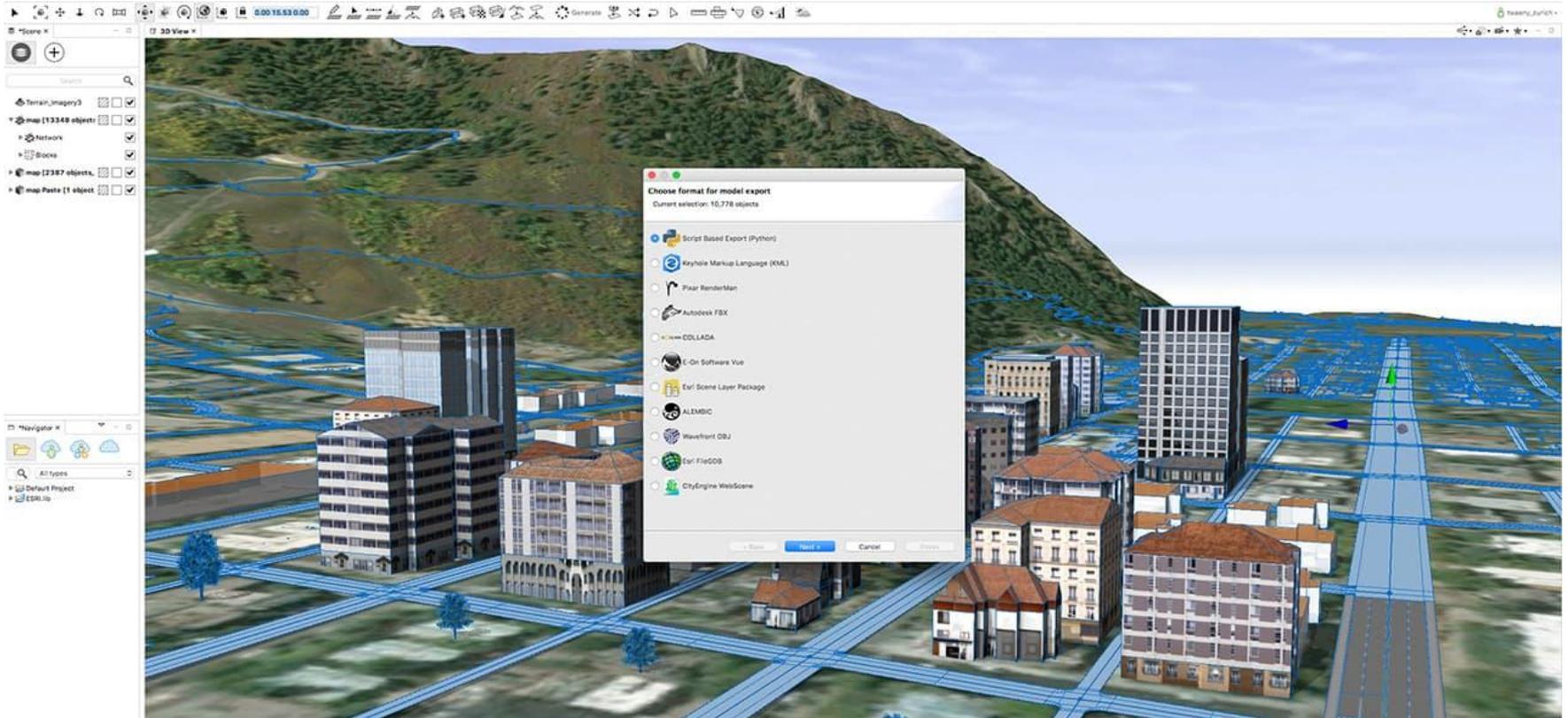
OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT

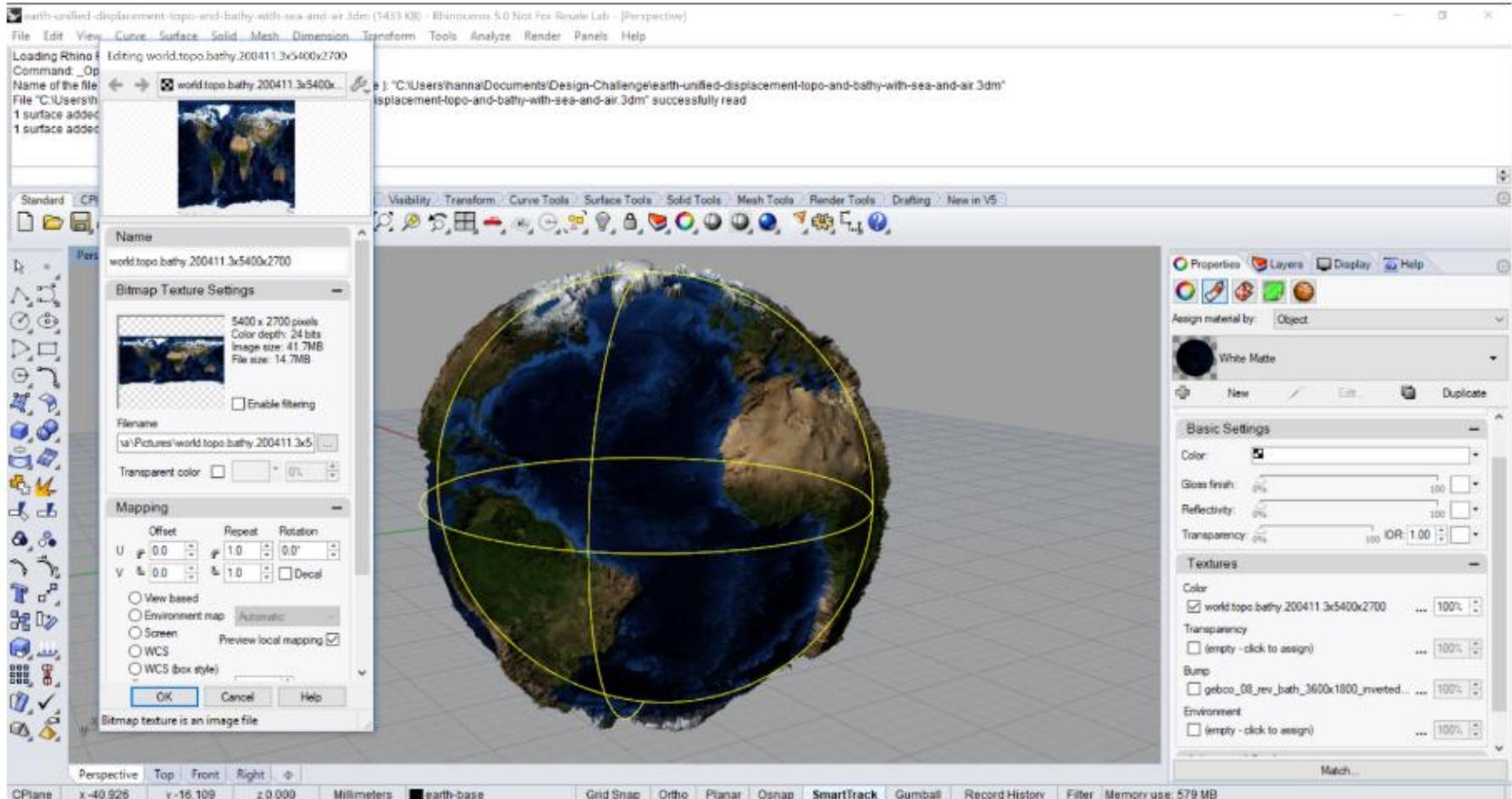


OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT

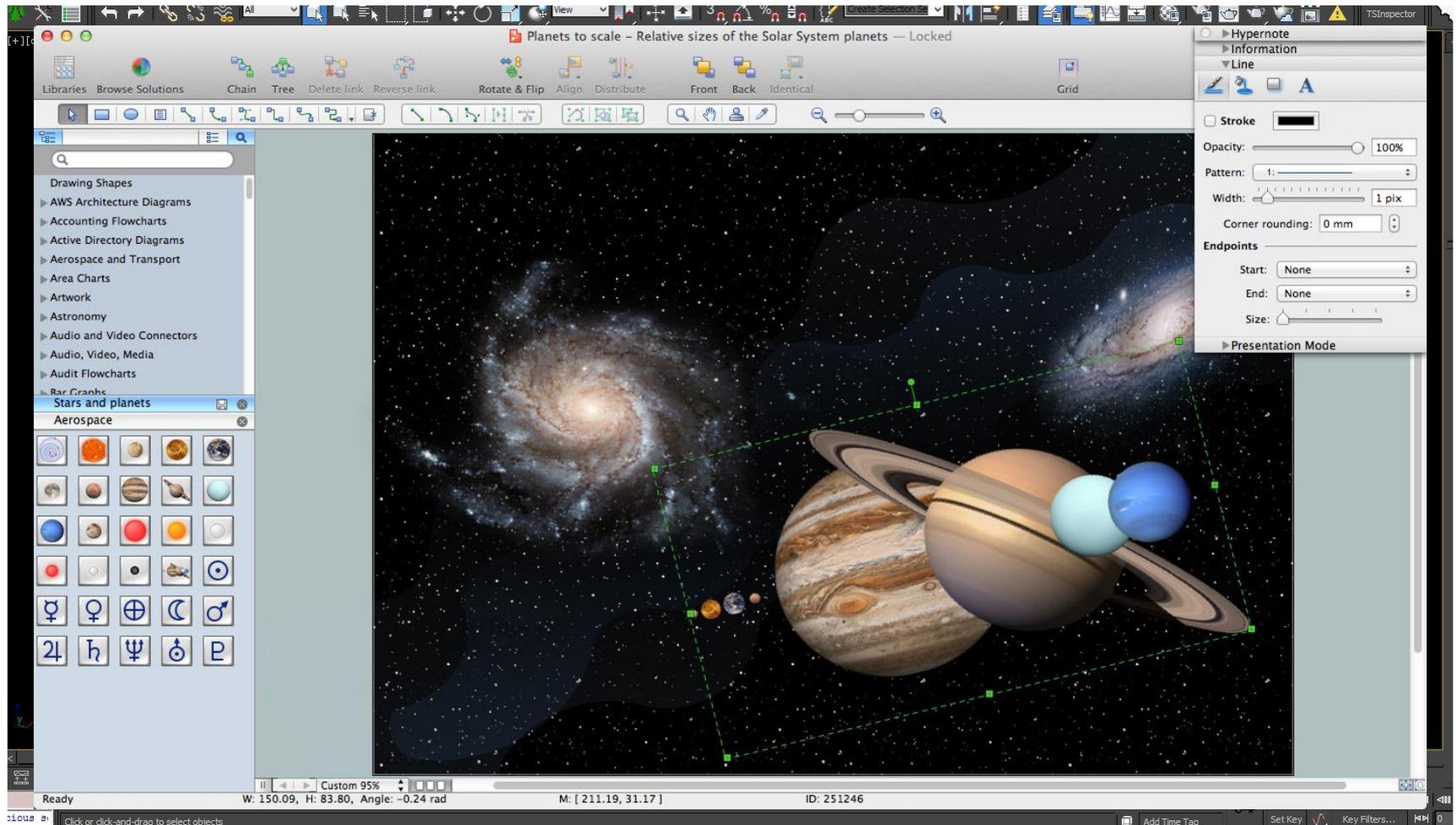
DUBAI UAE FULL CITY



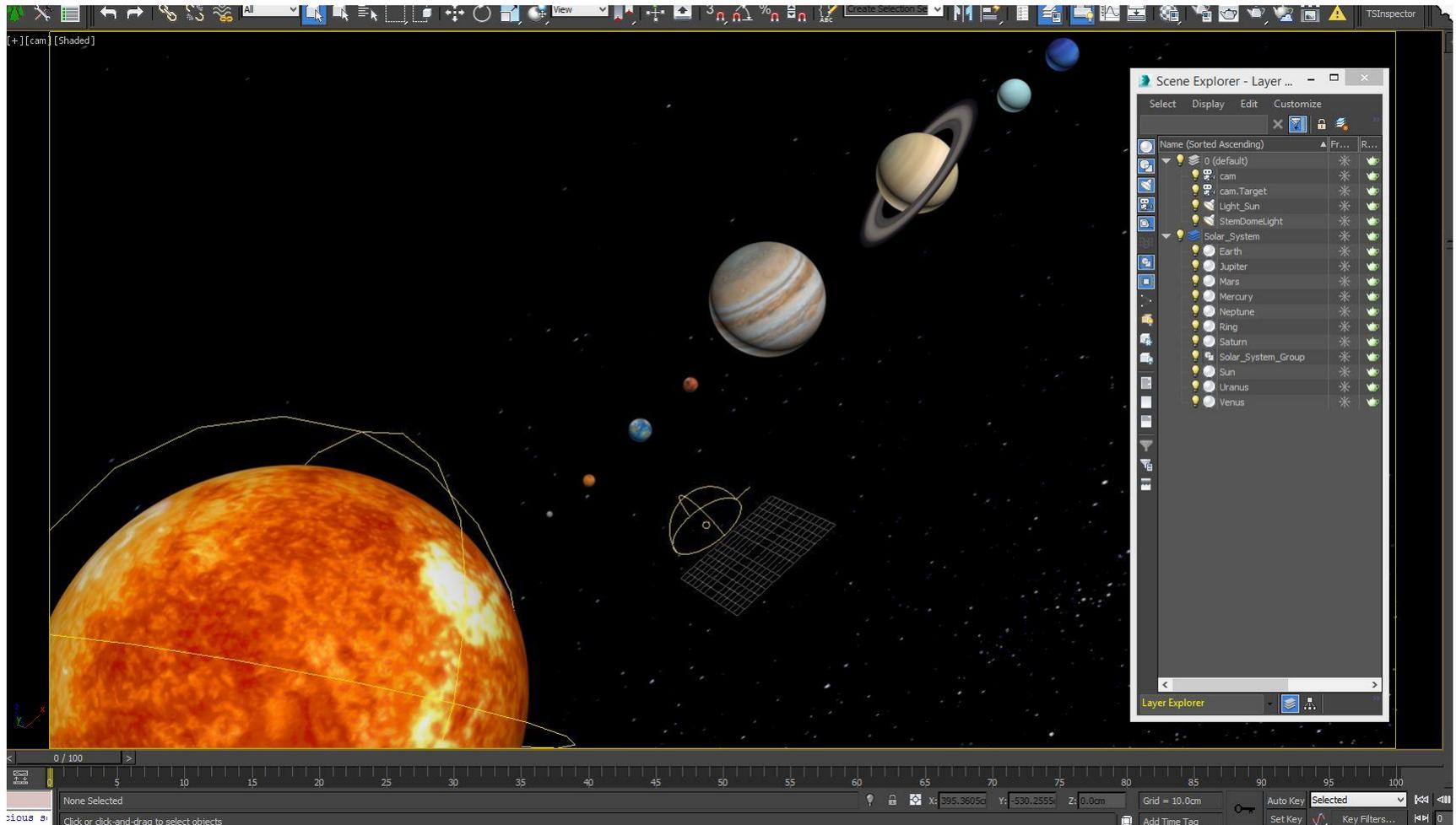
OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT



OBJECTIF DE L'ENSEIGNEMENT

The image displays a multi-window software environment for semiconductor simulation. The top-left window is a terminal running Athena, where a device structure is defined using commands like `line`, `impurity`, `deposit`, `etch`, and `electrode`. The top-right window is DeckBuild, which contains the ATLAS simulation deck with commands such as `init`, `models`, `output`, `material`, `contact`, `solve`, and `structure`. The bottom-left window shows the output of Athena, including a warning about an electrode not being found on the surface and the successful execution of `tonyplot`. The bottom-right window is Tonyplot, which visualizes the simulation results as band structure plots. It features a central plot of the device structure and three surrounding plots showing the energy bands (Conduction Band Energy, Electron Fermi Level, and Valence Band Energy) in eV versus position in micrometers for different sections of the device.

```
go athena
# Start Athena running...

line x loc=0.00 spac=0.01
line x loc=1 spac=0.01

line y loc=0.00 spac=0.01
line y loc=0.8 spac=0.01

impurity i.silicon material=GaN donor
impurity i.silicon material=AlGaN donor
impurity i.beryllium material=GaN acceptor
impurity i.beryllium material=AlGaN acceptor

init material=GaN c.silicon=1e12

# remember to assign width.str and depth.str

deposit platinum thick=0.1

etch platinum start x=0.7 y=0
etch cont x=0.8 y=0
etch cont x=0.8 y=-0.6
etch done x=0.7 y=-0.6

structure mirror right

electrode name=contact1 x=1 y=-0.05
electrode name=contact2 x=1.6 y=-0.05
electrode name=contact3 x=0.5 y=-0.05
electrode name=contact4 x=0.1 y=0.79

Note: The electrode was not found on the surface
It was found inside the structure. The material
location is platinum. Electrode is set for this
Location is x = 0.100000, y = -0.100000.

ATHENA>
ATHENA> structure outfile=GaN.str
ATHENA>
ATHENA> # plot the structure
ATHENA> tonyplot GaN.str
```

```
DeckBuild - */home/mth4891/Downloads/GaN_Charge_Plasma_ETtttttttt.in
File Edit View Run Tools Commands Help

Deck

go atlas

init infile=GaN.str

models ni.fermi srh fermi

output con.band val.band

material material=GaN affinity=4.1

contact name=contact1 workfunction=6
contact name=source workfunction=6
contact name=contact2 workfunction=6
solve init

structure outfile=e.str
tonyplot e.str

1 17 G -14.7* -30.8*
ATLAS>
ATLAS>
ATLAS> structure outfile=e.str
MASTER format file written to e.str at Sat Au
ATLAS> tonyplot e.str
```

ATLAS Data from e.str

Section 1 from e.str
(0.000 - 0.075) to (0.000 - 0.750)

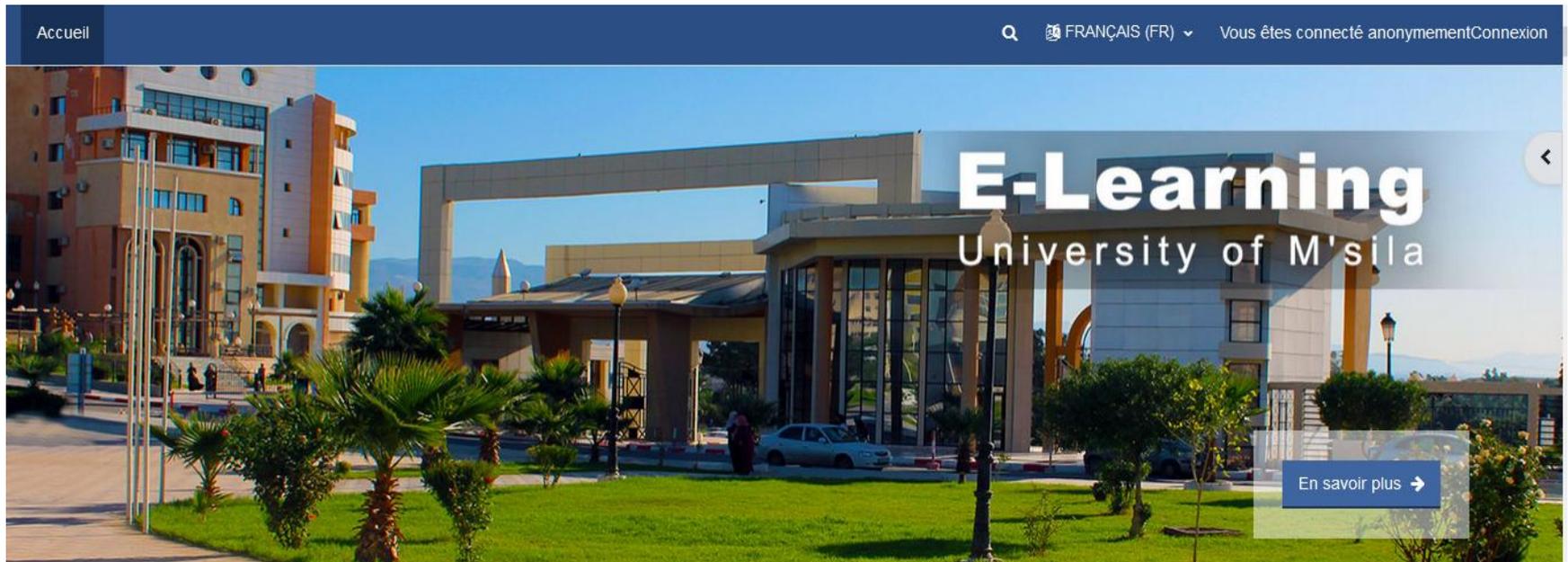
Section 2 from e.str
(0.000 - 0.075) to (0.000 - 0.750)

Section 3 from e.str
(1.000 - 0.075) to (1.000 - 0.750)

Tonyplot 3.10.15.R © Silvaco 2017

MISE EN LIGNE DE COURS

- Cette section présente une expérience de conception, scénarisation et mise en ligne de cours **Simulation des composants semiconducteurs**
- La version scénarisée de ce cours a été mise sur la plateforme Moodle de l'université de M'Sila (Voir Figure suivante).



MISE EN LIGNE DE COURS

 E-Learning
University of M'sila

Cours Français (fr) ▾

Elearning -Université de M'sila

Tutorat المرافقة البيداغوجية لطلبة السنة الأولى ليسانس

Rechercher des cours 🔍

Tout déplier

- ▶ Tutorat المرافقة البيداغوجية لطلبة السنة الأولى ليسانس
- ▶ 1ère Année Doctorat LMD
- ▶ Espace d'étudiants فضاء الطالب
- ▶ **Faculté de Technologie**
- ▶ Faculté des Mathématiques et de l'Informatique
- ▶ Faculté des Sciences
- ▶ Formation d'enseignant تكوين الأساتذة



MISE EN LIGNE DE COURS

Accueil Tableau de bord Mes cours Administration du site

🔍 🔔 💬 MH



Faculty of Technology كلية التكنولوجيا

Tout déplier

- ▶ 1st year Common Base (ST)
- ▶ Department of Electronics
- ▶ Department of Electrical Engineering
- ▶ Department of Civil Engineering
- ▶ Department of Mechanical Engineering

?

MISE EN LIGNE DE COURS

Accueil Tableau de bord Mes cours Administration du site

🔍 🔔 💬 MH ▾

Faculty of Technology / Department of Electronics ▾

Rechercher des cours 🔍

MORE ▾

Tout déplier

▶ 1er année Master

▶ 2eme année Licence

▶ 2eme année Master

▶ 3eme année Licence

MISE EN LIGNE DE COURS

Faculty of Technology / Department of Electronics / 2eme année Master

Rechercher des cours 🔍

MORE ▾

Tout déplier

▶ Electronique des systèmes embarqués

▶ Instrumentation

▶ Micro-electronique

▶ Systèmes des telecommunications

▶ M2_Ingénierie de télécommunications ITLC

?

MISE EN LIGNE DE COURS

Accueil Tableau de bord Mes cours Administration du site

Faculty of Technology / Department of Electronics / 2eme année Master / Micro-electronique

Rechercher des cours

MORE

- Simulation of semiconductor components
- Biomatériaux 2023-2024
- Contact avec le chef de spécialité Microélectronique (Dr. BOURAS Mounir)
- TP Conception des CI analogiques/numériques CMOS
- Recherche Documentaire et Conception de Mémoire (M2-S1)
- TP Simulation des composants à semi-conducteurs

MISE EN LIGNE DE COURS

The screenshot displays the user interface of an E-Learning platform. At the top, a dark blue navigation bar contains the following elements: 'Accueil', 'Tableau de bord', 'Mes cours', and 'Administration du site'. On the right side of this bar are icons for search, notifications, and chat, along with a user profile icon labeled 'MH' and a toggle for 'Edit mode'. Below the navigation bar is a header section with the 'E-Learning University of M'sila' logo on the left and 'Cours' and 'Français (fr)' on the right. The main content area features a course title, 'Fabrication of semiconductor components (S3 2023-24) Dr. M. Hadiab', which is circled in red. Below the title is a horizontal menu with buttons for 'Cours', 'Paramètres', 'Participants', 'Notes', 'Rapports', and 'More'. The course content is organized into a list of sections: 'Preface', 'Section 1', 'Section 2', and 'Section 3'. A 'Tout replier' link is located to the right of the 'Preface' section. A circular help icon with a question mark is positioned in the bottom right corner of the interface.

LA CARTE CONCEPTUELLE DU MODULE

Chapitre 1. Modélisation et simulation des systèmes analogiques et mixtes

Méthodologie de conception,
Représentation d'un système dans un environnement informatique,

Chapitre 2. Simulation analogiques des circuits électroniques

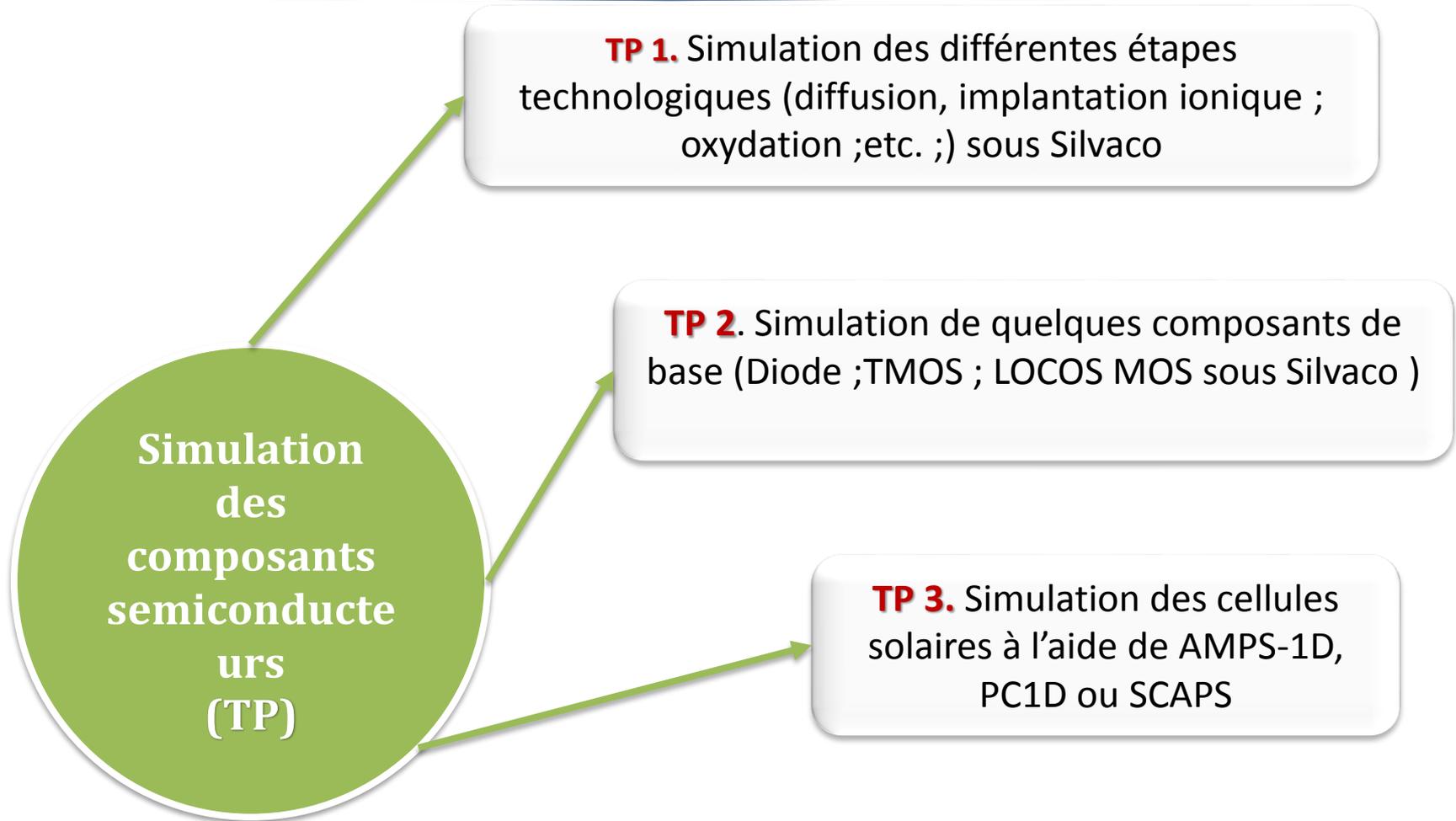
**Simulation des composants
semiconducteurs
(Cours)**

Chapitre 3. Les langages de description des systèmes mixtes

Chapitre 4. Développement de modèles.

Chapitre 5. Études de cas.

LA CARTE CONCEPTUELLE DU MODULE





Y a-t-il des questions !
