

Biomorphes

***Des maths à l'image,
en passant par l'ordinateur***



**Jean-Louis
Seichepine**

UTBIOM 2015 – 12 Février 2015

Biomorphes



- 1 – Aperçu***
- 2 – Mathématiques***
- 3 – Informatique***
- 4 – Création***
- 5 – Motivation***
- 6 – Réflexion***
- 7 – Propositions***

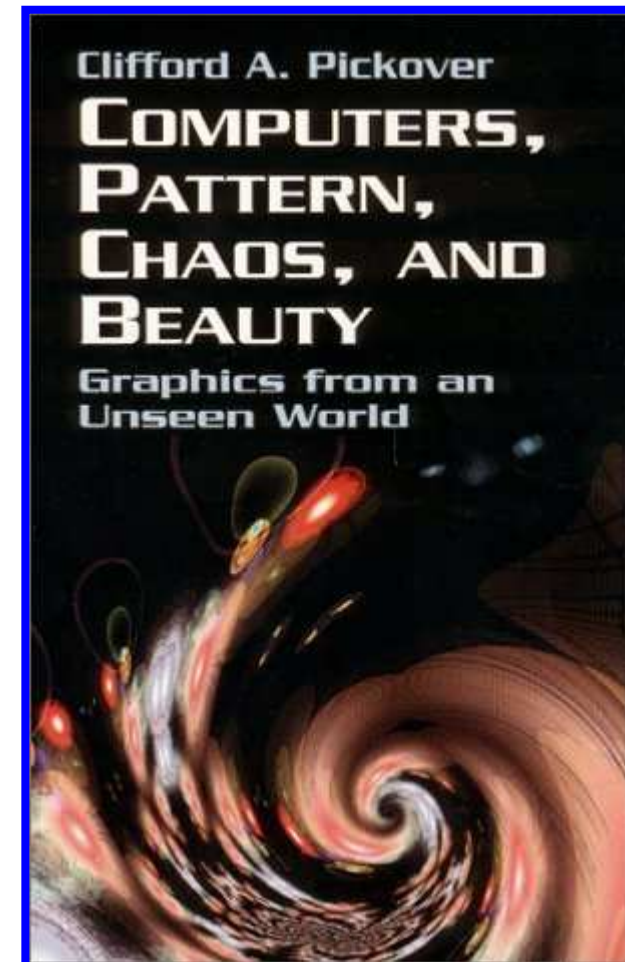
Signification du terme – Découverte de la chose

2 mots grecs
« vie » et « forme »

βίος
μορφή



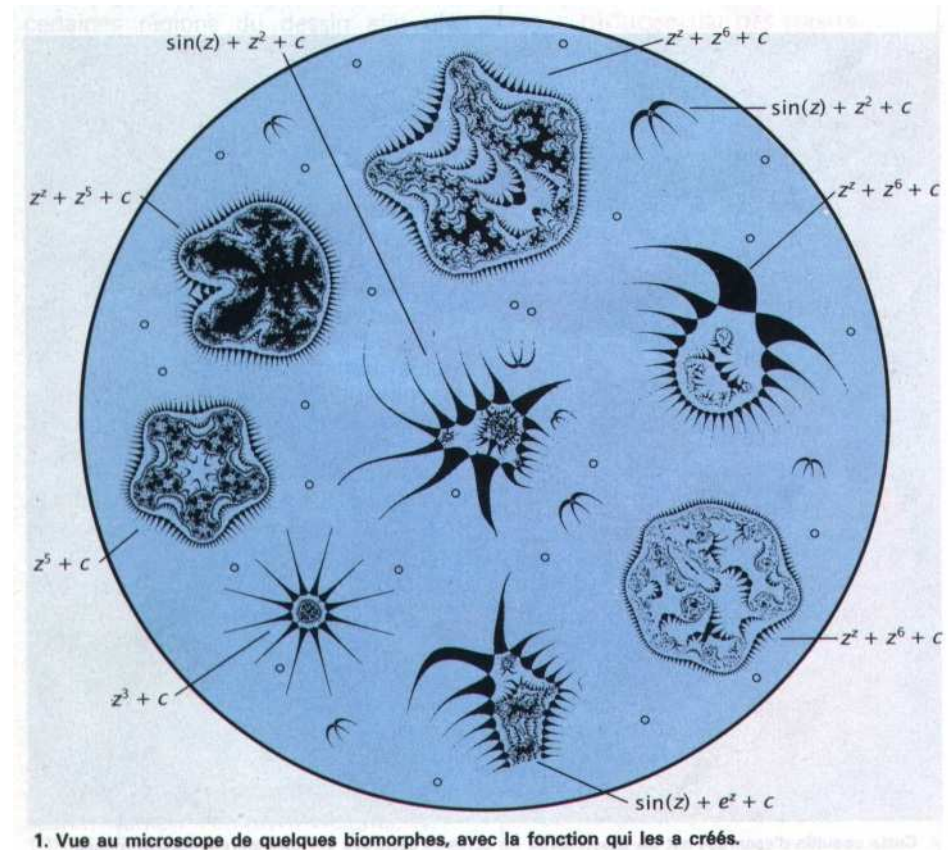
<http://sprott.physics.wisc.edu/pickover/home.htm>



Rencontre

1989

**Un article intitulé
« Partie de pêche »
dans la revue
« Pour la science »
N°143 (Septembre 1989)
pp. 98 à 101**

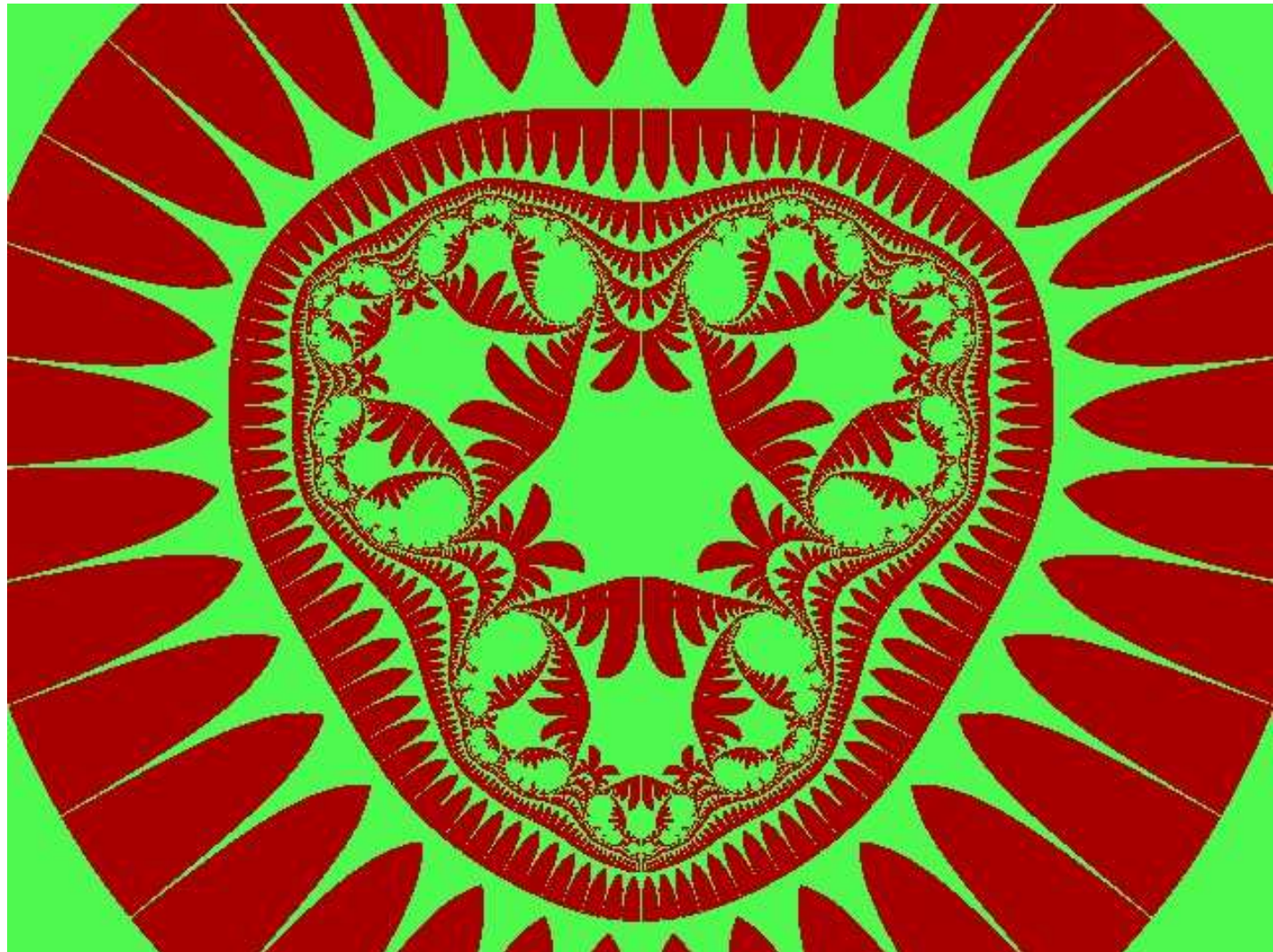


***Vue au microscope de quelques biomorphes,
avec la fonction qui les a créés***

Rencontre - Suite

1997

*Première
pêche sur un
ordinateur
personnel.*



Les biomorphes à l'UTBM

2004

Présentation en TP de LE03.

2006

Activité d'intersemestre « UTBIOM » + Exposition (vote).

<http://utbiom.free.fr/>

2007

Activité d'intersemestre « UTBIOM »

22/03 : stand à la journée « Art, Culture, International »

14/11 : présentation en TD de AR04

2008

Activité d'intersemestre « UTBIOM »

21/03 : stand à la journée « Art, Culture, International »

2009

Activité d'intersemestre « UTBIOM »

2010

Activité d'intersemestre « UTBIOM »

Panneau de biomorphes à la Semaine des Arts (du 03 au 07/05)

2011

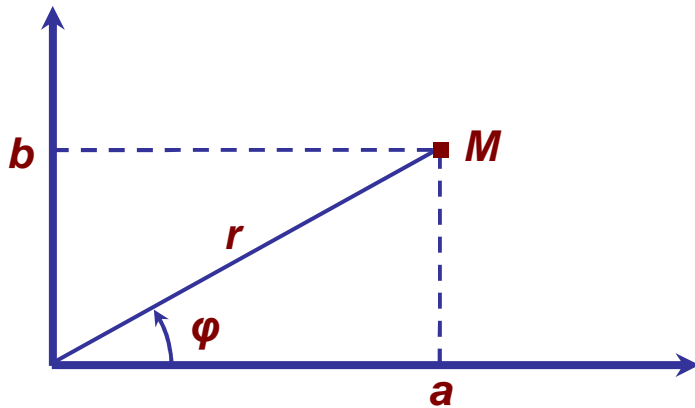
Activité d'intersemestre « UTBIOM »

Une AV01 « Réalisation audiovisuelle »

Aujourd'hui : UTBIOM 2015



Les nombres complexes



Un outil pratique pour manipuler les points du plan.

*Partie réelle et partie imaginaire,
multiple de i défini par $i^2 = -1$.*

$$z = a + i b$$

$$z = r (\cos \varphi + i \sin \varphi)$$

$$z = r e^{i \varphi}$$

$$r^2 = a^2 + b^2$$

$$\tan \varphi = b / a$$

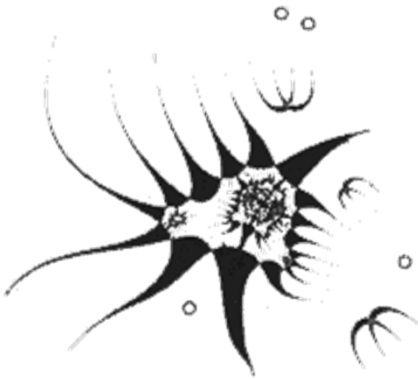
Les biomorphes sont élaborés grâce à des fonctions de nombres complexes : z^K , e^z , z^z , $\cos(z)$ et $\sin(z)$.

Les parties réelles et imaginaires de z^K , e^z et z^z se calculent en utilisant les différentes expressions ci-dessus.

Définition des fonctions trigonométriques :

$$\cos z = (e^{iz} + e^{-iz}) / 2$$

$$\sin z = (e^{iz} - e^{-iz}) / 2$$



Recette du biomorphe de Clifford A. Pickover

A chaque point du plan est associé un nombre complexe z_0 .

$$z_0 = a_0 + i b_0$$

Soit une fonction f quelconque, par exemple de la forme :

$$f(z) = z^{A+iB} + C + D i + E \cos(z) + F \sin(z) + G e^z + H z^z$$

où A, B, C, D, E, F, G, H sont des nombres réels à choisir.

Pour chaque z_0 :

$$z_1 = f(z_0), z_2 = f(z_1), \dots, z_{10} = f(z_9)$$

A chaque étape, pour n entre 0 et 10 :

$$z_n = a_n + i b_n$$

Test de la valeur de r_n , module de z_n , ou racine carrée de $a_n^2 + b_n^2$.

$$r_n = |z_n|$$

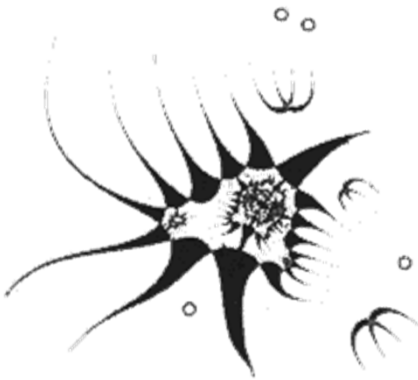
Si $r_n > 10$, le calcul s'arrête, et $k = n$.

Si cela n'arrive pas, le calcul s'arrête après 10 applications successives de la fonction, et $k = 10$.

Un paramètre h est alors défini comme la plus petite des valeurs absolues de a_k et b_k .

$$h(z_0) = \min(|a_k|, |b_k|)$$

Le biomorphe est la carte des h .



Programmation

L'algorithme peut être traduit dans différents langages informatiques.

Il suffit de disposer :

- des opérations et fonctions élémentaires,
- des moyens de créer une image constituée de pixels colorés.

Si le langage manipule les complexes :

$$f(z) = z^{A+iB} + C + iD + E \cos(z) + F \sin(z) + G e^z + H z^z$$

◦ *Si le langage ne manipule pas les complexes :*

$$(a', b') = f(a, b)$$

$$a' = r^A e^{-\varphi B} \cos (B \ln(r) + \varphi A) + C + E \cos(a) \operatorname{ch}(b) + F \sin(a) \operatorname{ch}(b) + G e^a \cos(b) + H r^a e^{-\varphi b} \cos (b \ln(r) + \varphi a)$$

$$b' = r^A e^{-\varphi B} \sin (B \ln(r) + \varphi A) + D - E \sin(a) \operatorname{sh}(b) + F \cos(a) \operatorname{sh}(b) + G e^a \sin(b) + H r^a e^{-\varphi b} \sin (b \ln(r) + \varphi a)$$



Des complexes aux pixels

Pour créer une image de $N_{px} \times N_{py}$ pixels, il faut choisir :

- Un point de référence z_{ref} du plan complexe, qui correspondra à l'origine du tracé, généralement le coin supérieur gauche de l'image.

$$z_{ref} = a_{ref} + i b_{ref}$$

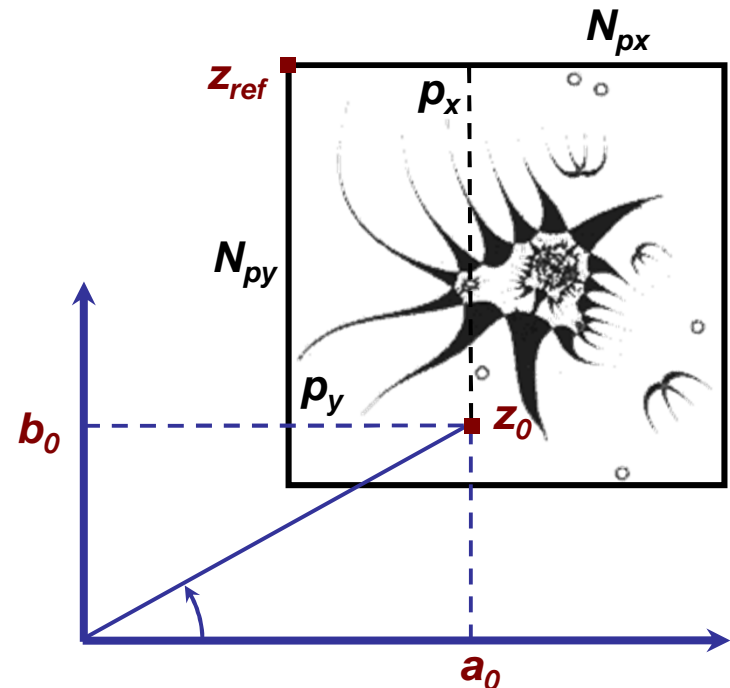
- Un grossissement G_r égal au nombre de pixels qui correspondront à une longueur de 1.

Un pixel de l'image, positionné en p_x et p_y correspond alors au nombre complexe $z_0 = a_0 + i b_0$, avec :

$$a_0 = a_{ref} + p_x / G_r$$

$$b_0 = b_{ref} - p_y / G_r$$

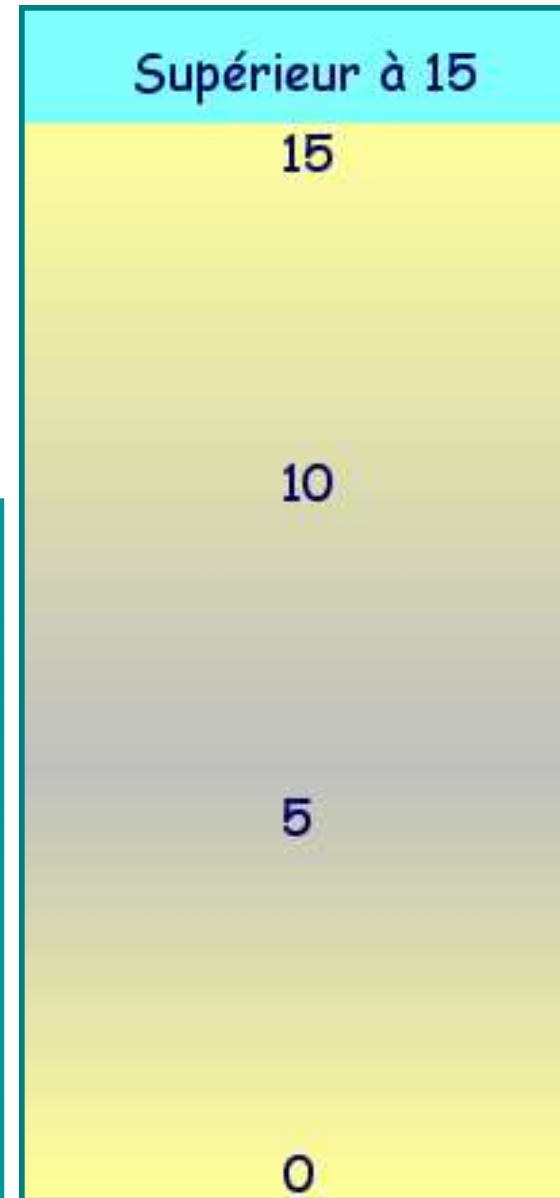
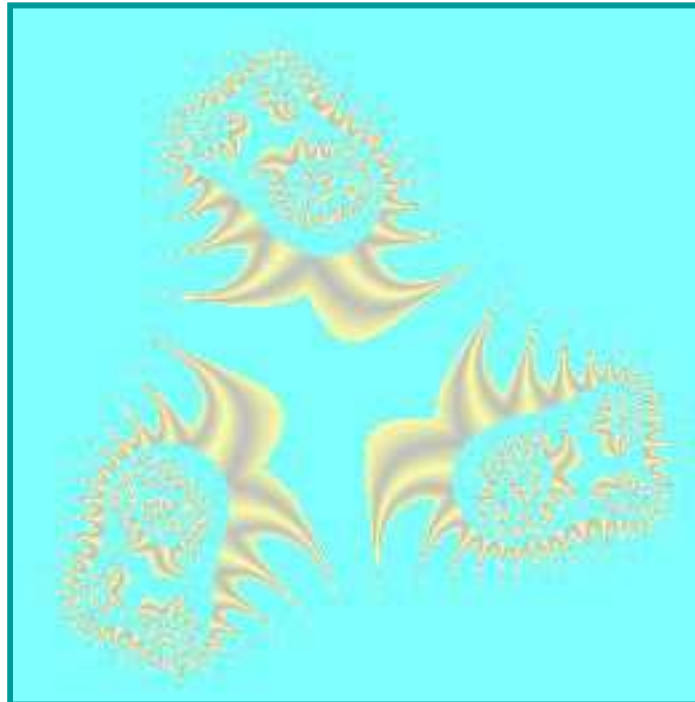
Le programme doit effectuer un balayage de l'image en x et y pour calculer la valeur du paramètre h en chaque pixel.



Coloriage

Une échelle définit une couleur pour chaque valeur de h .

h ayant été calculé au niveau de chaque pixel, il reste à affecter à ce pixel la couleur correspondante.



Excel peut faire des biomorphes

**Fonction
personnalisée
correspondant à
 $f(z) = z^{ex} + cr + i ci$**

Constantes

r0	60
x0	0
y0	0
ex	3
cr	1
ci	1

Function hbiom(x, y, r0, x0, y0, ex, cr, ci)

'Normalisation, centrage, initialisation

x = (x - x0) / r0

y = (y - y0) / r0

n = 0

Pi = 4 * Atn(1)

'Calcul en boucle de $f(z)=z^{ex}+cr+i*ci$ en utilisant la forme $z=r*e^{i*phi}$

Do

r = Sqr(x ^ 2 + y ^ 2)

'Calcul de phi avec Atn, en tenant compte

' - du cas des x tendant vers 0

' - du fait que Atn ne renvoie que des valeurs entre -Pi/2 et Pi/2

If Abs(x) < 1E-20 Then phi = Sgn(y) * Pi / 2 Else phi = Atn(y / x)

If x < 0 Then phi = phi + Pi

r = r ^ ex

x = r * Cos(ex * phi) + cr

y = r * Sin(ex * phi) + ci

n = n + 1

Loop Until r > 10 Or n = 10

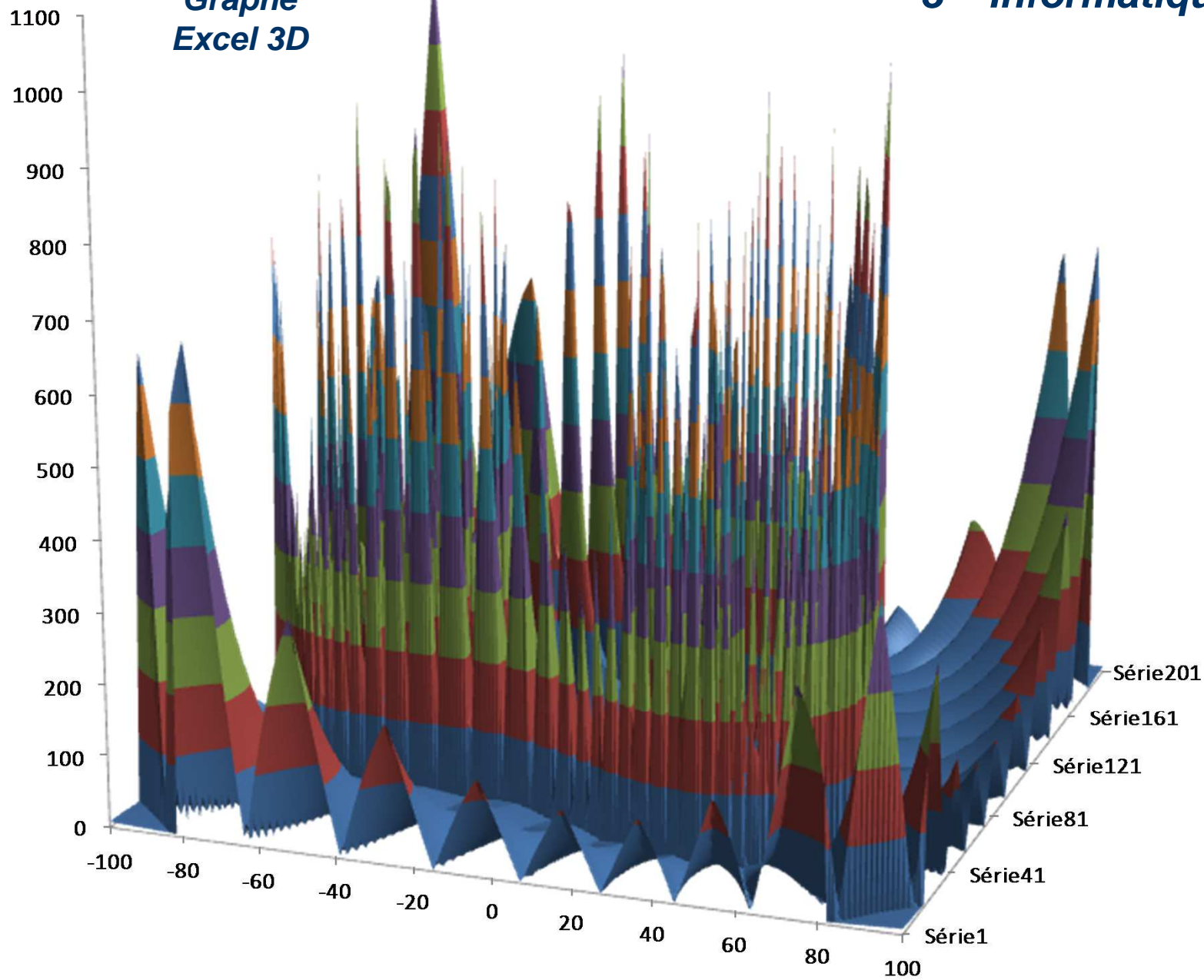
'Calcul de hbiom=Max(Abs(x),Abs(y)) au moment de la sortie de la boucle

hbiom = (Abs(x) + Abs(y) - Abs(Abs(y) - Abs(x))) / 2

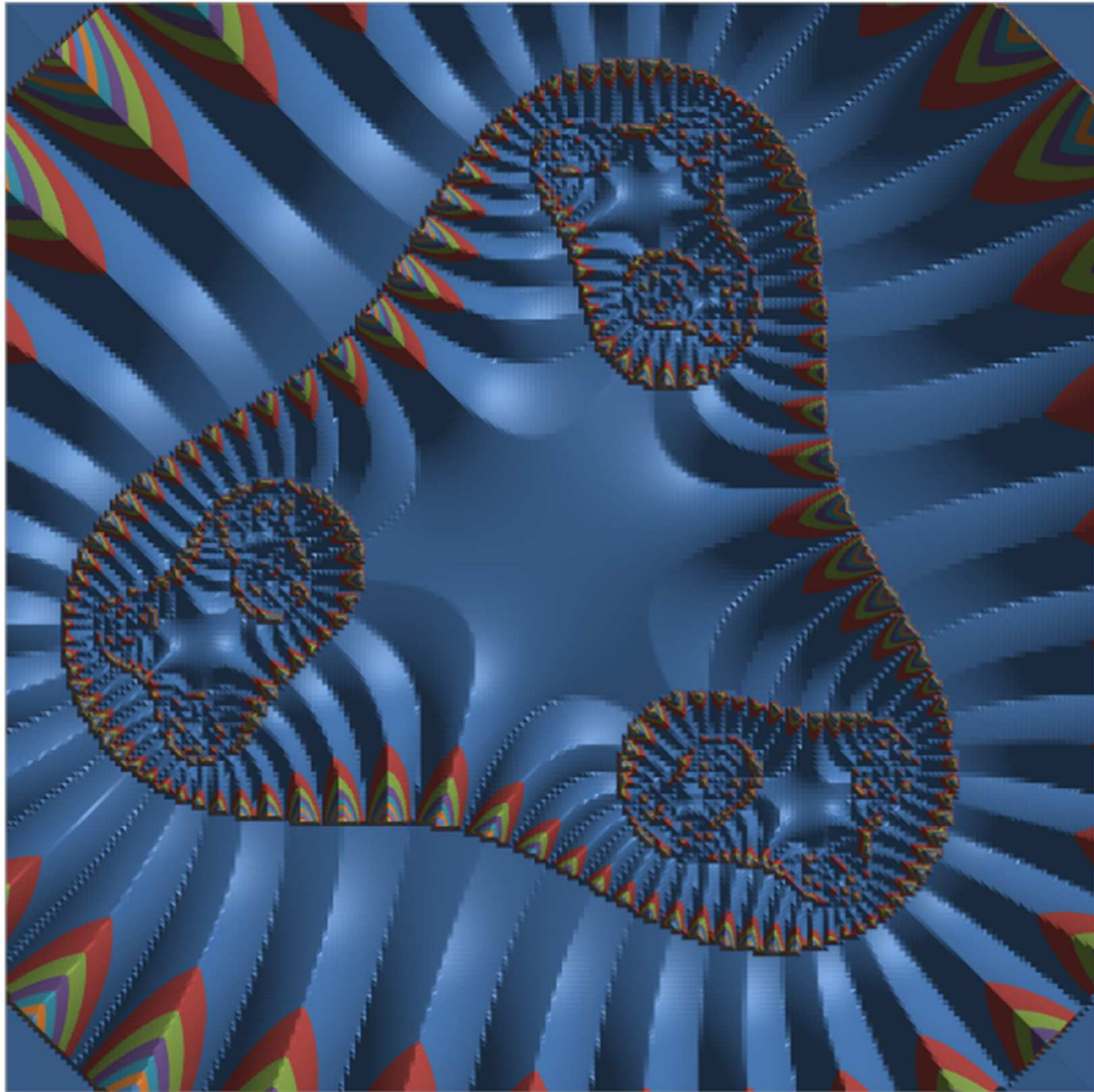
End Function

*Grphe
Excel 3D*

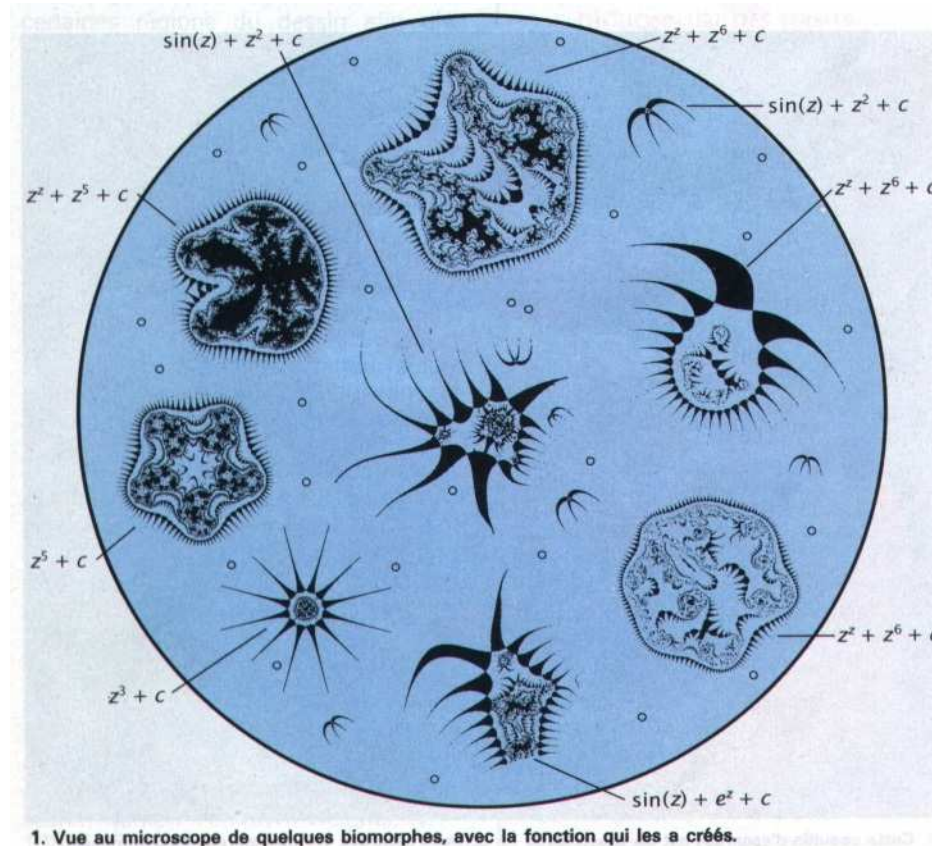
3 – Informatique



*Vu du
dessus*



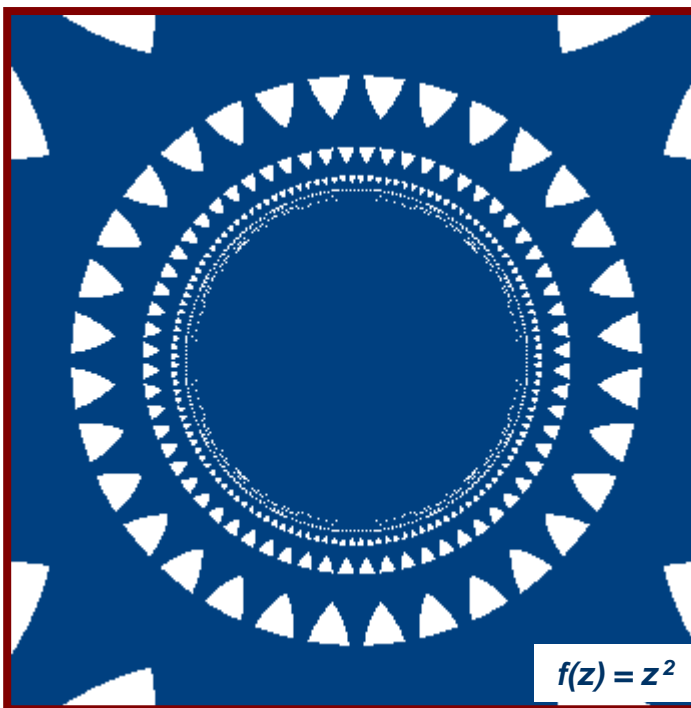
*Une fonction à coefficients réglables, un programme convivial :
tout ce qu'il faut pour aller à la
pêche aux biomorphes
autour du centre du plan complexe.*



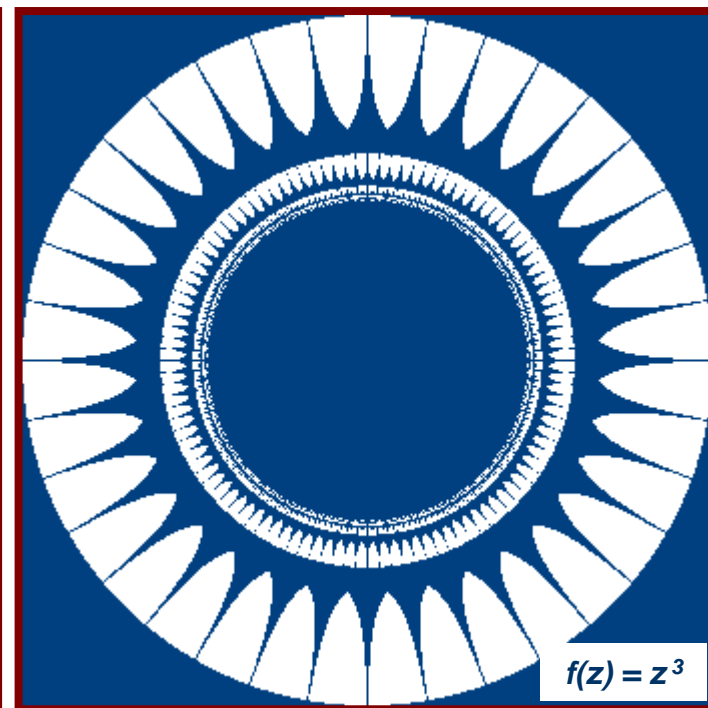
*Trouvé dans un
carré de côté 4,3
centré sur le
point $z = 0$*

*Influence de
l'exposant réel A*

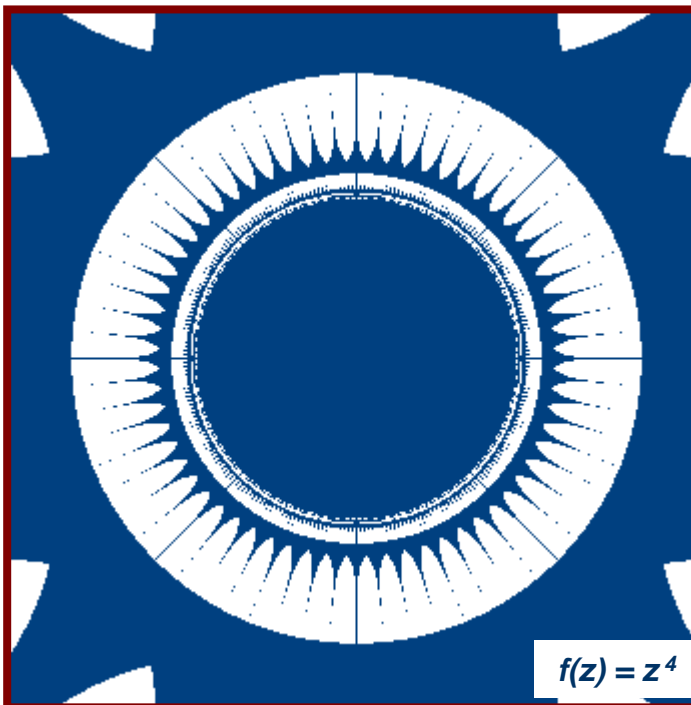
$$f(z) = z^A$$



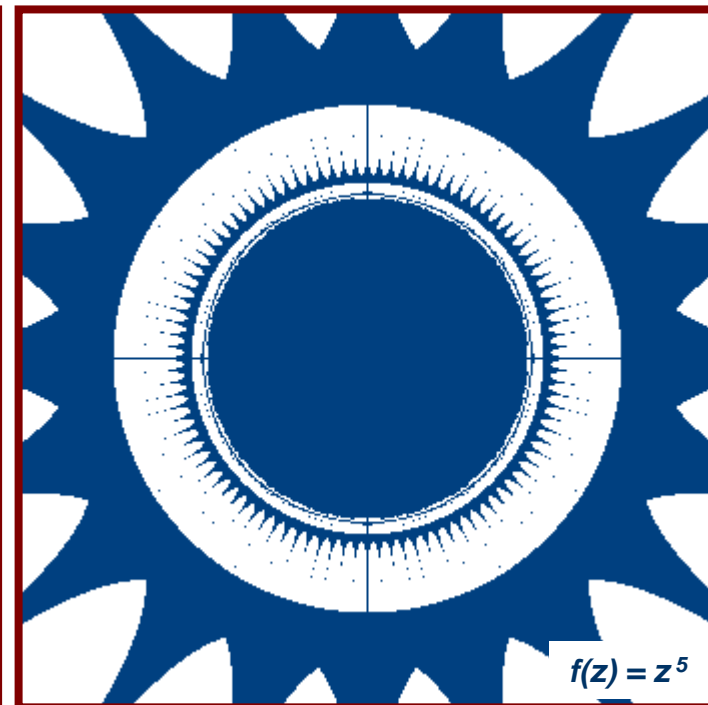
$$f(z) = z^2$$



$$f(z) = z^3$$



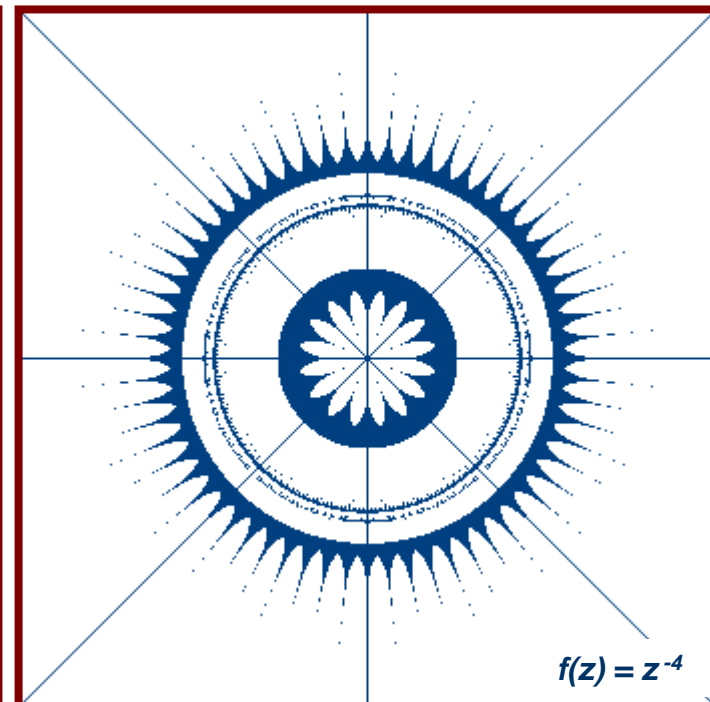
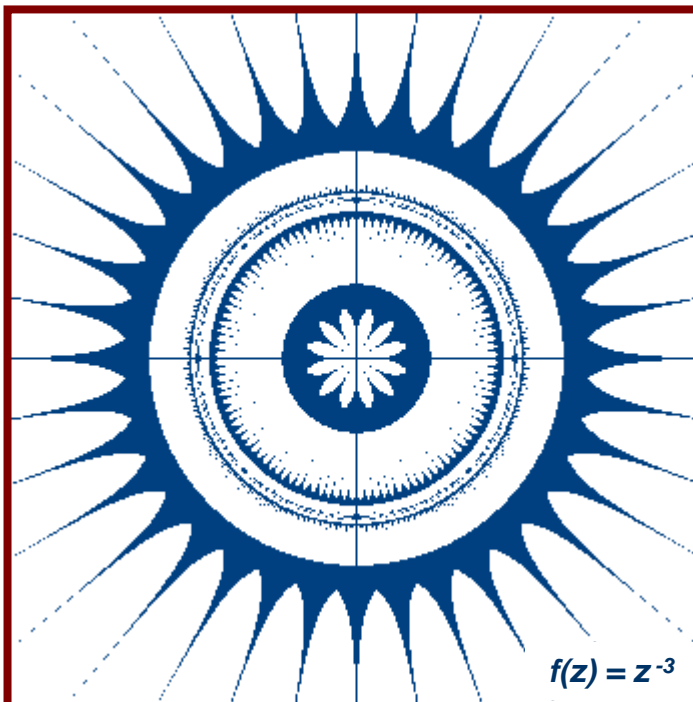
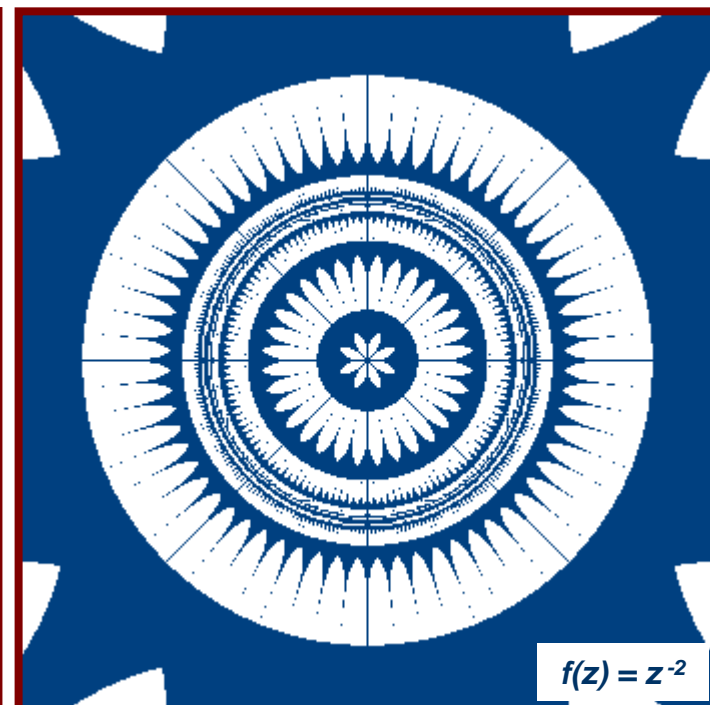
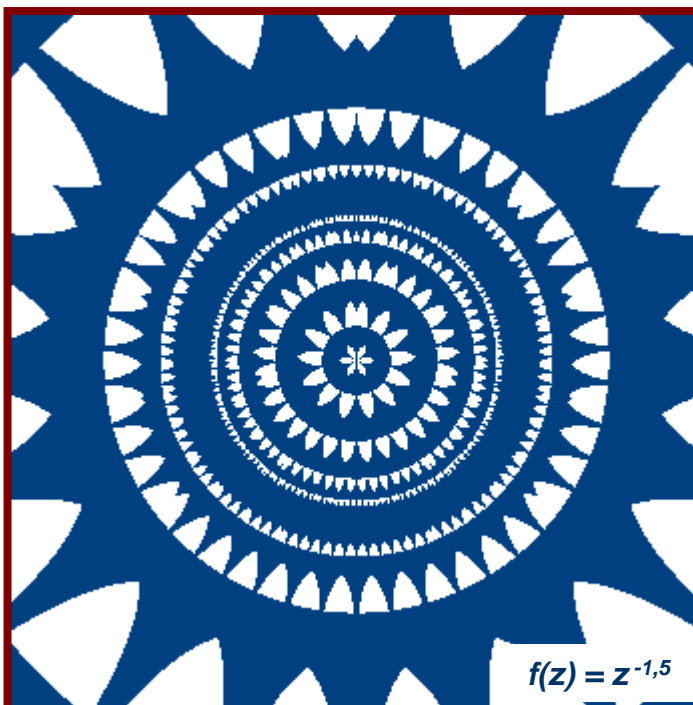
$$f(z) = z^4$$



$$f(z) = z^5$$

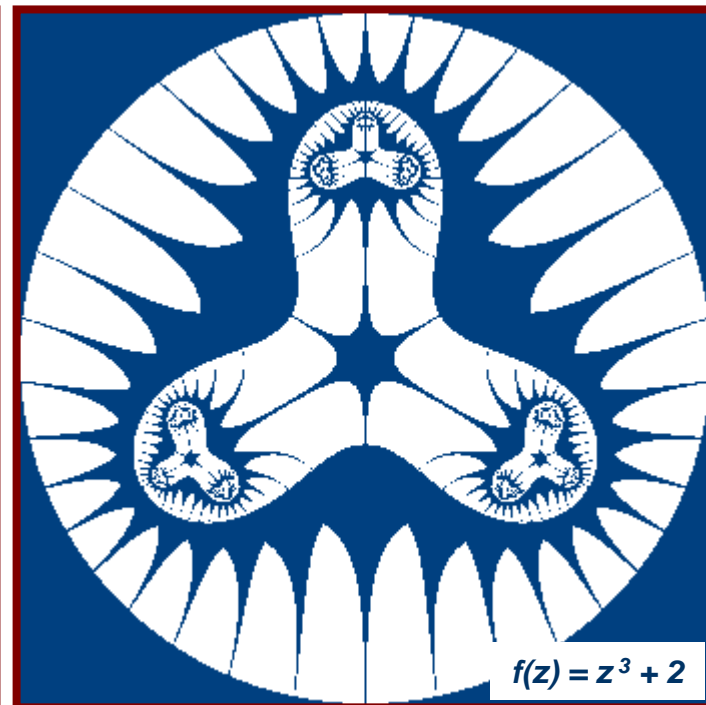
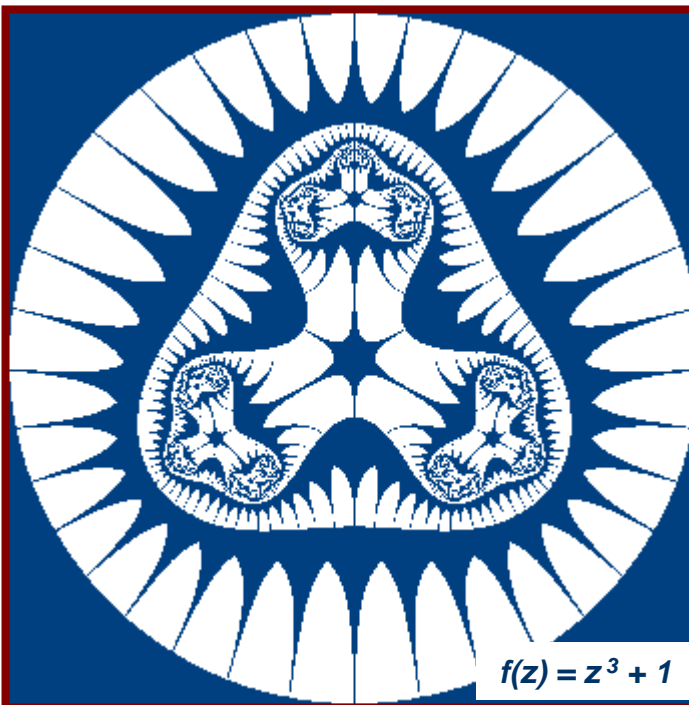
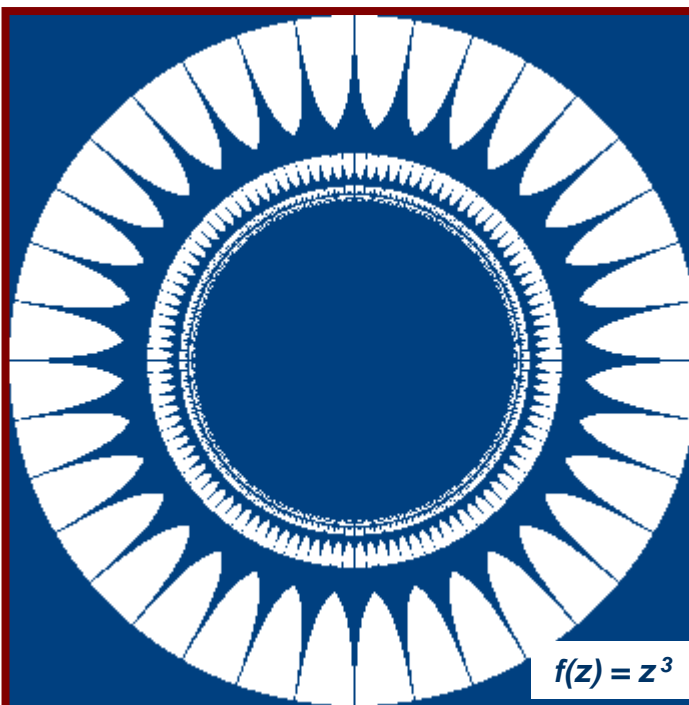
*L'exposant réel A
peut être décimal
et/ou négatif*

$$f(z) = z^A$$



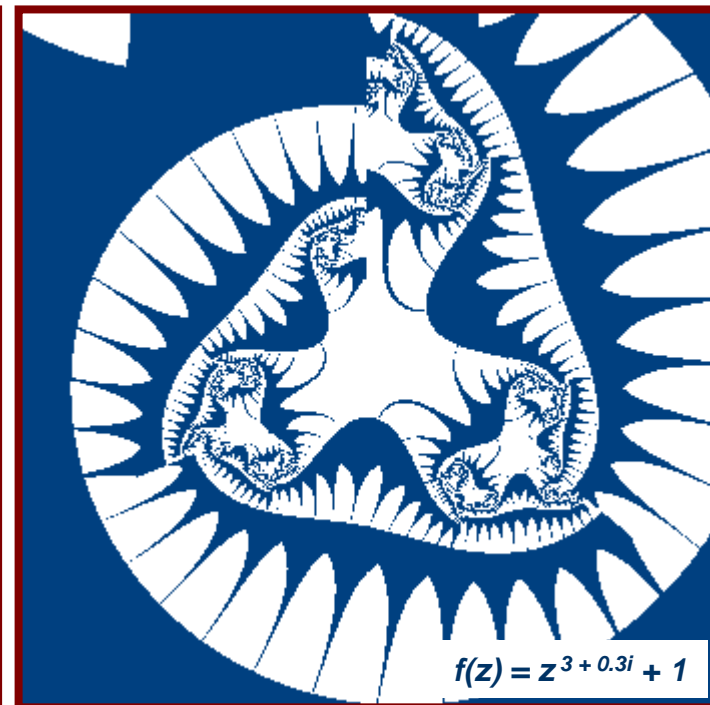
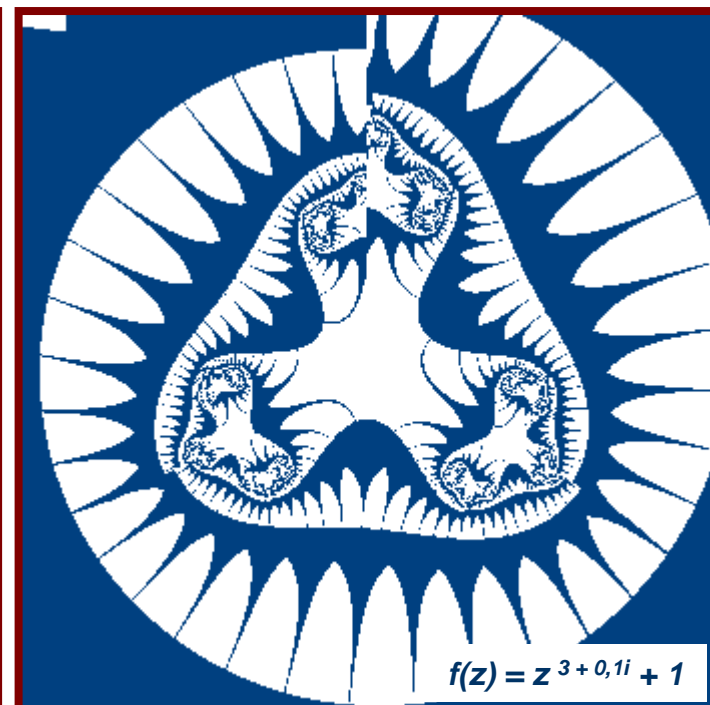
*Influence de la
constante
réelle C*

$$f(z) = z^A + C$$



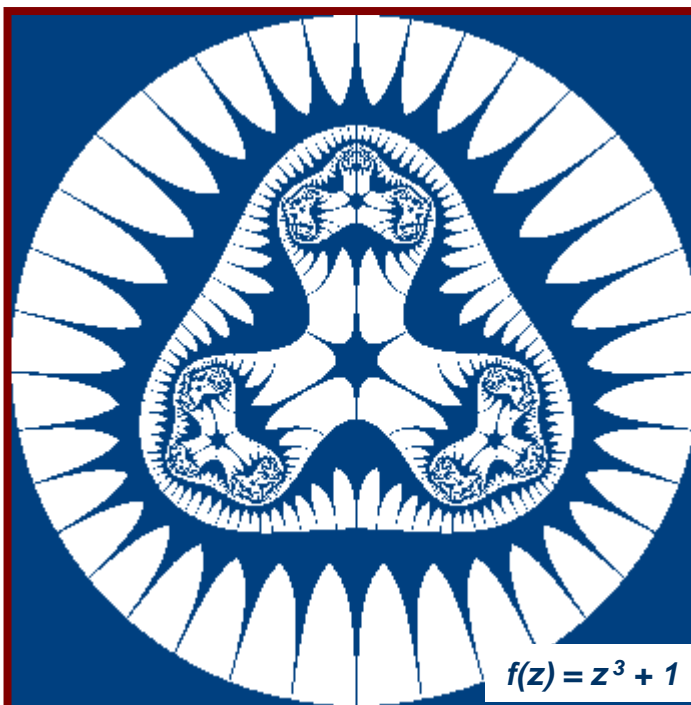
*Influence de la
partie imaginaire
 iB de l'exposant*

$$f(z) = z^{A+iB} + C$$



*Influence de la
constante
imaginaire Di*

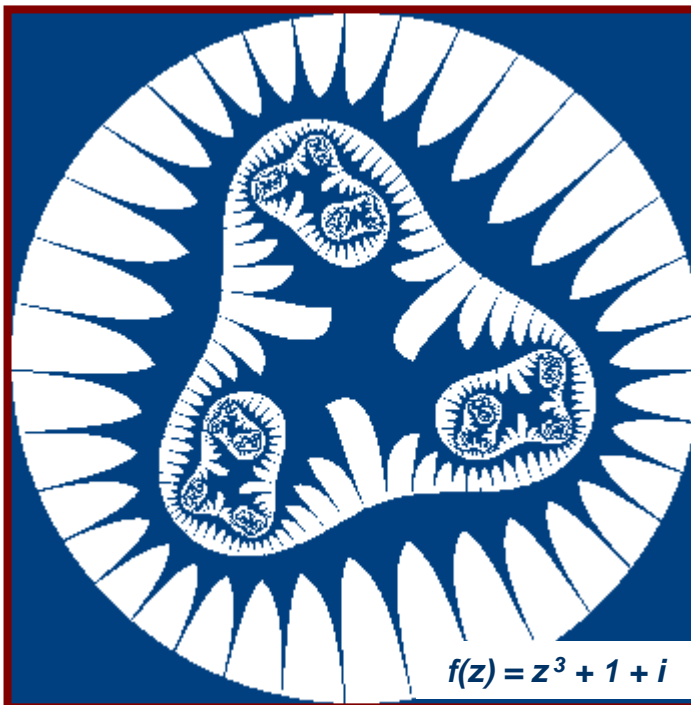
$$f(z) = z^A + C + Di$$



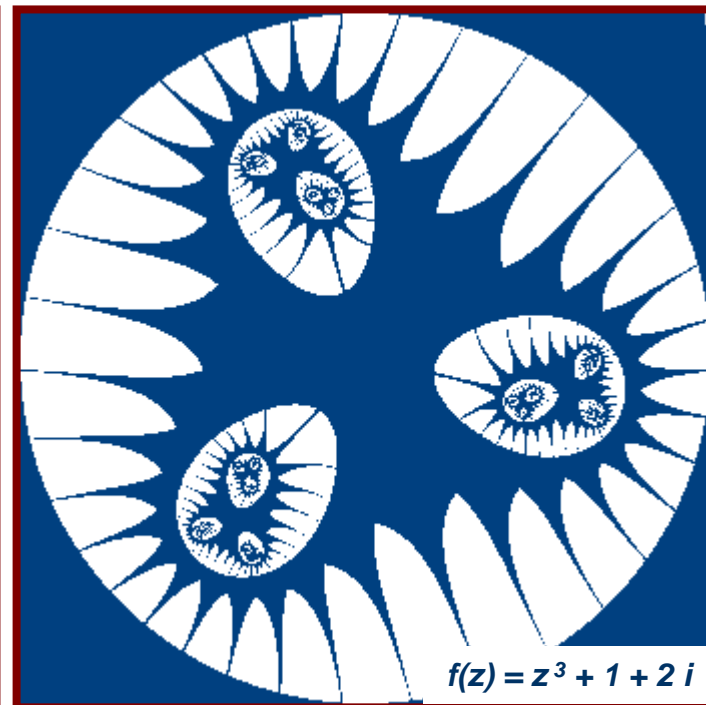
$$f(z) = z^3 + 1$$



$$f(z) = z^3 + 1 + 0,3i$$



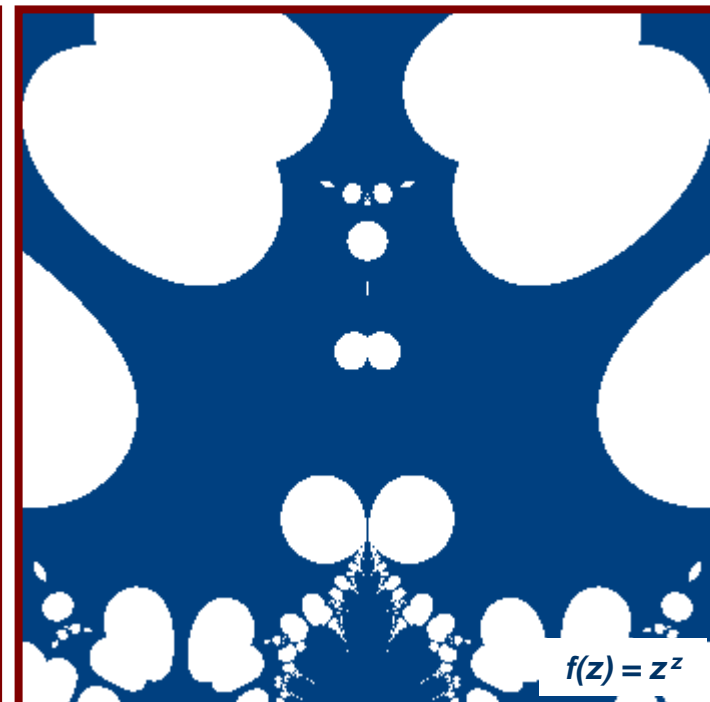
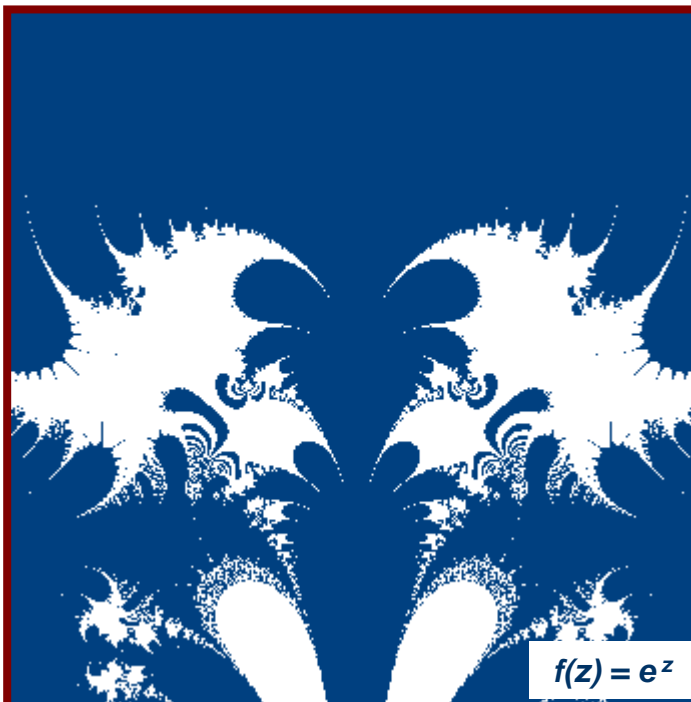
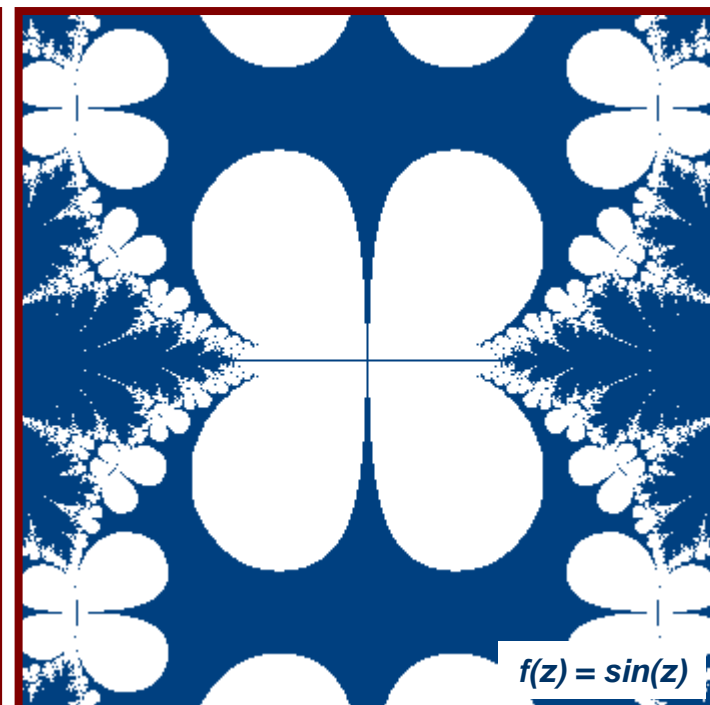
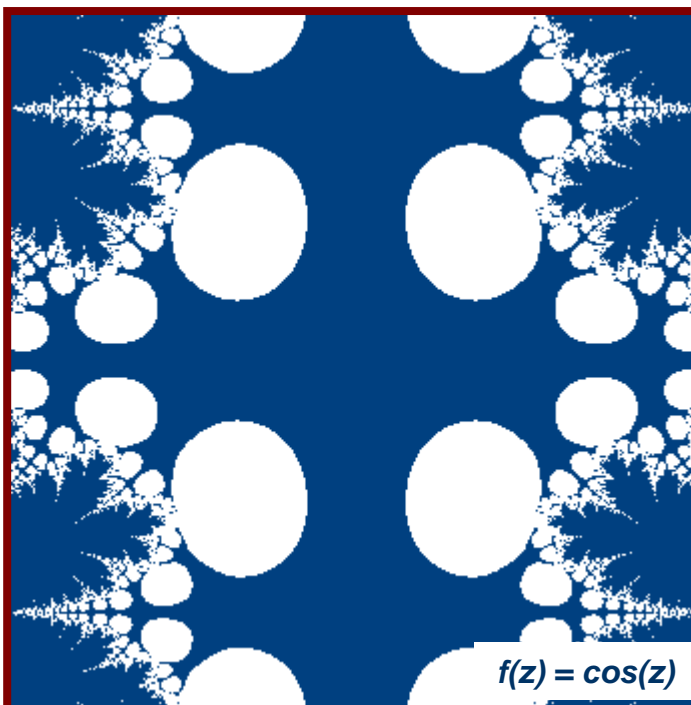
$$f(z) = z^3 + 1 + i$$



$$f(z) = z^3 + 1 + 2i$$

*Termes
trigonométriques
et exponentiels*

$$f(z) = E \cos(z) + F \sin(z) + G e^z + H z^2$$



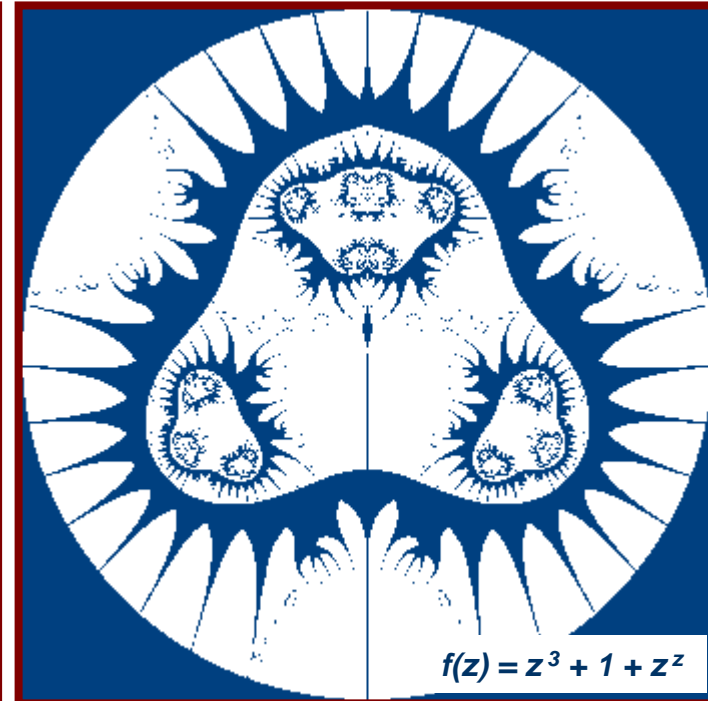
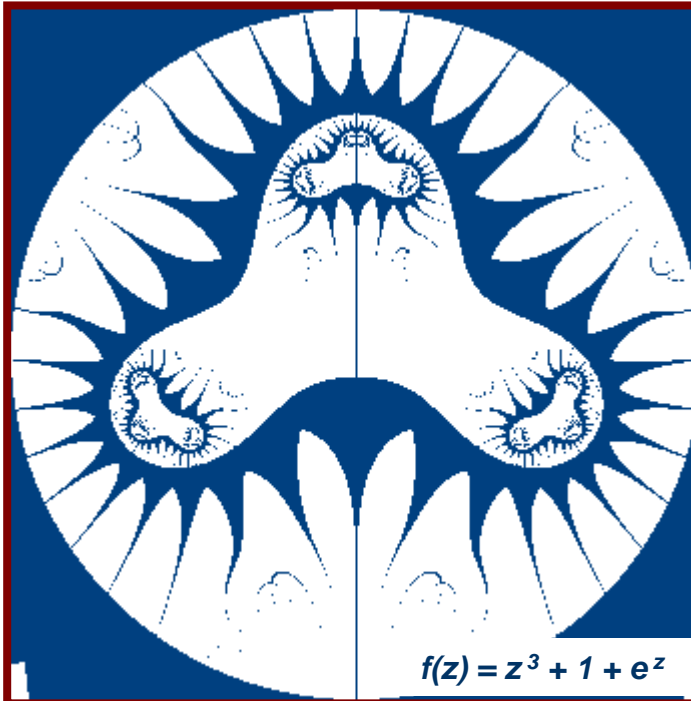
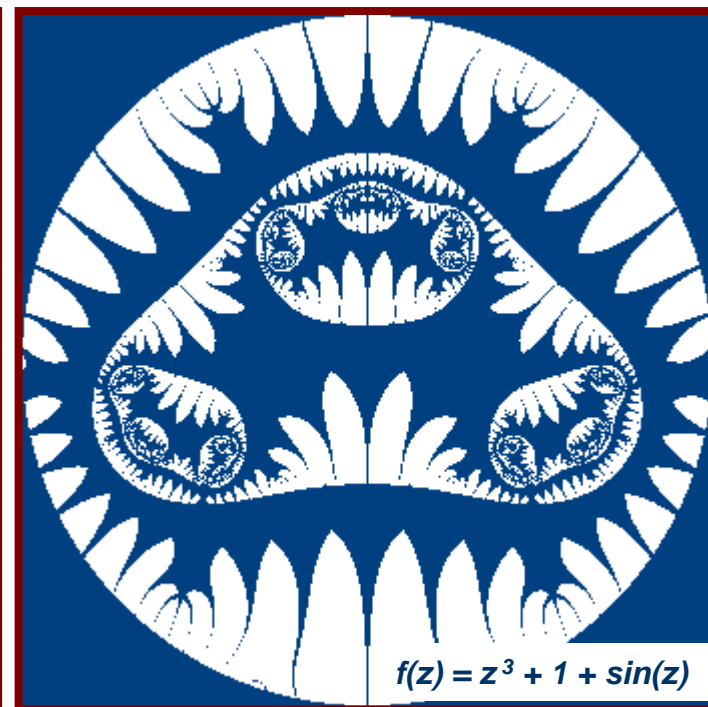
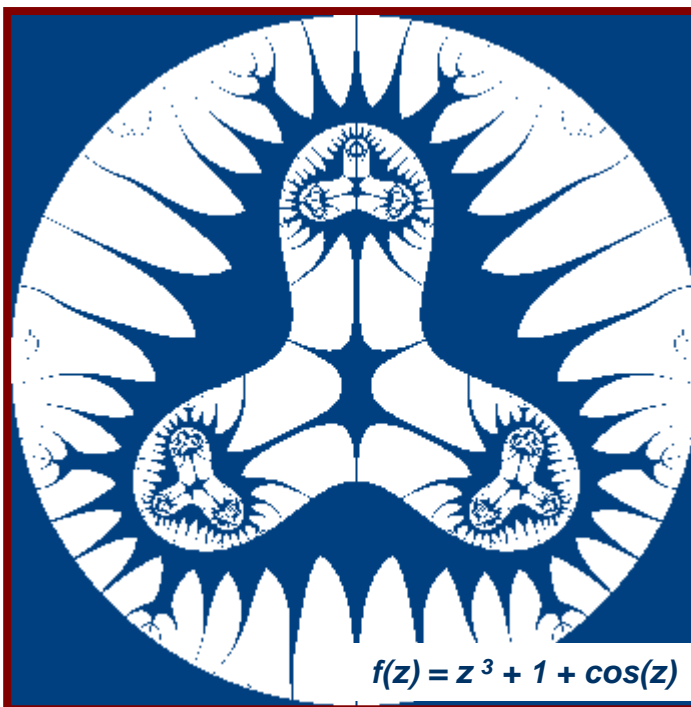
Combinaisons

$$f(z) = z^A + C +$$

$$E \cos(z) +$$

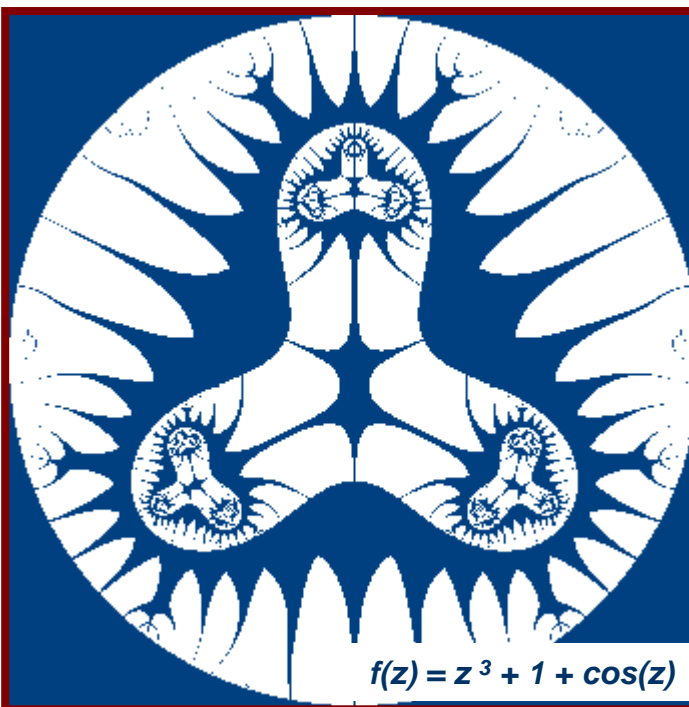
$$F \sin(z) +$$

$$G e^z + H z^z$$



Dosage

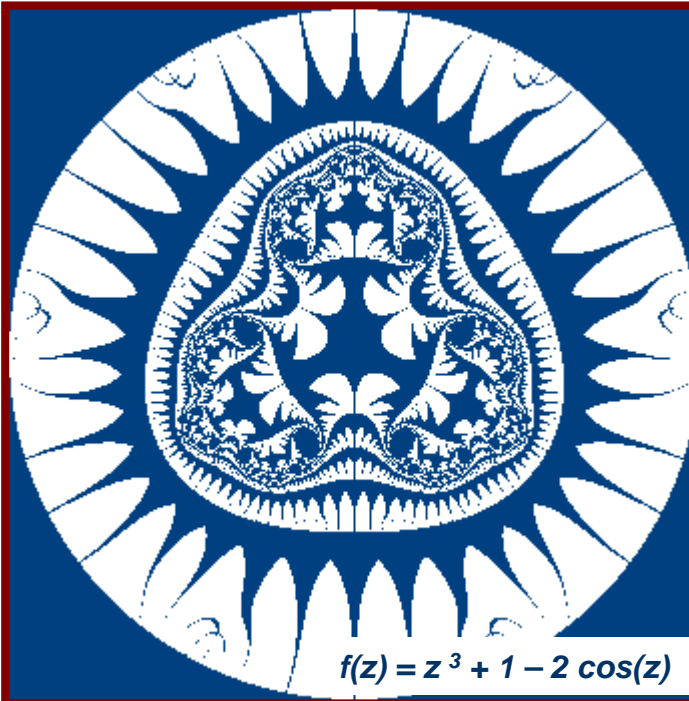
$$f(z) = z^A + C + E \cos(z)$$



$$f(z) = z^3 + 1 + \cos(z)$$



$$f(z) = z^3 + 1 + 0,05 \cos(z)$$



$$f(z) = z^3 + 1 - 2 \cos(z)$$



$$f(z) = z^3 + 1 - 0,5 \cos(z)$$

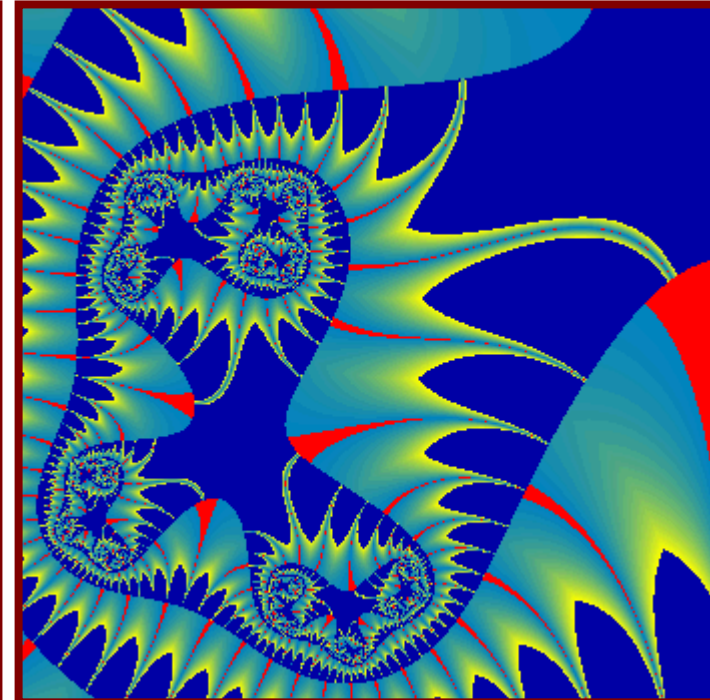
*Etapas de la
création d'un joli
biomorphe :*

- => Choisir une
équation.**
- => Agrandir,
cadrer.**
- => Choisir des
seuils.**
- => Colorier.**

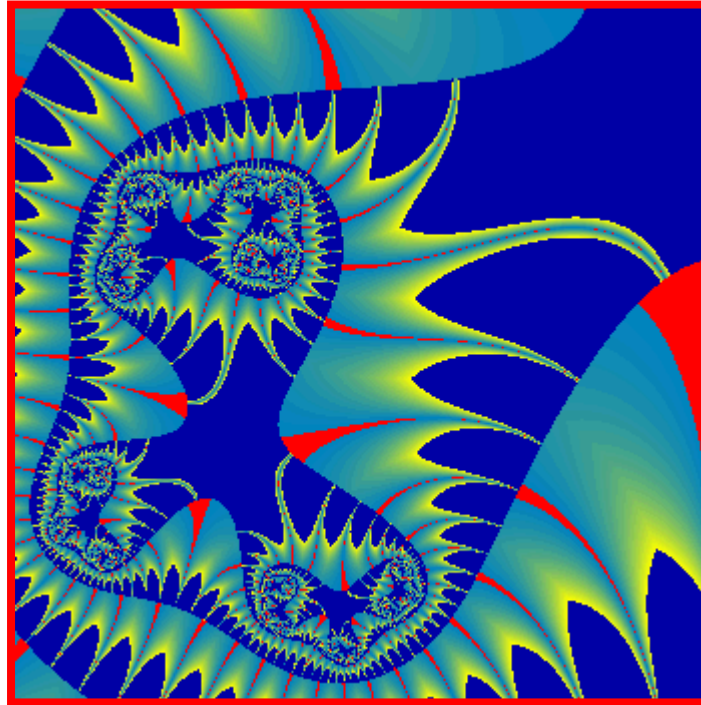
*Itérer autant que
nécessaire.*



$$f(z) = z^3 + 1 + 0,3i$$



A quoi peut servir un biomorphe ?



17:30
08/12/2004



Cygwin



Tous mes raccourcis



Lexique anglais



SEALCOAT - Sauvegarde



Contacts partenaires



ImageJ 1.28



Annuaire.xls



SEALCOAT



SEALCOAT - Echanges...



FAB-COAT



PRETINGS



Sauvegarde (K)

Travaux en cours



10ème réunion Sealcoat



Interpolation Re.doc



TP LE03



Sealcoat - Samples of n...



CIMATS 2004



ACSP



Bureau



Poste de travail



Données JLS



Disque local (C)

SEALCOAT - Coats statu...
SEALCOAT - Rapport tr...



Fond d'écran



Eudora



attach



Document vide.doc



Petits calculs.xls



Projet: 1



XnView



Paintbrush



Internet Explorer



Mozilla



Imprimantes



Corbeille



Photo Editor

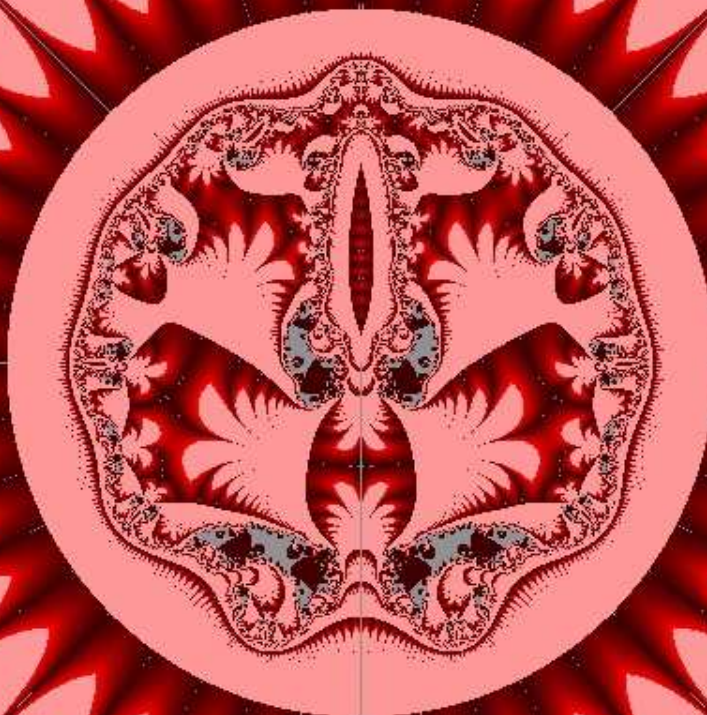


Psp

Google™

Recherche Google

Page d'accueil



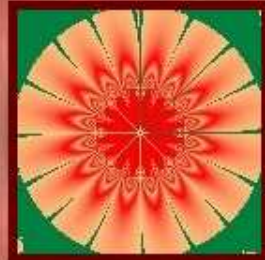
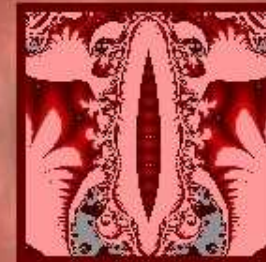


**Téléphone
personnalisé**



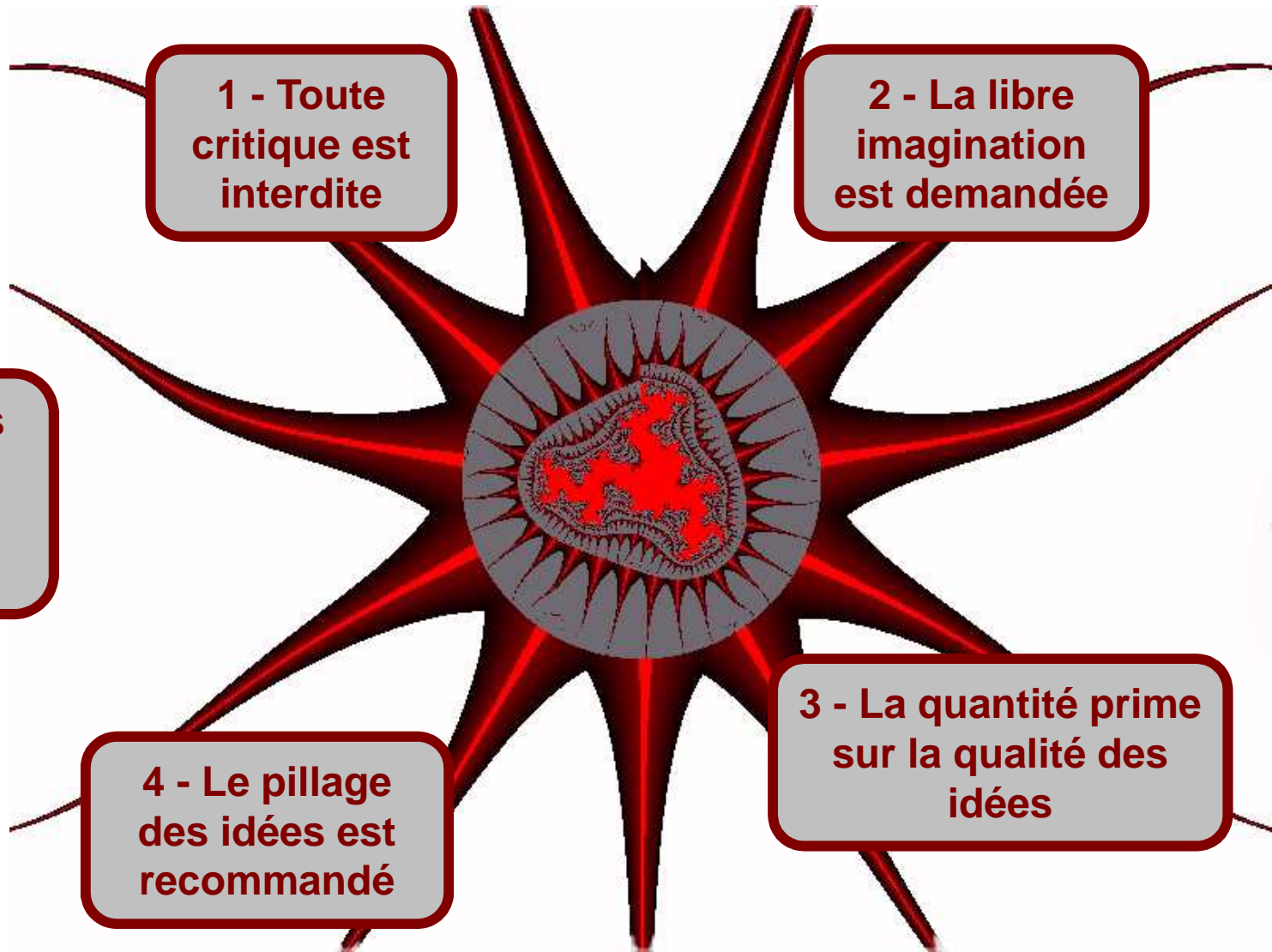
Page perso, blog,
facebook, ...

LA GALERIE DES BIOMORPHES



[Pour en savoir plus](#)

[Retour à l'accueil](#)

IllustrationRemue-
méningesBrain
stormingDes règles
pour une
efficacité
maximale1 - Toute
critique est
interdite2 - La libre
imagination
est demandée4 - Le pillage
des idées est
recommandé3 - La quantité prime
sur la qualité des
idées

1

9

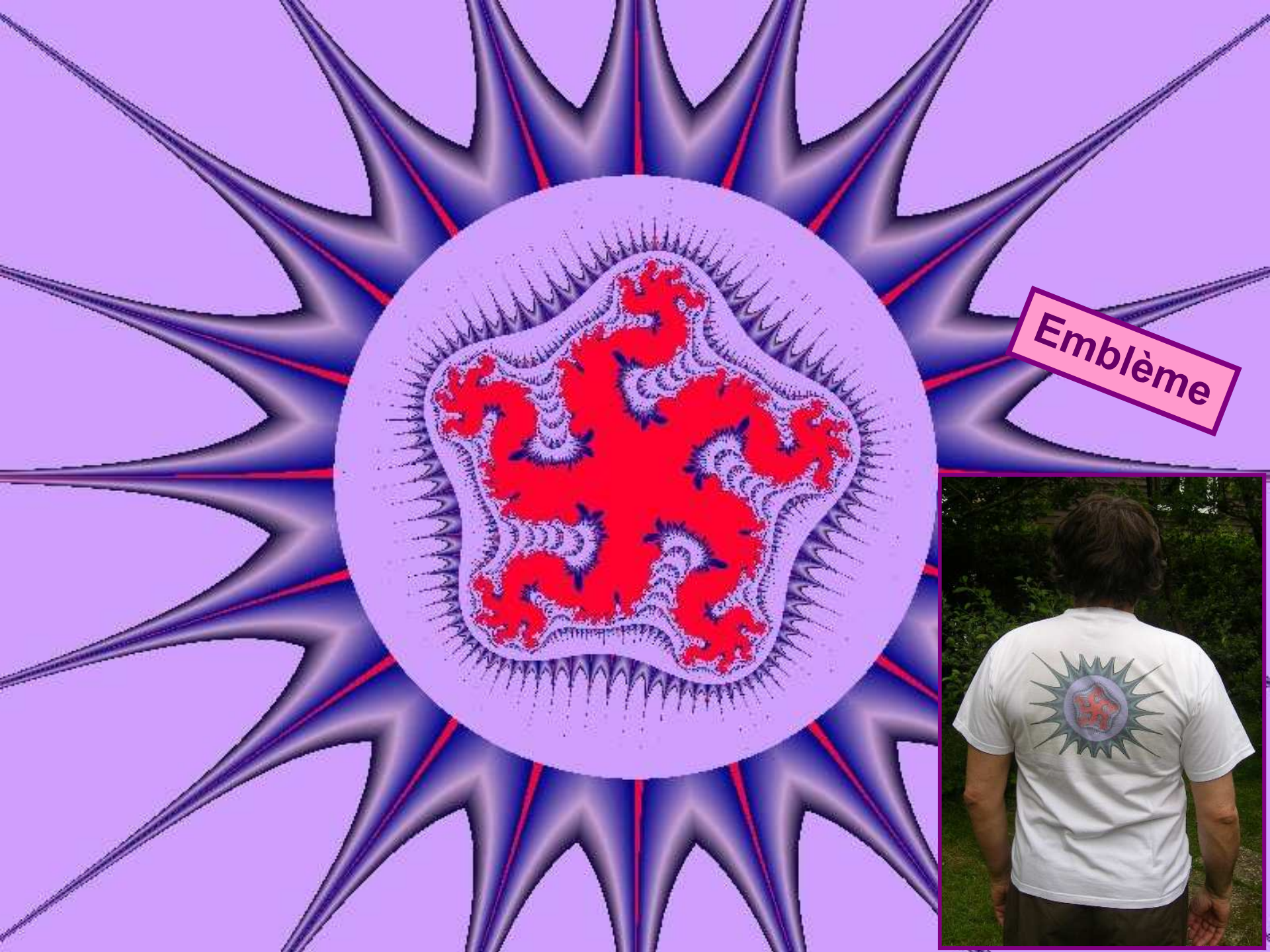
9

9

Carte de vœux

BONNE
ANNÉE

BONNE
SANTÉ

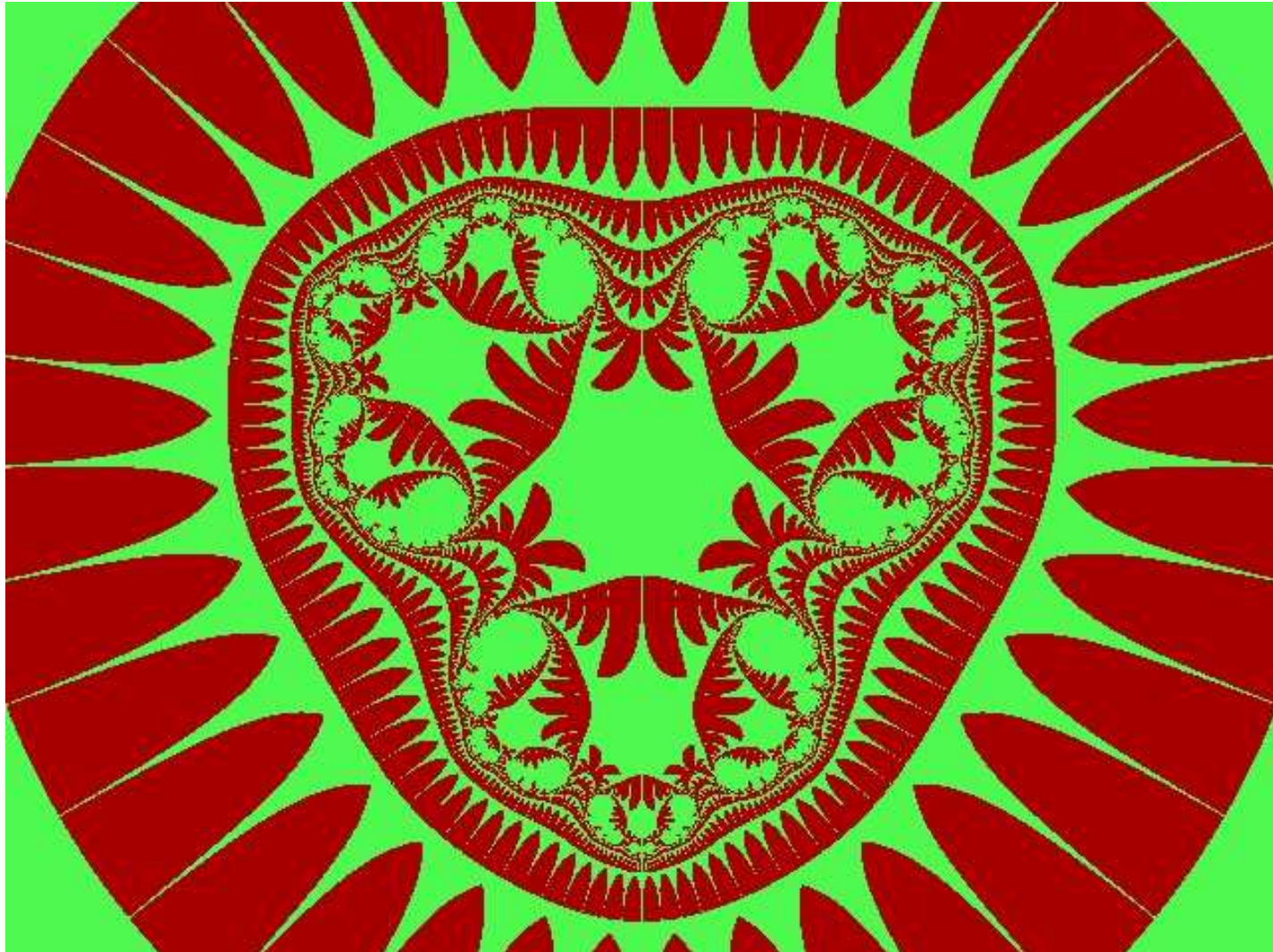


Emblème





***Plaisir de la
création***

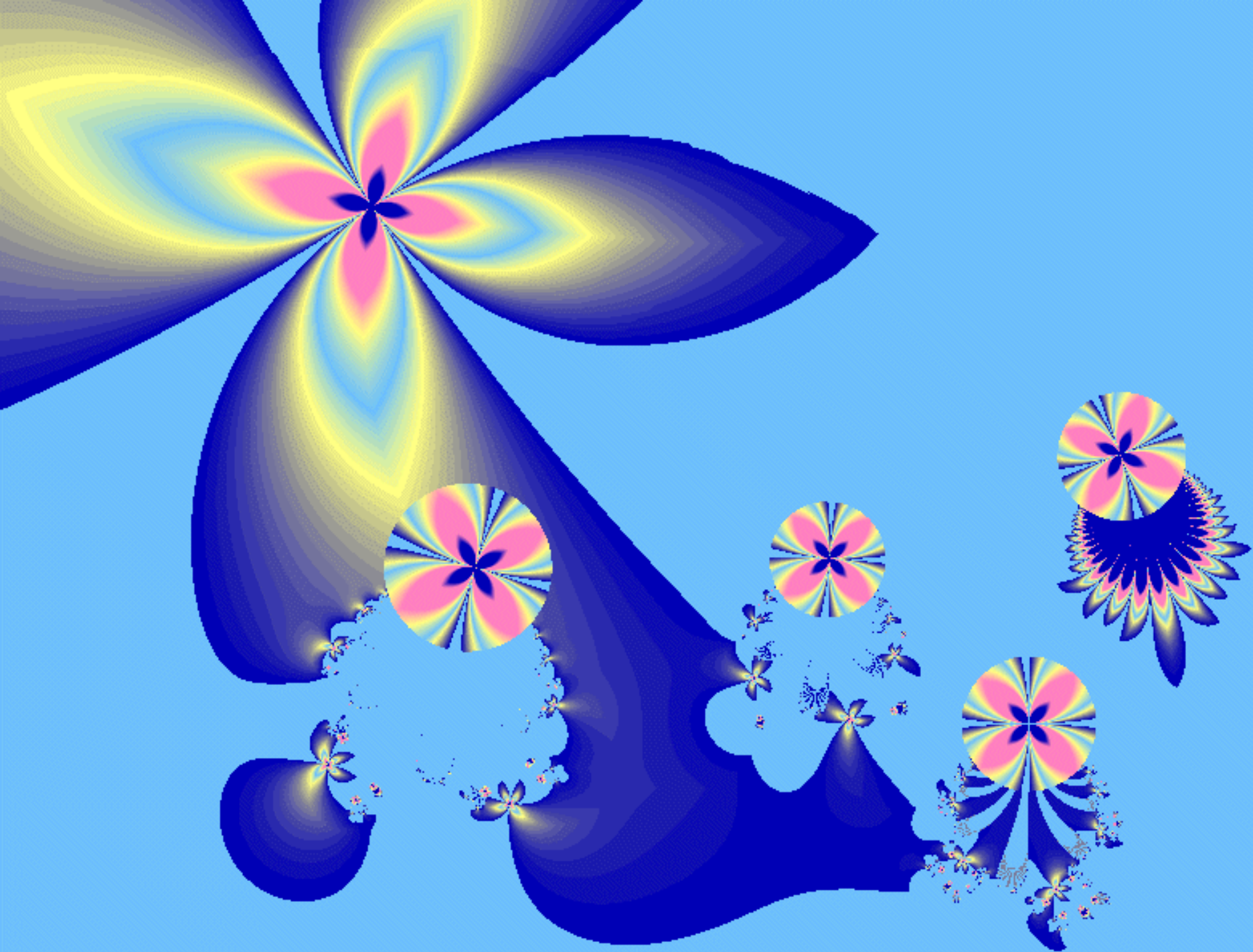


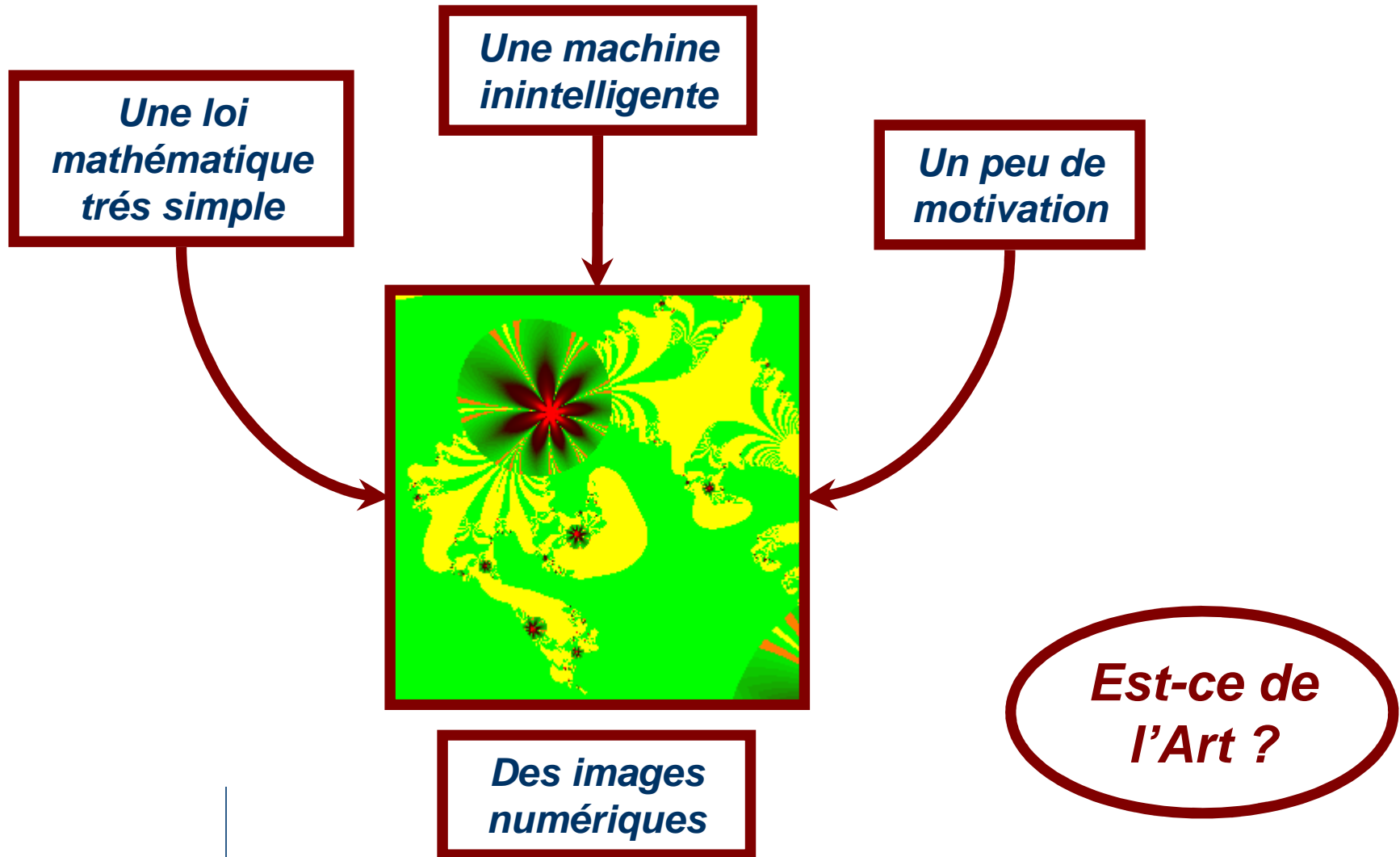
Un biomorphe peut-il représenter quelque chose ?

Le cas des papillons coréens.









Que faire pendant ces 2 matinées (et ensuite) ?

***Utiliser un logiciel existant pour créer des biomorphes originaux.
Plusieurs outils à disposition.***

Créer son logiciel personnel allant éventuellement plus loin :

- autres équations,***
- possibilité de donner des formules,***
- autres manières de colorier (alternances, interpolations ...).***

***Création de séquences animées et/ou sonorisées
(voir les exemples).***

***Toute autre initiative
(valorisation, diffusion, site internet, illustration ...).***

