



# Xplo

Logiciel de simulation et d'exploration de  
l'architecture des arbres.

Sébastien Griffon (Cirad-AMAP)



## Contour thématique :

Architecture de la plante individuelle

## Objectifs :

Intégrer des outils de construction, d'édition, d'extraction et de visualisation des propriétés architecturales de la plante.

Héberger des modèles de simulation

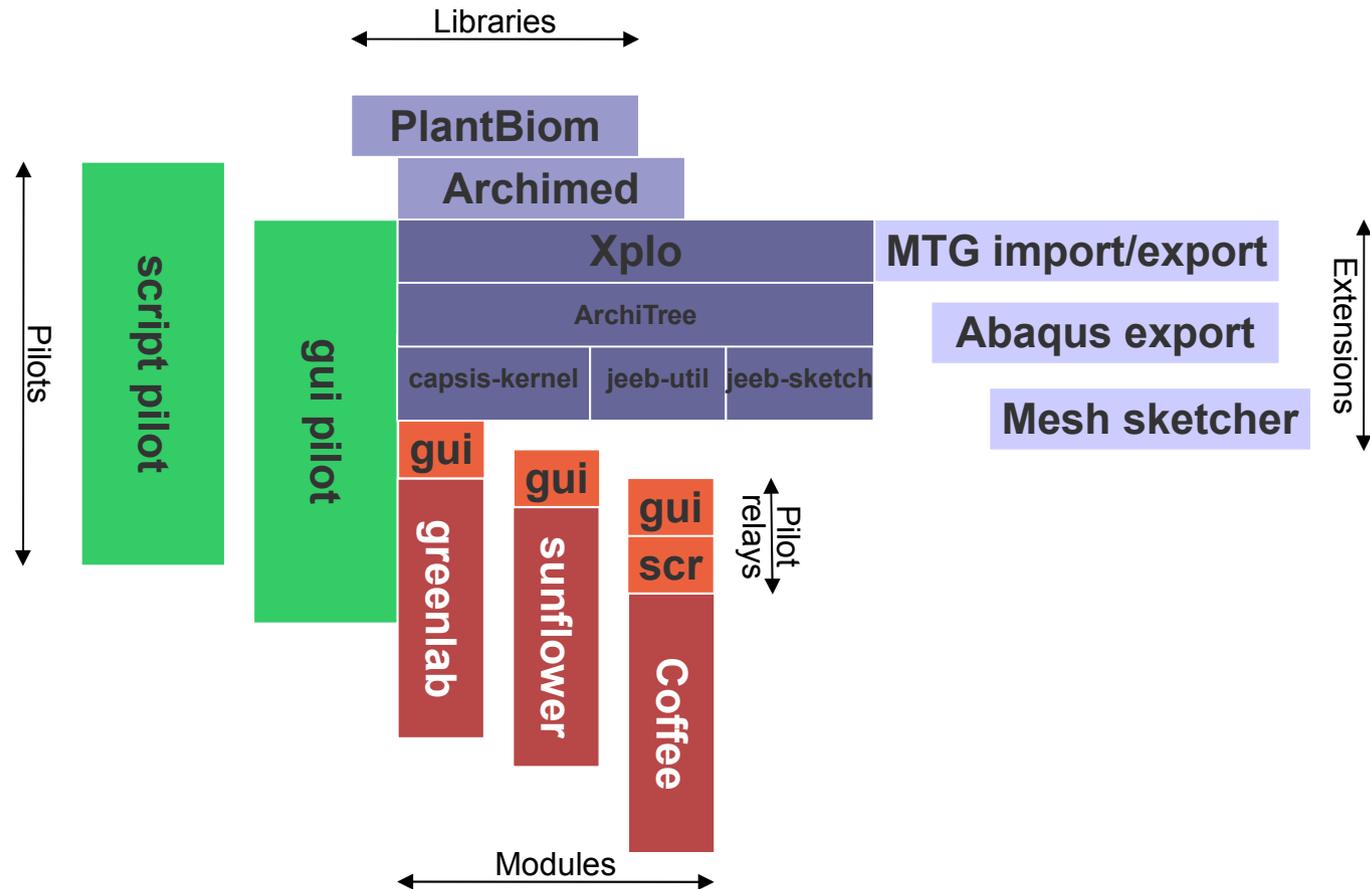


Forte demande locale AMAP

Fort potentiel pour partenariats

Environ 10 projets en cours

# Conception



## Grandes lignes :

Architecture logicielle ouverte : type Capsis

Structure de données fédératrice : ArchiTree

Licence libre pour faciliter les collaborations : LGPL

Charte précisant les règles de participation : Charte Jeeb (similaire Capsis)

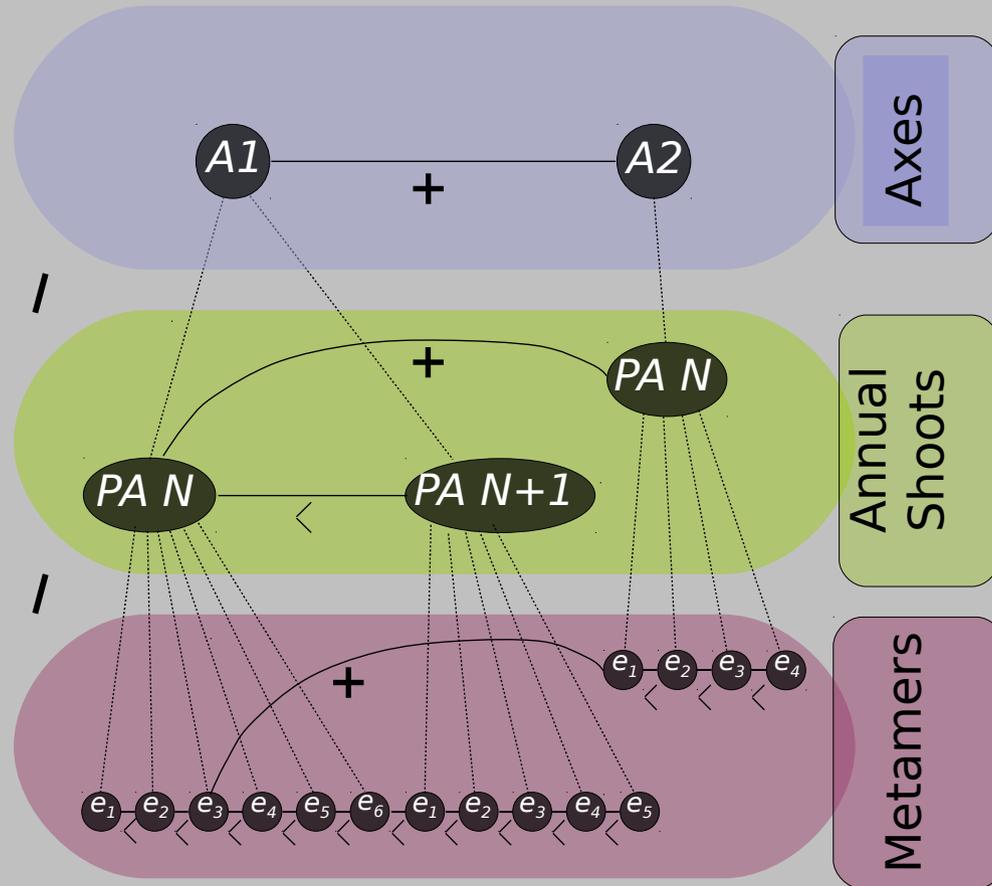
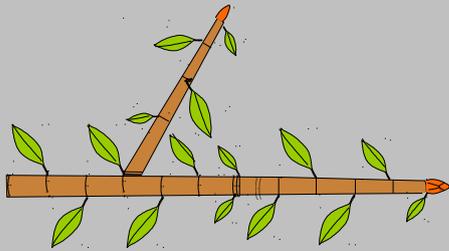
Développé en JAVA.

# Structure de données : formalisme MTG



MTG = Multiscale Tree Graph

Godin & Caraglio, 1998



Microsoft Excel - Classeur1

	A	B	C	D	E	F
1				Length	Diameter	Axillary prod
2	/P1					
3		/A1		38.3		
4		^/PA2004		31.6		
5		^/e1		3.2	3.2	1
6		^<e2		2.4	3.0	1
7		^<e3		2.3	2.9	2
8			+A2	6.3		
9			^/PA2005	6.3		
10			^/e1	0.5	1.5	1
11			^<e2	1.2	1.4	1
12			^<e3	3.4	1.3	1
13			^<e4	1.2	1.0	1
14		^<e4		2.1	2.5	1
15		^<e5		2.2	2.1	1
16		^<e6		0.5	1.9	1
17		^<PA2005		6.7		
18		^/e1		0.5	1.8	1
19		^<e2		1.3	1.7	1
20		^<e3		2.3	1.5	1
21		^<e4		1.8	1.2	1
22		^<e5		0.8	1.0	1
23						

# Fonctionnalités : MVC



Project Selection Script Window Tools Help

Browser X Inspector X Render editor X 3D View X

Number of nodes = 69211  
Display individu : Scene 1  
Collapse Expand

Topology	ZZ	YY	XX	Elevation
topo_entn 7				
topo_entn 8	185.51	-134.697	360.492	11.27
topo_entn 9				
topo_entn 10	187.161	-137.437	367.824	13.83
topo_entn 11	189.161	-140.148	375.08	16.39
topo_entn 12	190.29	-141.491	378.674	17.67
Axis 1				
topo_GU 1				
topo_GU 2				
topo_entn 1				
topo_entn 2				
topo_entn 3				
topo_entn 4				
topo_entn 5	191.504	-142.825	382.245	-17.17
topo_entn 6	179.419	-169.873	410.473	7.0
topo_entn 7	179.789	-171.932	412.623	10.31
Axis 1				

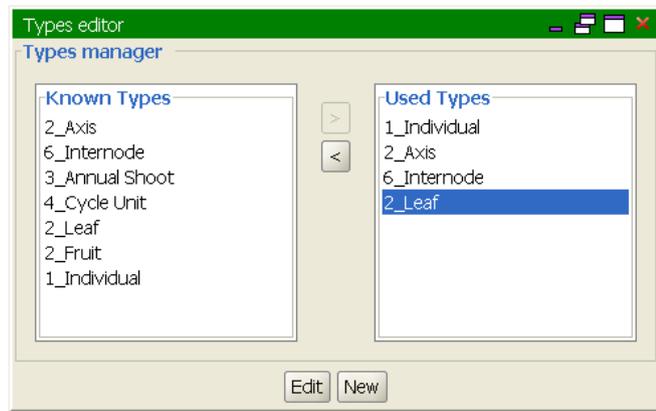
**Vue explorateur**

**Vue 3D**

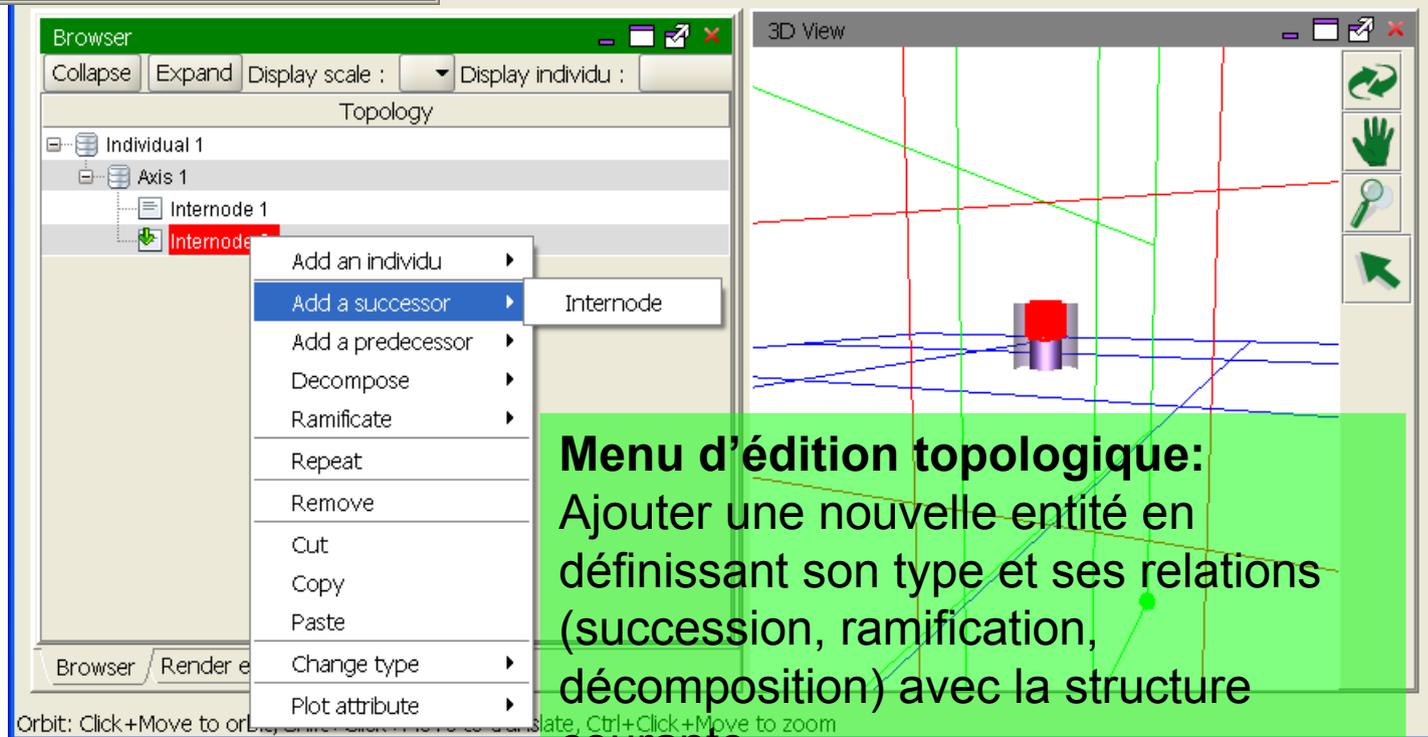
Projects X  
Project Sunflower [Sun] - Unknown surface - All in memory  
1a 11a 21a 31a 41a 51a 61a 51b 61b

**Vue scénario**

# Fonctionnalités : Saisir et éditer

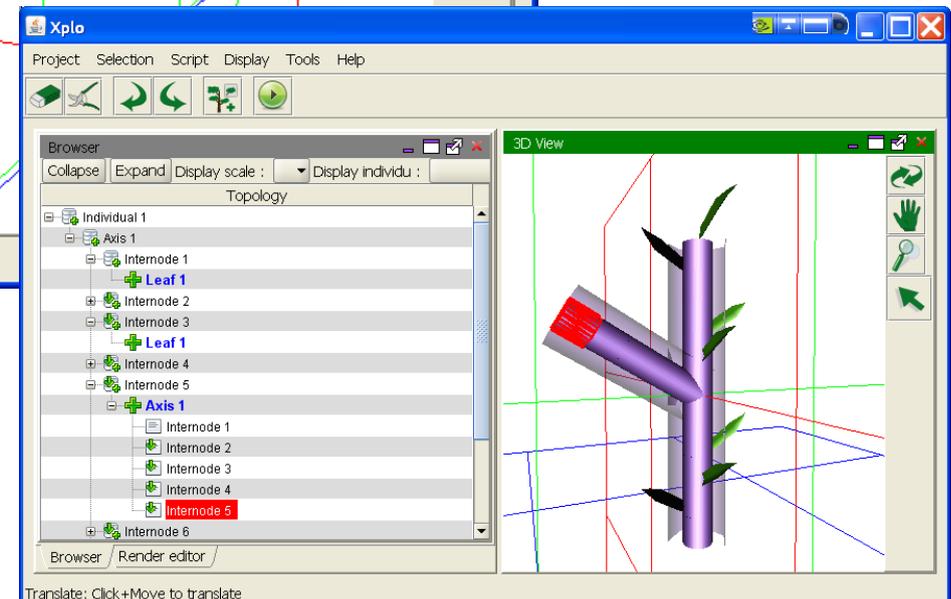
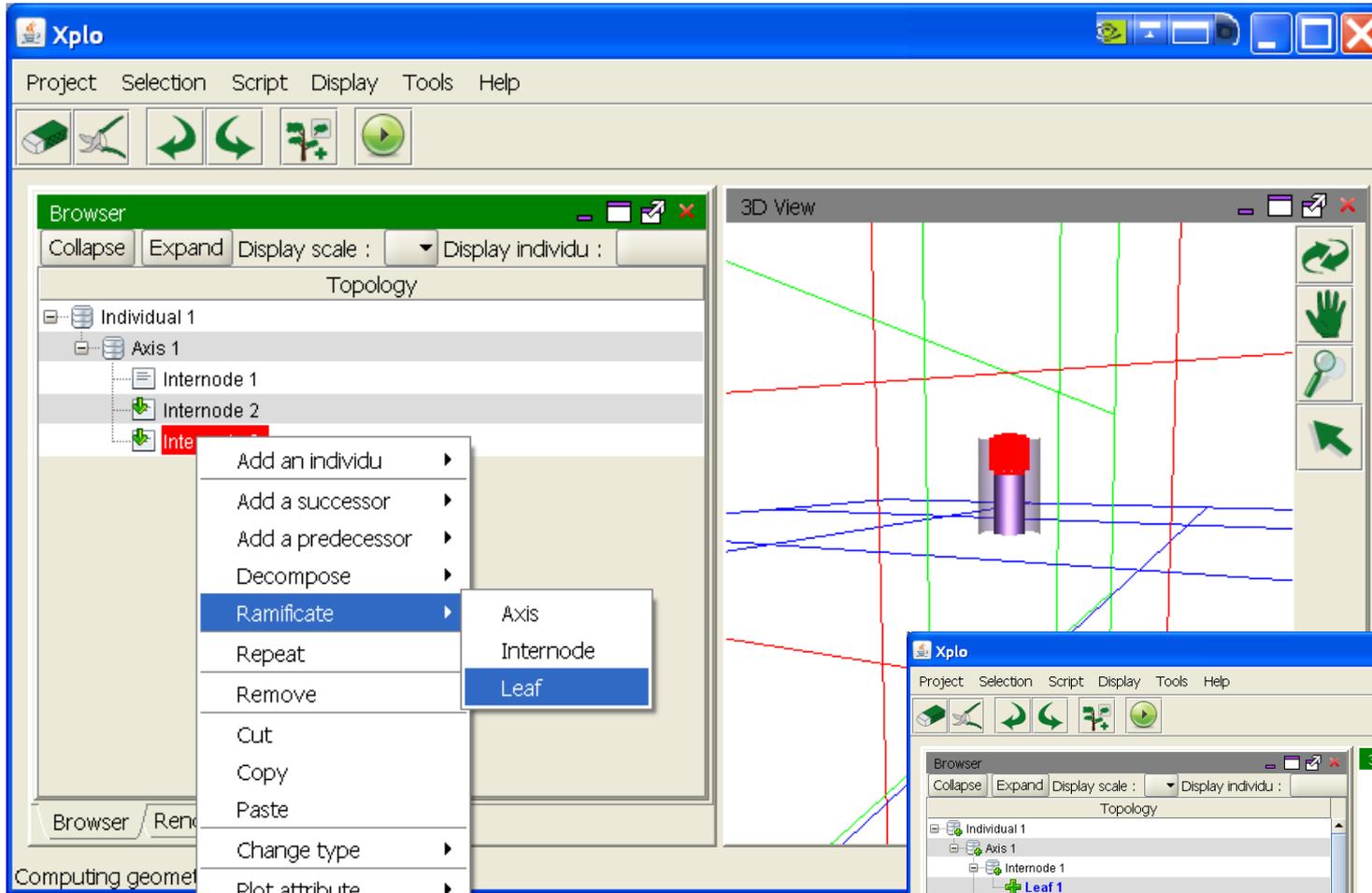


**Editeur de types :**  
Créer/Editer les types d'entités de la plante.



**Menu d'édition topologique:**  
Ajouter une nouvelle entité en définissant son type et ses relations (succession, ramification, décomposition) avec la structure courante.

# Fonctionnalités : Saisir et éditer



Visualisation interactive de la plante  
au fur et à mesure de la construction.

# Fonctionnalités : Saisir et éditer



**Editeur d'attributs:**  
Ajouter des attributs personnalisés : i.e. *weight, state, ...*  
Ou des attributs standardisés : *Length, Width, Insertion angles, Color, Image ...*

Browser

Collapse Expand Display scale : All Display individu :

Topology	Length	Width	YInsert	XEu...	YEu...
Individual 1					
Axis 1					
Internode 1	2.0	2.0			
Internode 2	1.5	1.5			
Leaf 1					
Internode 3					
Internode 4					
Internode 5					
Axis 1			50.0		
Internode 1				0.0	10.0
Internode 2				0.0	10.0
Internode 3				0.0	10.0
Internode 4				0.0	10.0
Internode 5				0.0	10.0
Internode 6					
Internode 7					

Browser Render editor

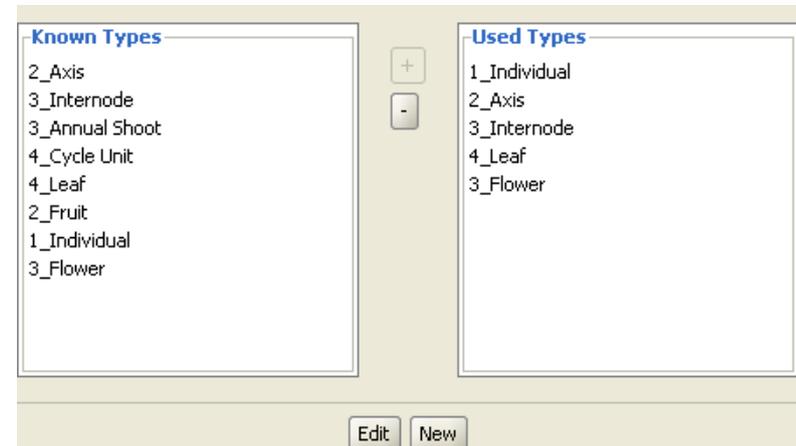
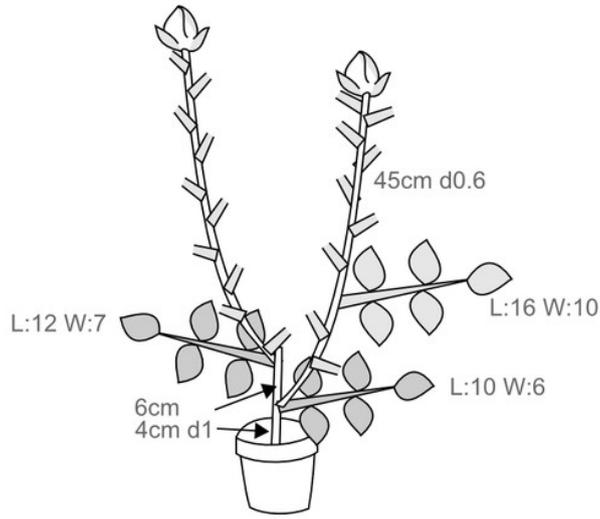
3D View

Zoom: Click+Move to zoom

# Fonctionnalités : Saisir et éditer



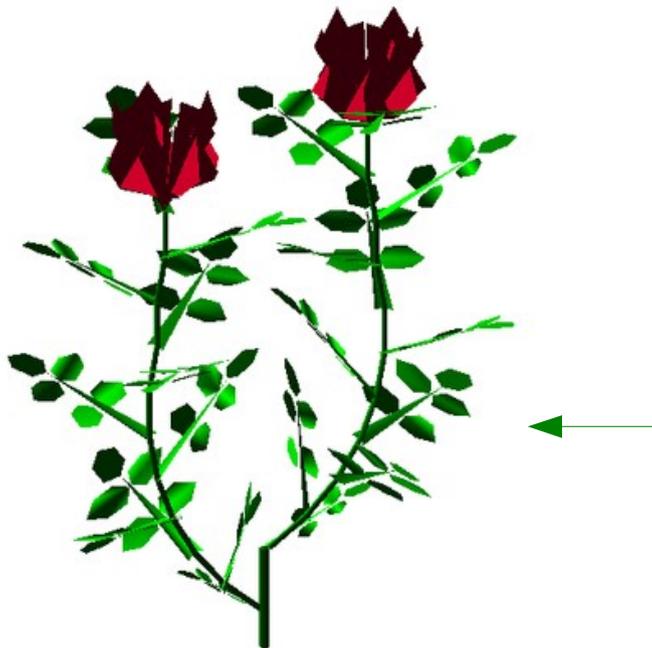
## Illustration : Saisie d'un rosier



## Définition des types d'entités à saisir



Topology	Length	Width	RotLocalX	RotBearerY	Orthotropy
Individual 1					
Axis 1					
Internode 1	4.0	1.0			
Leaf 1	10.0	6.0			
Axis 1	45.0	0.6			
Internode 1			135.0		10.0
Leaf 1	16.0	10.0		60.0	
Internode 2	6.0		170.0		
Leaf 1	12.0	7.0			



Habillage 3D

## Saisie sous l'explorateur

# Fonctionnalités : Visualiser



Choose a scale : All

V	Type	Renderer
<input checked="" type="checkbox"/>	Grid	Grid
<input type="checkbox"/>	0_Scene	Mesh 2
<input type="checkbox"/>	1_P	Mesh 2
<input checked="" type="checkbox"/>	2_A	Mesh 2
<input type="checkbox"/>	3_F	Mesh 2
<input checked="" type="checkbox"/>	3_e	Mesh 2
<input checked="" type="checkbox"/>	4_b	Mesh 2
<input checked="" type="checkbox"/>	4_p	Mesh 2

Z X Y ↑ ↓

Select a renderer to tune its options, right click to replace it by another one

Mesh render 2

Geometry

Use default geometry

Use a mesh ...

Scale : 1

Use geometry of the lowest decomposition

MeshSketcher2.useTube 0  MeshSketcher2.torsion

Rendering

Filled

Outline

Transparent

Skeleton

Material

Node color

Default color

Gradient color

GRADIENT\_RAINBOW

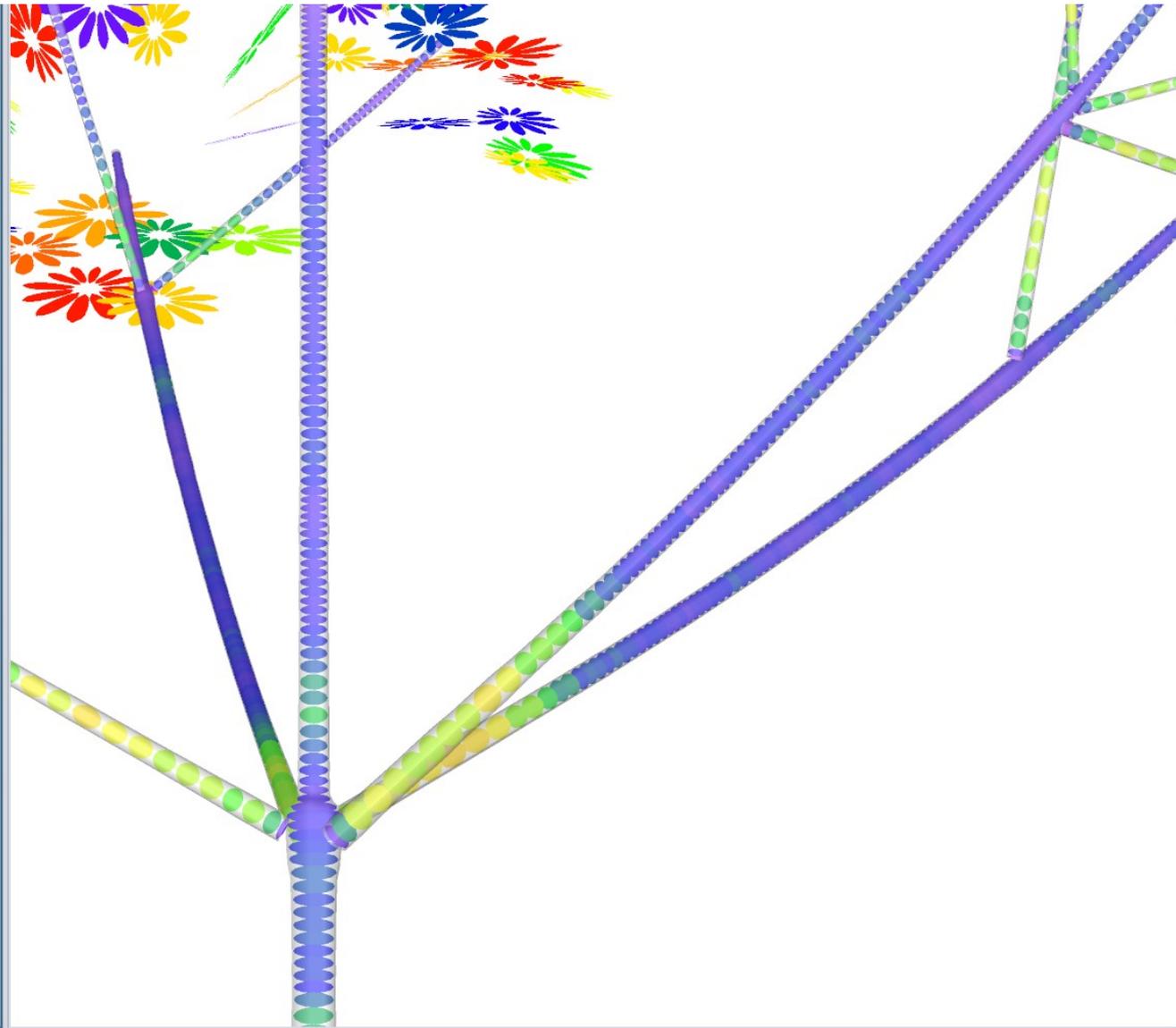
Min : 1 Max : 1

Other

Render axis

Render normal

Reverse normal



## Editeur de rendu:

Sélectionner les types que l'on veut afficher/masquer et changer les modes de dessin.

# Fonctionnalités : Extraire des propriétés architecturales.



Extraction X

Extraction 1 X

Source

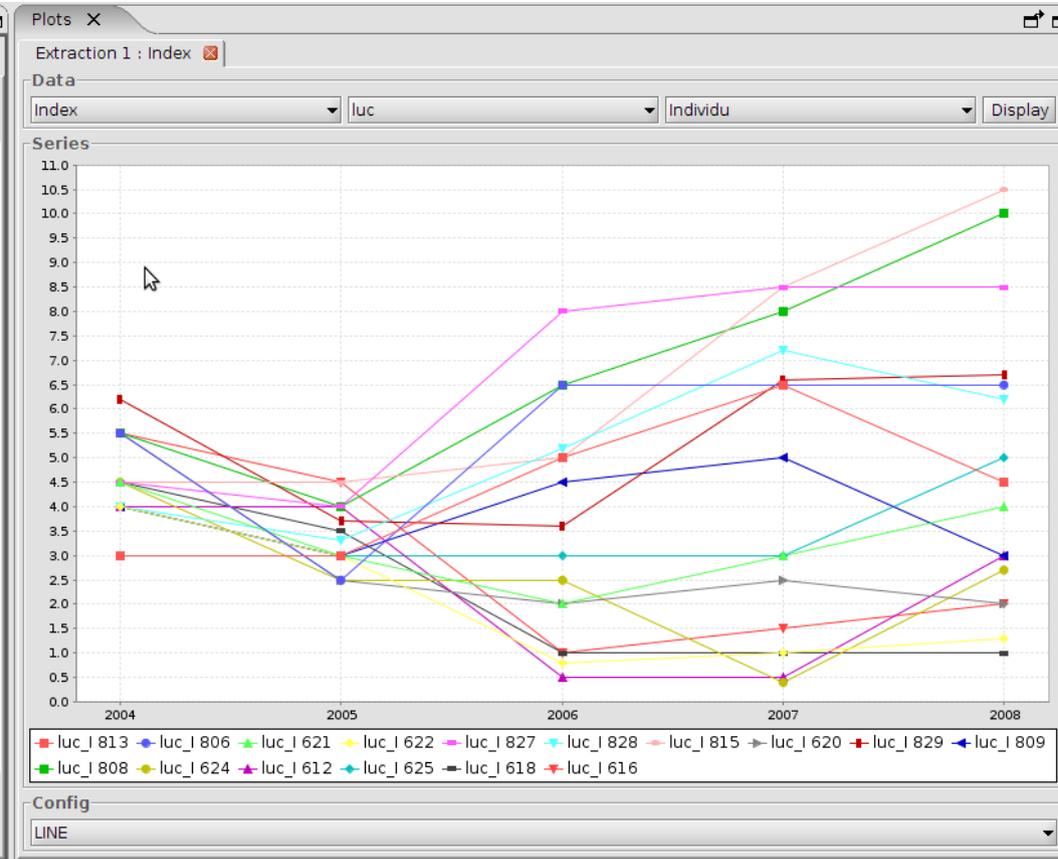
Source All scene Run

Nodes	Index	luc	Individu	Ramification or...	Position in axis	Mean_luc
P* 2004	2004	6.2   829	>1	1	1	0
P 2005	2005	3.7   829		1	2	0
P 2006	2006	3.6   829		1	3	0
P 2007	2007	6.6   829		1	4	0
P 2008	2008	6.7   829		1	5	0
P 2004	2004	4   828		1	1	0
P 2005	2005	3.3   828		1	2	0
P 2006	2006	5.2   828		1	3	0
P 2007	2007	7.2   828		1	4	0
P 2008	2008	6.2   828		1	5	0
P 2004	2004	4.5   827		1	1	0
P 2005	2005	4   827		1	2	0
P 2006	2006	8   827		1	3	0
P 2007	2007	8.5   827		1	4	0
P 2008	2008	8.5   827		1	5	0
P 2004	2004	4.5   815		1	1	0
P 2005	2005	4.5   815		1	2	0
P 2006	2006	5   815		1	3	0
P 2007	2007	8.5   815		1	4	0
P 2008	2008	10.5   815		1	5	0
P 2004	2004	3   813		1	1	0
P 2005	2005	3   813		1	2	0
P 2006	2006	5   812		1	2	0

Extraction size = 4986

Output

Output Selection Export



**Vue extraction : outils de filtrage, de calculs statistiques simples et de construction de graphiques.**

# Fonctionnalités : Importer/Exporter vos données

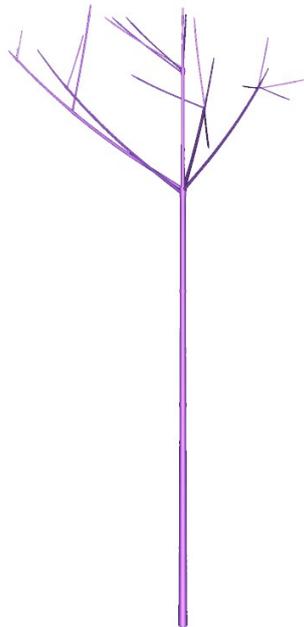


## FORMAT D'IMPORT

Topologie :  
MTG

Géométrie :  
LIG + DTA

Topologie + Géométrie :  
OPF (Open Plant Format)



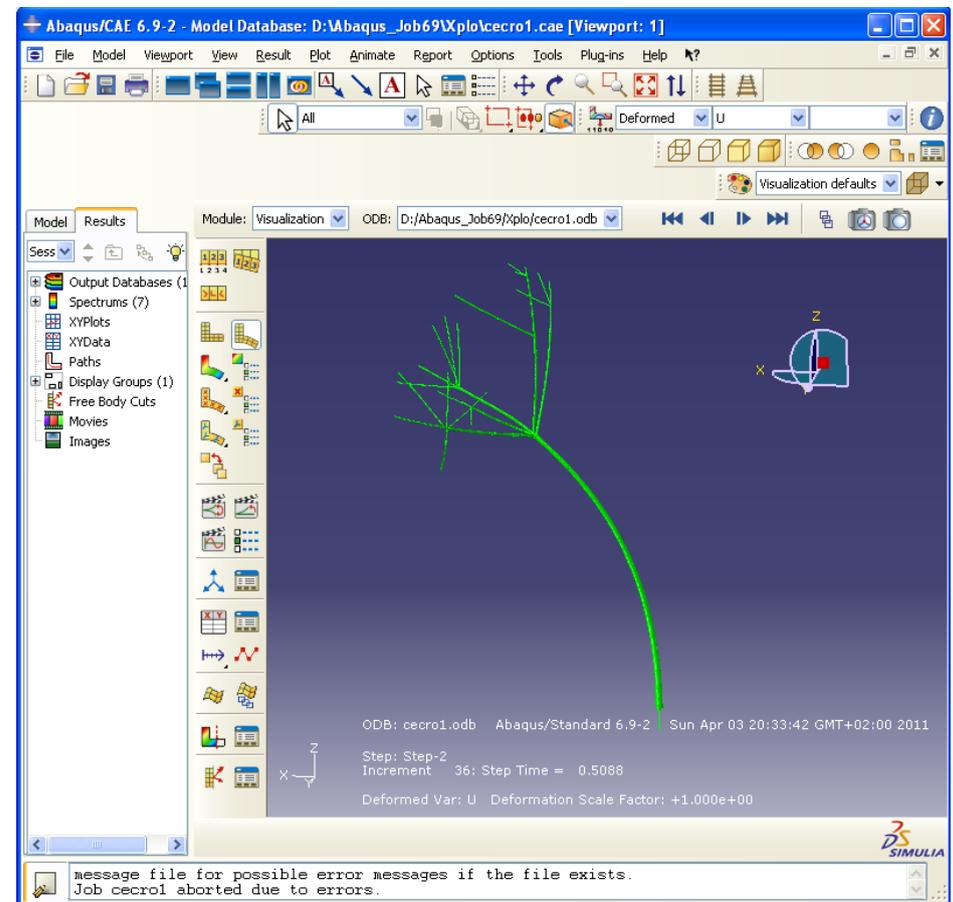
Import Cecropia MTG (P. Heuret)

## FORMAT D'EXPORT

Topologie :  
MTG

Géométrie :  
LIG + DTA  
Sunflow  
Abaqus

Topologie + Géométrie :  
OPF (Open Plant Format)

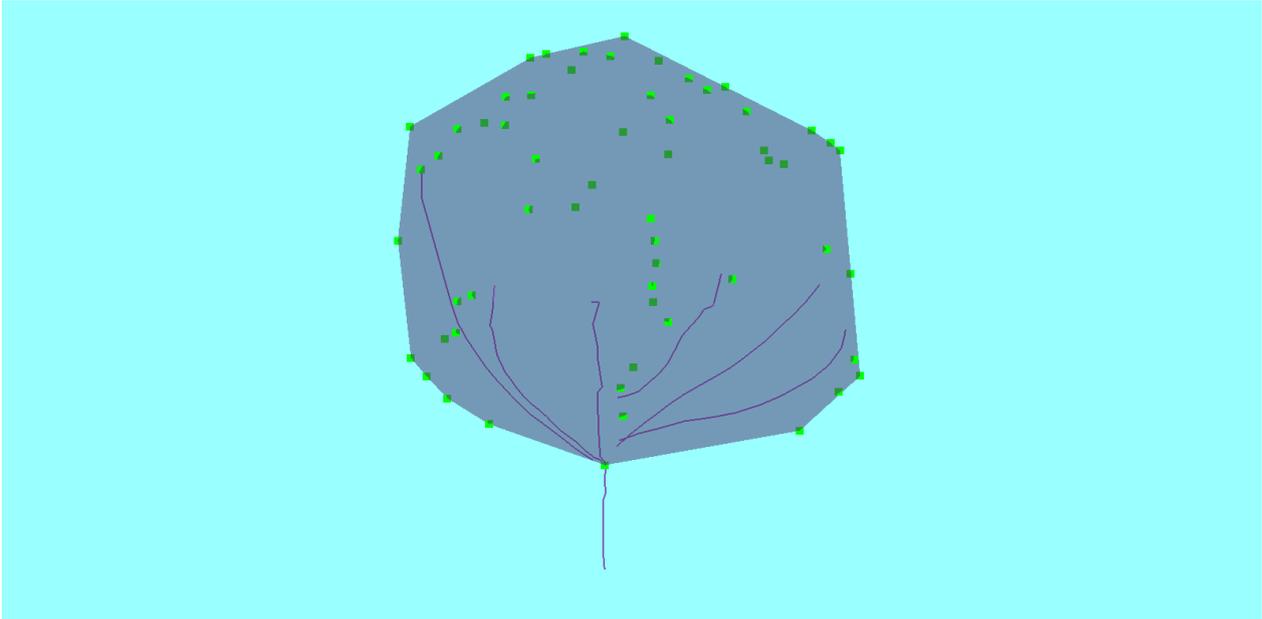


Export vers Abaqus

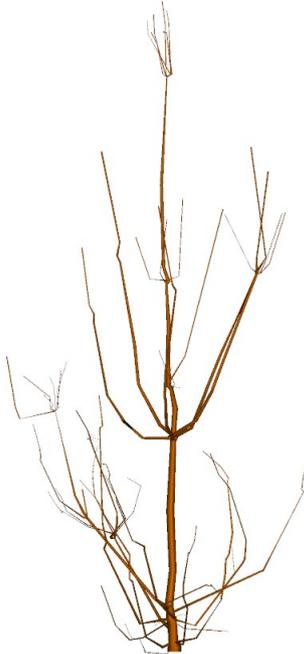
# Fonctionnalités : Importer/Exporter vos données



→  
**Tachéomètre**



→  
**Digitalisation**

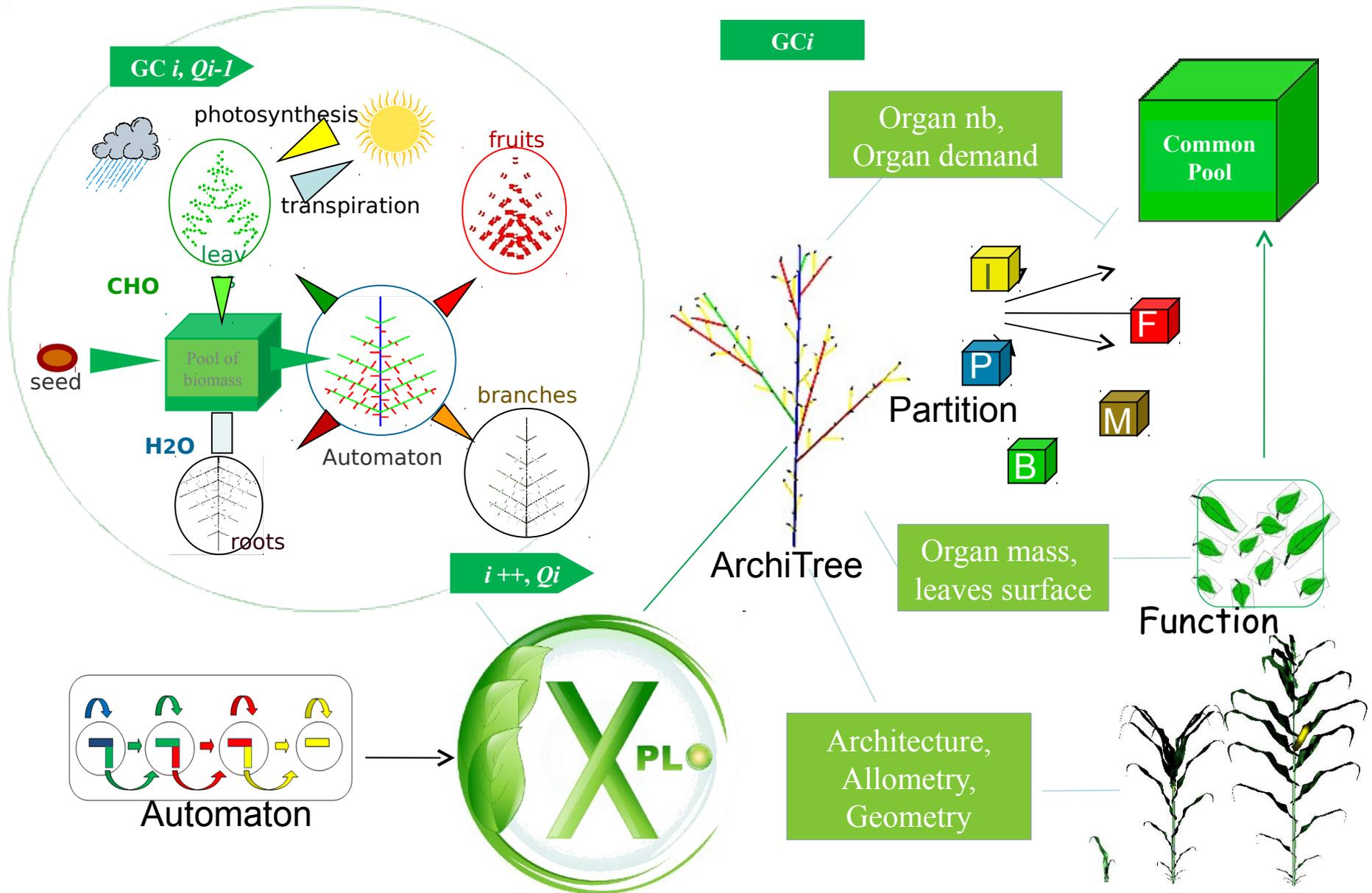




# Fonctionnalités : Simuler



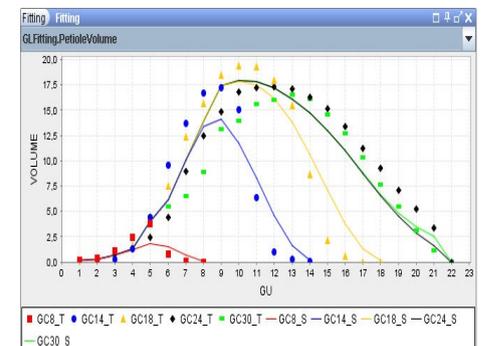
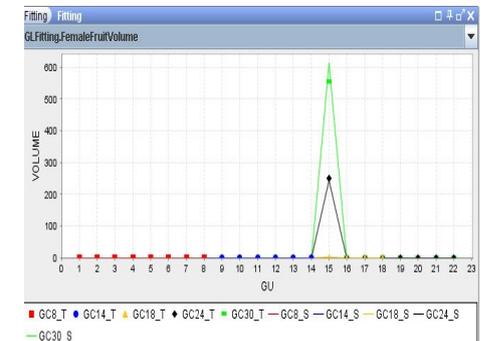
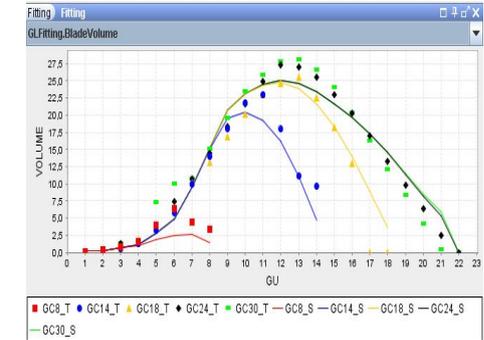
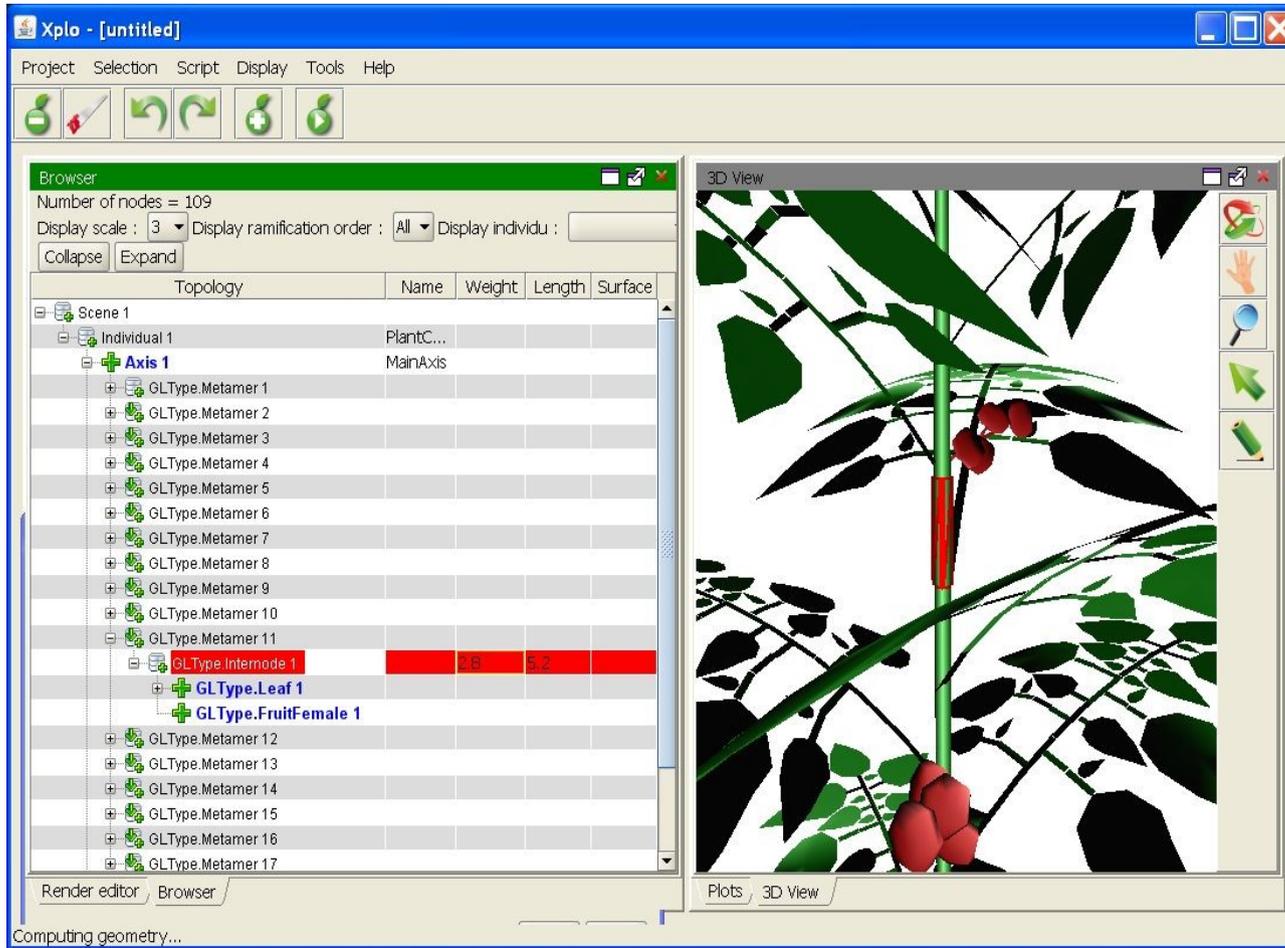
Illustration : Greenlab FSPM : Feng Lu, Ph. de Reffye, S. Griffon.



# Fonctionnalités : Simuler



Illustration : Greenlab FSPM : Feng Lu, Ph. de Reffye, S. Griffon.

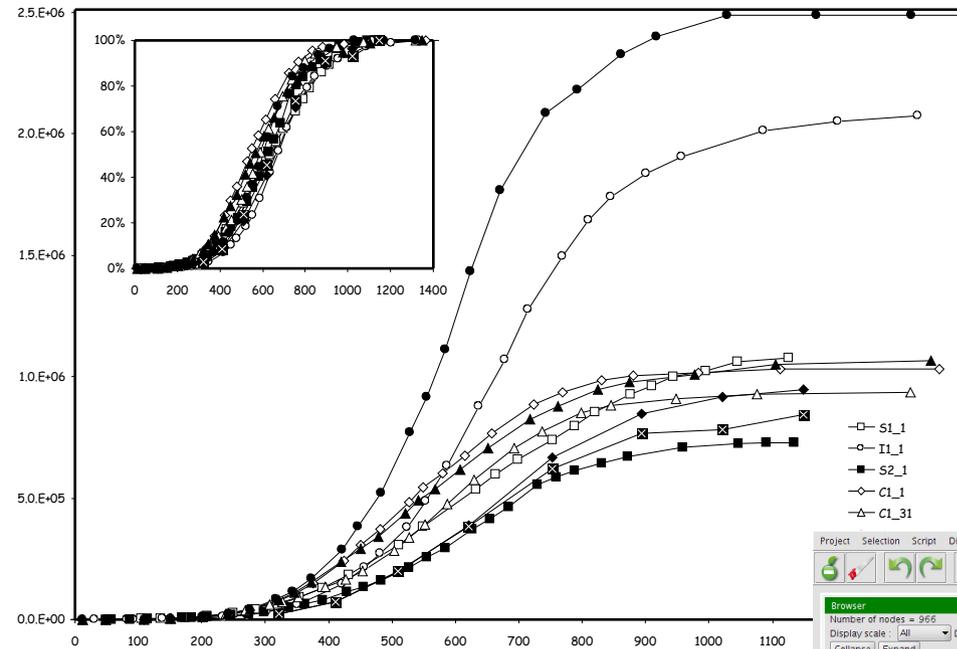


Fitting

# Fonctionnalités : Simuler

Illustration : Sunflower : modèle de croissance et développement : H. Rey.

Les processus de développement et de croissance sont fonctions des sommes de températures.



Taille des organes calculée à partir de lois logistiques et du bilan radiatif de la plante.

**Browser**  
Number of nodes = 966  
Display scale: All | Display ramification order: All | Display individu: [dropdown]

Topology	Dia...	Len...	Z Euler	TT_in	R	Orth	Length	Surf...	Yinsert	Width	Y Euler	X Euler
Metamer 6		41.0									137...	
Metamer 7		41.0									137...	
Metamer 8		51.0									137...	
Metamer 9		61.0									137...	
Metamer 10		71.0									137...	
Metamer 11		81.0									137...	
Metamer 12		91.0									137...	
Metamer 13		91.0									137...	
Metamer 14		10...									137...	
Metamer 15		11...									137...	
Metamer 16		12...									137...	
Metamer 17		13...									137...	
Internode 1					9.89...					2.39...		
Leaf 1										20.4...		0
Petiole 1												0
Blade 2					1.0		24.2	493		24.2		0
Metamer 18		14...									137...	
Metamer 19		14...									137...	
Internode 1					5.79...					2.18...		
Leaf 1										61.3...		0
Petiole 1										19.5...		0
Blade 2					1.0		25.2	463		25.2		0
Metamer 20		15...									137...	
Metamer 21		16...									137...	
Metamer 22		17...									137...	
Metamer 23		18...									137...	
Metamer 24		19...									137...	

**3D View**  
Inspector: 3D View

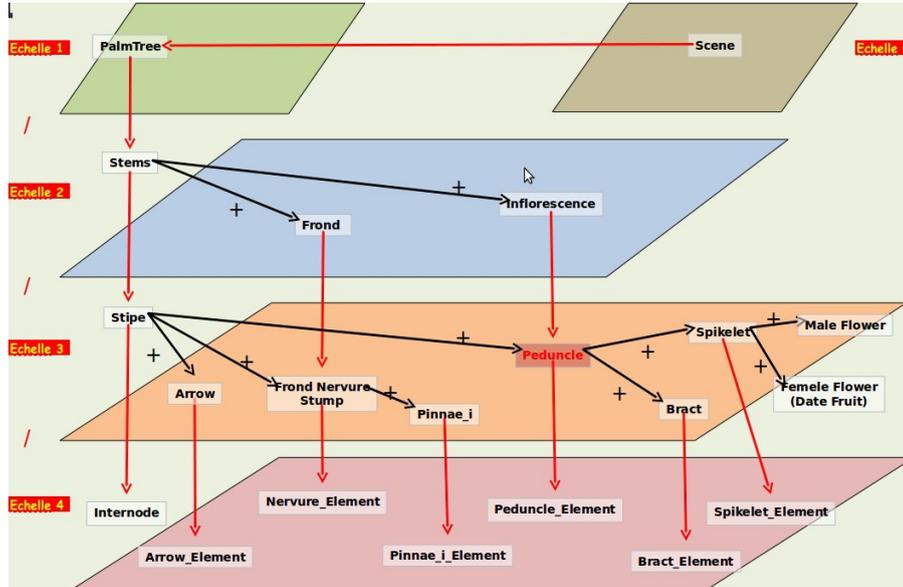
**Plots**  
Blade (red dashed line), Blade (blue solid line)

AXIS :	66.085	331.621	0.715
Cross Hair :	0.000	0.000	0.000

# Fonctionnalités : Simuler



Illustration : Palm tree: modèle de croissance de l'architecture des palmiers.  
H. Rey, R. Lecoustre.



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
13	# PalmTreeName	Palm Tree Structure	5	string	empty	0	0	5	1											
14	# PalmTreeUnit	Palm Tree Unit	5	string	empty	0	0	1	1											
16	# PalmTreeGeometryUnit	Arrow* Frond (Petiole + Rachis) & Leaflet & Stump & Branch & Peduncle & Spikelet Length	5	cm	(0.9999)	0	1	1	5											
17	# PalmTreeDeviationDirection_1	Frond Nervure deviation angles - Direction (1 = clockwise, -1 = counterclockwise)	5	degrees	(1 or -1)	0	1	1	1											
18	# PalmTreeDeviationDirection_2	Frond Nervure deviation angles - Exception frequency	5	cm	(0.9999)	0	1	1	50											
19	# PalmTreeLeafletOrientation	Pattern used to handle leaflet orientation (1 = Pinnae_i -1 = Branch)	5	subunit unit	(0.9999)	0	1	1	1											
20	#	<b>STEM</b>																		
21	# StemGrowthDirection_1	Stem growth direction - initial plantation direction (0 = upwards, 100 = downwards)	5	degrees	(0.9999)	0	1	1	1											
22	# StemGrowthDirection_2	Stem growth direction - initial plantation direction standard deviation	5	cm	(0.9999)	0	1	1	0											
23	# StemGrowthDirection_3	Stem growth direction - straightening beam (from leaf base)	5	cm	(0.9999)	0	1	1	90											
24	# StemGrowthDirection_4	Stem growth direction - straightening end (from palm base)	5	cm	(0.9999)	0	1	1	100											
25	# StemInternodeLength_1	Stem internode length - mean	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	100	20	2.00	40	3.00	60	4.00	80	5.00	100	3.00	
26	# StemInternodeLength_2	Stem internode length - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
27	# StemInternodeDiameter_1	Stem internode diameter - initial (near base)	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	100											
28	# StemInternodeDiameter_2	Stem internode diameter - first (Stip diameter)	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	30.00											
29	# StemInternodeDiameter_3	Stem internode diameter - standard deviation on first	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.00											
30	# StemInternodeDiameter_4	Stem internode diameter - shape factor (for bulb for palmate)	2D	subunit unit	(0.9999)	1	6	1	0.50	20	0.75	40	1.00	60	1.00	80	0.75	100	0.75	
31	# StemInternodeDiameter_5	Stem internode diameter - growth direction	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	90											
32	# StemInternodeLength_1	Stem internode length - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	###	20	###	40	###	60	###	80	###	100	###	
33	# StemInternodeLength_2	Stem internode length - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.00											
34	#	<b>FRONDS</b>																		
35	#	<b>Frond Development</b>																		
36	# FrondInitiation_1	Frond initiation - number of fronds on palm tree	2D	number of CF	(0.9999)	0	2	1	3	100	4									
37	#	<b>Frond Frond Geometry</b>																		
38	# FrondFrondLength_1	Frond frond length - mean	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	50.00	20	###	40	###	60	###	80	###	100	###	
39	# FrondFrondLength_2	Frond frond length - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
40	# FrondFrondDiameter_1	Frond frond diameter - mean	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.50	20	1.00	40	1.50	60	2.00	80	2.50	100	3.00	
41	# FrondFrondDiameter_2	Frond frond diameter - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	10.00											
42	# FrondFrondDiameter_3	Frond frond diameter - insertion angle	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
43	# FrondFrondDiameter_4	Frond frond diameter - insertion angle - standard deviation	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
44	# FrondFrondDiameter_5	Frond frond diameter - insertion angle - standard deviation	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	40	24	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
45	#	<b>Frond Nervure on Stem Insertion</b>																		
46	# FrondNervureInsertionAngle_1	Frond Nervure insertion angle - initial (young frond)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	10.00											
47	# FrondNervureInsertionAngle_2	Frond Nervure insertion angle - first (old frond)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	90.00											
48	# FrondNervureInsertionAngle_3	Frond Nervure insertion angle - standard deviation on first (old frond)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00											
49	# FrondNervureInsertionAngle_4	Frond Nervure insertion angle - standard deviation on first (old frond)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	30											
50	#	<b>Frond Nervure Geometry</b>																		
51	# FrondNervureLength_1	Frond Nervure length - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	50.00	20	###	40	###	60	###	80	###	100	###	
52	# FrondNervureLength_2	Frond Nervure length - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
53	# FrondNervureWidth_1	Frond Nervure width - mean	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.50	20	1.00	40	1.50	60	2.00	80	2.50	100	3.00	
54	# FrondNervureWidth_2	Frond Nervure width - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
55	# FrondNervureWidth_3	Frond Nervure width - shape factor	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.75	60	1.00	80	1.25	100	1.50	
56	# FrondNervureHeight_1	Frond Nervure height - mean	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	2.50	20	1.00	40	1.50	60	2.00	80	2.50	100	3.00	
57	# FrondNervureHeight_2	Frond Nervure height - standard deviation	2D	cm	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
58	# FrondNervureHeight_3	Frond Nervure height - shape factor	2D	cm	(0.9999)	1	6	1	2.00	20	1.00	40	1.50	60	2.00	80	2.50	100	3.00	
59	# FrondNervureLateralDeviationAngle_1	Frond Nervure lateral deviation angle - mean (control points 1 & 100 required)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
60	# FrondNervureLateralDeviationAngle_2	Frond Nervure lateral deviation angle - standard deviation	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
61	# FrondNervureRotationAngle_1	Frond Nervure rotation angle of leaflets along - mean (control points 1 & 100 required)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
62	# FrondNervureRotationAngle_2	Frond Nervure rotation angle of leaflets along - standard deviation	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
63	# FrondNervureBendAngle_1	Frond Nervure bend angle - initial (young frond) (control points 1 & 100 required)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
64	# FrondNervureBendAngle_2	Frond Nervure bend angle - first (old frond) (mean control points number: 100)	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
65	# FrondNervureBendAngle_3	Frond Nervure bend angle - standard deviation on first	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
66	# FrondNervureBendAngle_4	Frond Nervure bend angle - standard deviation on first	2D	degrees	(0.9999)	0	1	1	0.00	20	0.00	40	0.00	60	0.00	80	0.00	100	0.00	
67	#	<b>Stump (remaining Frond Nervure Base) Development</b>																		
68	# StumpLength_1	Stump length - mean	2D	cm	(0.9999)	0	2	1	50	100	###									

Réprésentation multi-échelle des palmiers.

Fichier paramètre Excel.

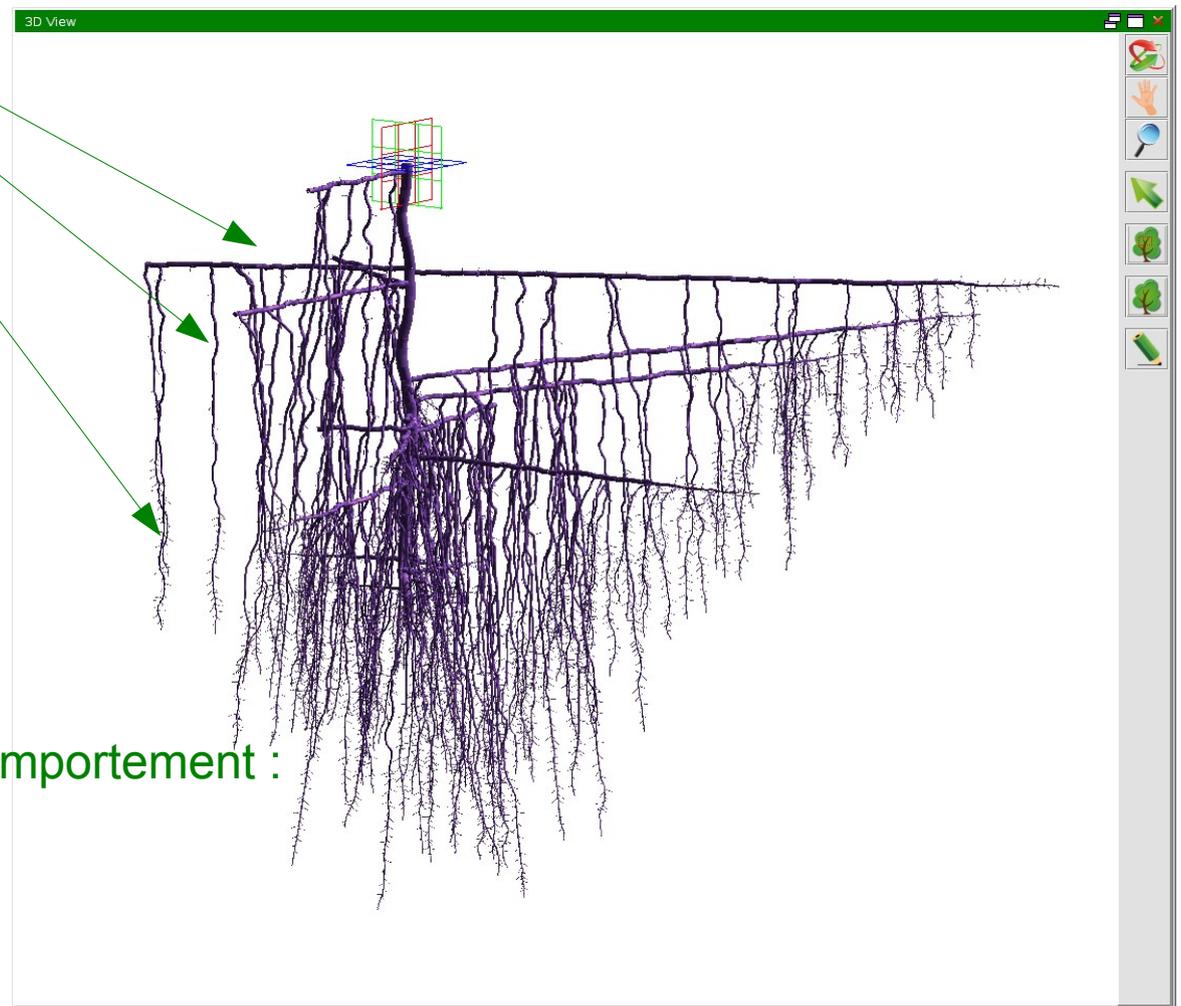


# Fonctionnalités : Simuler



**Illustration** : DigR: modèle « structure » de la croissance racinaire.  
J.F. Barczi , H. Rey et Christophe Jourdan

## Type racinaires



Chaque type possède son propre comportement :

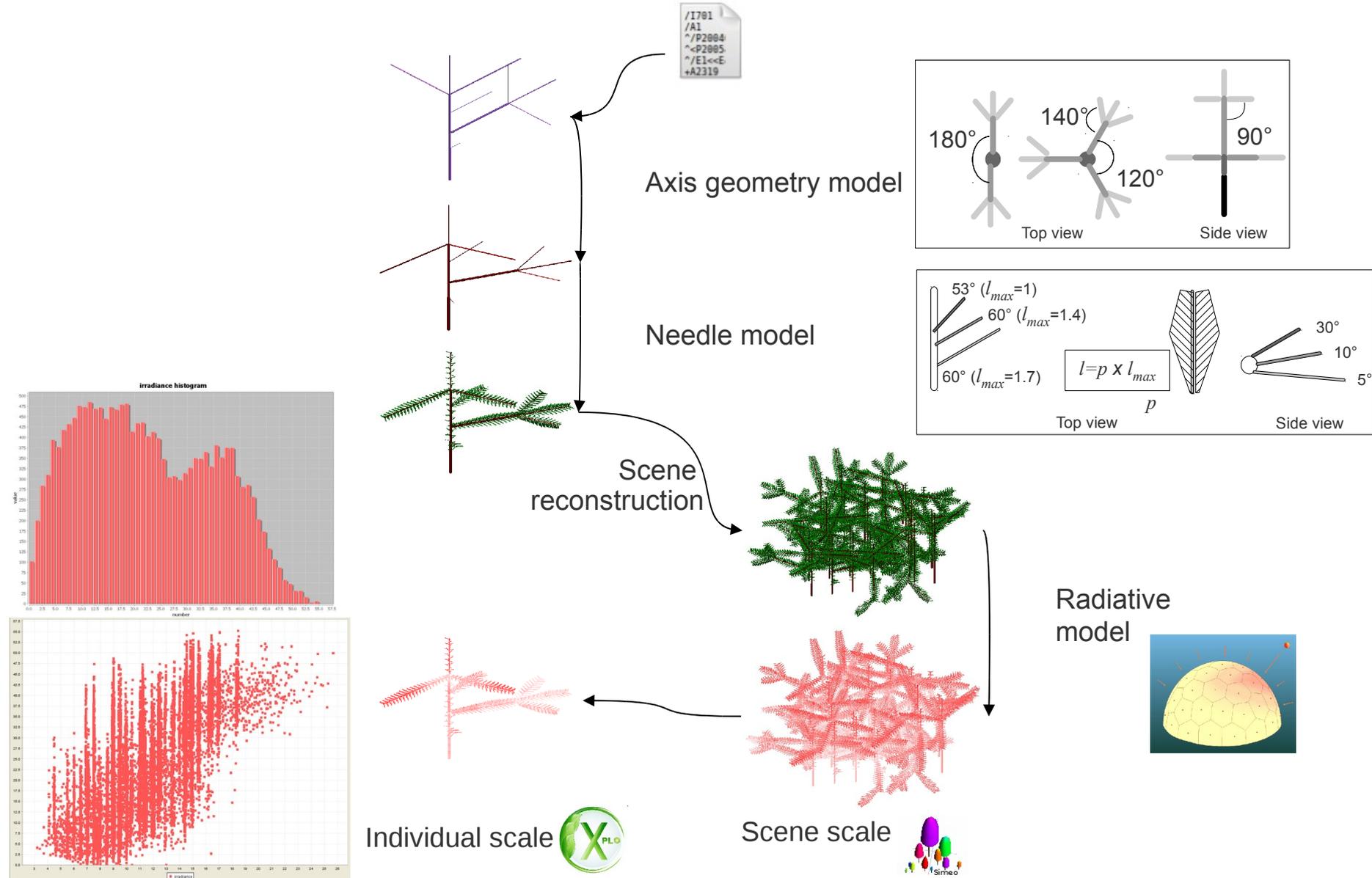
- Croissance apicale
- Ramification
- Mort, élagage.

Les paramètres sont indexés en fonction de positions le long de la racine.

# Simeo : Niveau scène



**Objectifs :** Créer et manipuler des scènes 3D végétales.  
Parfaitement complémentaire à Xplo.  
Responsable : F. de Coligny





Visualisation photo-réaliste : Export vers raytracers Blender et Sunflow.



GL-PNN : Pins noirs calculés par PNN (module Capsis) et Greenlab. Rendu sous Sunflow.  
Lu FENG, Philippe DE REFFYE, Philippe DREYFUS, Daniel AUCLAIR

# Merci de votre attention.

Site web : <http://amap-dev.cirad.fr/projects/xplo/>

Contact : [sgriffon@cirad.fr](mailto:sgriffon@cirad.fr)



On en discute autour d'une bière ?